



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN

“PROYECTO EJECUTIVO PARA LA REHABILITACIÓN DE
UNA VIALIDAD URBANA CON PAVIMENTO DE CONCRETO
HIDRÁULICO EN LA CIUDAD DE MÉXICO”

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

RICARDO JIMÉNEZ AVILA

DIRECTOR DE TESIS:

M. EN I. JOSÉ ANTONIO DIMAS CHORA



Nezahualcóyotl, Estado de México, 2018.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatorias.

*Es mi deseo como sencillo gesto de agradecimiento, dedicarles mi trabajo para titulación a toda mi familia, pero principalmente a mis abuelos; **Margarita Ávila Beltrán** † y **Javier Jiménez Buendía** †, por su sacrificio y esfuerzo, porque siempre me brindaron su apoyo, amor y comprensión.*

*A mi madre **Mariana Jiménez Ávila**, y mis tíos; **María Teresa Jiménez Ávila** y **Javier Jiménez Ávila**, porque han sido un pilar fundamental durante mi formación profesional, por brindarme su confianza, ejemplo, consejos, oportunidad y recursos para realizar este logro.*

*A mis **maestros**, por su dedicación, tiempo y apoyo, así como por tener la calidad de brindar el conocimiento que me transmitieron durante el desarrollo de mi formación profesional.*

*A la empresa **PIASA** por dedicar su tiempo en proporcionar la información para que la elaboración de este documento fuera posible.*

*A la **Universidad Nacional Autónoma de México**, en especial a la **Facultad de Estudios Superiores Aragón**, que me brindó la oportunidad de tener una formación profesional de calidad.*

¡Gracias!

“Yo no estudio para saber más, sino para ignorar menos”

(Sor Juana Inés de la Cruz)

Indice

Introducción	1
Capítulo 1 Problemática y antecedentes	5
1.1. Antecedentes	5
1.2. Problemática.....	7
1.2.1. Objetivo.....	8
1.2.2. Principios de intervención.....	9
1.2.3. Alcances	10
Capítulo 2 Proyecto topográfico.....	16
2.1. Descripción de las actividades.....	17
2.2. Puntos topográficos recabados por estación total.	20
2.2.1. Códigos.....	21
2.2.1.1. Descripción del proceso de Importación de puntos por medio del software Civil CAD 3D.....	28
2.2.1.2. Importación de puntos.....	29
2.2.2. Poligonal de apoyo	30
2.3. Trazo de los puntos topográficos.....	33
2.3.1. Clasificación de la infraestructura	33
2.4. Triangulación.....	41
2.4.1. Descripción de la realización de una triangulación por medio del software Civil CAD 3D.....	41
2.2.4.1. Grupo de puntos.....	42
2.2.4.2. Crear Superficie	43
2.5. Curvas de nivel.....	48
2.5.1. Descripción del proceso para realizar curvas de nivel en el software Civil CAD 3D.....	48
2.2.4.3. Añadir etiquetas de superficie.....	49
2.6. Alineamiento horizontal.....	52
2.6.1. Descripción del proceso creación de un alineamiento en el software Civil CAD 3D.....	52
2.2.6.1. Datos de alineamiento horizontal	57
2.7. Perfil topográfico.	58
2.7.1. Descripción del proceso de la creación de un perfil topográfico en el software Civil CAD 3D.....	58
2.2.7.1. Crear visualización del perfil.....	60
2.8. Líneas de muestreo	62
2.8.1. Descripción del proceso en el software Civil CAD 3D para la creación de secciones a partir de líneas de muestreo. 62	
2.2.8.1. Crear líneas de muestreo por intervalo de P.K.	63
2.9. Secciones transversales del terreno natural.....	65
2.9.1. Descripción del proceso para la creación de secciones transversales en el software Civil CAD 3D.....	65

Capítulo 3 Proyecto geométrico..... 68

3.1. Banquetas y guarnición.....	68
3.1.1. Franjas funcionales de la sección banqueta.....	68
3.1.2. Especificaciones de Banqueta y guarnición.....	74
3.1.3. Criterios para accesibilidad peatonal.....	75
3.1.4. Diseño de Intersecciones.....	77
3.1.5. Rampas peatonales.....	80
3.2. Alineamiento vertical.....	83
3.2.1. Perfil de rasante.....	83
3.2.2. Descripción del proceso creación de un perfil rasante en el software Civil CAD 3D.....	84
3.2.2.1. Herramientas de composición de perfil.....	85
3.3. Curvas verticales.....	86
3.3.1. Acuerdos convexos y cóncavos.....	88
3.3.2. Descripción del proceso de creación de curvas verticales en el software Civil CAD 3D.....	89
3.3.2.1. Acuerdo vertical libre (parábola).....	89
3.4. Secciones de construcción.....	91
3.4.1. Descripción del proceso de la creación de secciones de construcción en el software Civil CAD 3D.....	92
3.4.1.1. Ensamblajes.....	92
3.4.1.2. Obra lineal.....	99
3.4.1.3. Etiquetas sobre superficie de la obra lineal.....	102

Capítulo 4 Proyecto de modulación para pavimento de concreto hidráulico..... 105

4.1. Pavimento rígido.....	105
4.1.1. Concreto profesional resistente a la flexión (MR).....	107
4.1.2. Especificaciones del pavimento según su diseño.....	108
4.1.3. Criterios de comportamiento.....	112
4.2. Modulación.....	118
4.2.1. Transferencia de carga.....	119
4.2.2. Barras de amarre.....	120
4.2.3. Pasajuntas.....	120
4.3. Juntas.....	121
4.3.1. Juntas longitudinales.....	122
4.3.2. Juntas transversales.....	122
4.4. Proyecto de modulaciones.....	124
4.4.1. Metodología para proyectar la modulación de un pavimento de concreto hidráulico.....	125
4.4.2. Modulación con infraestructura.....	128
4.5. Método constructivo de la colocación de pavimento de concreto hidráulico y trazado de la modulación.	130

Conclusiones..... 134

Bibliografía.....	138
--------------------------	------------

Anexos.....	139
--------------------	------------

Índice de figuras

Figuras del capítulo 1

Figura 1. 1 Croquis de localización Calle Londres.....	5
Figura 1. 2 Croquis identificación actual de Calle Londres.....	6
Figura 1. 3 Tipos y jerarquía de planes.	12
Figura 1. 4 Cinco procesos den el desarrollo de un proyecto, referencia adaptación de: Project Management Institute, PMBOK, guide 2000, EDITION, USA. P. 31.....	13

Figuras del capítulo 2

Figura 2. 1 Icono Puntos.	28
Figura 2. 2 Cuadro de dialogo creación de puntos.	28
Figura 2. 3 Icono importar puntos.	29
Figura 2. 4 Cuadro de dialogo importar puntos.....	29
Figura 2. 5 Representación gráfica de poligonal de apoyo y estación con los complementos la abscisa y ordenada.....	31
Figura 2. 6 Presentación de puntos descargados con su respectivo condigo, ubicados en los cruceros de las calles Florencia y Niza, así como la planta general del tramo intervenido calle Londres.	32
Figura 2. 7 Sección típica de una vialidad urbana donde se aprecia la intervención de diferentes tipos de infraestructura.	38
Figura 2. 8 Representación de infraestructura trazada e identificada, ubicada en los cruceros de las calles Florencia y Niza, así como la planta general del tramo intervenido calle Londres.....	40
Figura 2. 9 Icono Espacio de herramientas o Tool Space.	41
Figura 2. 10 Cuadro de dialogo Tool Space.....	41
Figura 2. 11 Cuadro de dialogo propiedades de grupos de puntos, pestaña información.....	42
Figura 2. 12 Cuadro de dialogo crear superficie.	43
Figura 2. 13 Cuadro de dialogo Toolspace, sección grupos de puntos.	44
Figura 2. 14 Cuadro de dialogo grupos de puntos.	44
Figura 2. 15 Cuadro de dialogo estilo de superficie, pestaña visualización.	45
Figura 2. 16 Desglose de barra de herramientas editar superficie.	45
Figura 2. 17 Visualización de triangulación en planta en el model, para una verificación de la vinculación correcta de los puntos según su código y elevación.	46
Figura 2. 18 Visualización de triangulación en una vista extruida.....	46
Figura 2. 19 Representación de generación de triangulación por medio de la creación de un grupo de puntos, ubicados en los cruceros de las calles Biarritz y Varsovia , así como la planta general del tramo intervenido calle Londres.	47
Figura 2. 20 Cuadro de dialogo estilo de superficies pestaña visualización.....	49
Figura 2. 21 Desglose de icono Añadir etiquetas, sección añadir etiquetas de superficie.....	49
Figura 2. 22 Cuadro de dialogo añadir etiquetas.....	49
Figura 2. 23 Ejemplo de etiquetas colocadas sobre superficie de curvas de nivel del terreno natural.....	50
Figura 2. 24 Representación de curvas de nivel ubicadas en los cruceros de las calles de Praga y Niza, así como la planta general del tramo intervenido calle Londres.	51
Figura 2. 25 Representación de trazo de polilínea con simetría respecto a los puntos del levantamiento topográfico.....	53
Figura 2. 26 Icono alineación.	53
Figura 2. 27 Icono de herramientas crear alineación a partir de objetos.....	53
Figura 2. 28 Cuadro de dialogo Crear alineación.....	54
Figura 2. 29 Trazo del alineamiento conformado con el estilo de alineación, capa de alienación y conjunto de etiquetas de alineación.....	55
Figura 2. 30 Barra de herramientas de composición de alienación.	56
Figura 2. 31 Elementos de alineamiento.....	56
Figura 2. 32 Icono de perfil de superficie.	58
Figura 2. 33 Cuadro de dialogo crear perfil a partir de superficie.	59

Figura 2. 34 Cuadro de dialogo crear perfil a partir de superficie, pestaña general.	60
Figura 2. 35 Icono de línea de muestreo.	62
Figura 2. 36 Barra de herramientas de líneas de muestreo.	63
Figura 2. 37 Icono Crear líneas de muestreo por intervalo de P.K.	63
Figura 2. 38 Cuadro de dialogo crear líneas de muestreo por intervalo de P.K.	63
Figura 2. 39 Líneas de muestreo sobre el alineamiento Calle Londres.	64
Figura 2. 40 Icono de vistas de secciones.	65
Figura 2. 41 Desglose de herramientas, selección crear varias vistas.	65
Figura 2. 43 Cuadro de dialogo crear varias vistas en sección, pestaña intervalo de desfase.	66
Figura 2. 42 Ejemplo de perfil y secciones de terreno natural del tramo intervenido calle Londres, desde el cadenamamiento 0+000 hasta el 0+100.	67

Figuras del capítulo 3

Figura 3. 1. Sección tipo de banquetta, con franja de fachada, franja de circulación, franja de mobiliario y franja de guarnición.	69
Figura 3. 2. Calle perpendicular después de intervenir estacionamiento en vía pública.	71
Figura 3. 3. Calle perpendicular sin intervenir estacionamiento en vía pública.	71
Figura 3. 4. Calle perpendicular sin reducción en sección de los carriles vehiculares.	72
Figura 3. 5 Planta de representación de franjas que componen la banquetta.	74
Figura 3. 6 Planta de acabado de piso de concreto arquitectónico para banquetta.	74
Figura 3. 7 Sección de banquetta con un máximo de 2%.	75
Figura 3. 8 Figura Pendiente longitudinal sobre banquetta del 4%.	75
Figura 3. 9. Rampa transversal para acceso vehicular.	76
Figura 3. 10. Rampa adyacente a guarnición de acceso vehicular con desnivel.	77
Figura 3. 11. Caso uno, ampliación de banquetta con respecto al ancho de estacionamiento.	78
Figura 3. 12. Caso dos, continuidad entre la guarnición de la banquetta original boleando las esquinas.	78
Figura 3. 13 Caso tres, representación de la continuidad y ampliación de banquetta en las esquinas dado el caso de no existir estacionamiento.	79
Figura 3. 14. Planta especificando la ubicación de colocación de rampas peatonales.	80
Figura 3. 15. Representación de rampa recta confinada en un cruce.	81
Figura 3. 16. Planta cruce de Varsovia con el tramo de intervención, calle Londres, en donde se muestra el trazo de rampas peatonales.	82
Figura 3. 17. Representación gráfica del perfil rasante en el perfil de terreno natural.	83
Figura 3. 18 Icono "Herramientas de creación de perfiles".	84
Figura 3. 19 Cuadro de dialogo crear perfil.	85
Figura 3. 20 Barra de herramientas composición de perfil-rasante calle Londres.	86
Figura 3. 21 Acuerdo convexo tipo uno, con transición de pendiente positiva a negativa.	88
Figura 3. 22 Acuerdo convexo tipo dos, con transición de pendiente positiva a positiva y de negativa a negativa.	88
Figura 3. 23 Acuerdo cóncavo tipo tres con transición de pendiente de negativo a positivo.	88
Figura 3. 24 Acuerdo cóncavo tipo cuatro con transición de pendientes negativa a negativa y de positiva a positiva.	89
Figura 3. 25 Icono acuerdo libre parabólico.	89
Figura 3. 26 Ejemplo de curva de acuerdo convexo, en donde se muestra la descripción de datos que componen la curva vertical, comprendida desde la estación 0+044.07 para el PCV y la estación 0+064.07 para el PIV.	90
Figura 3. 27 Componentes que conforman un ensamblaje.	93
Figura 3. 28 Cuadro de dialogo propiedades de ensamblaje.	94
Figura 3. 29 Cuadro de dialogo propiedades de ensamblaje, ficha construcción.	95
Figura 3. 30 Cuadro de dialogo propiedades de ensamblaje, ficha códigos.	96
Figura 3. 31 Ejemplos de ensamblajes generados para la conformación del corredor dentro de la obra línea para el proyecto del tramo intervenido calle Londres.	97
Figura 3. 32 Cuadro de dialogo Crear obra lineal.	99
Figura 3. 33 Cuadro de dialogo propiedades de obra lineal, ficha información.	101

<i>Figura 3. 34 Planta representando la obra lineal del tramo intervenido.</i>	102
<i>Figura 3. 35 Cuadro de dialogo Añadir Etiquetas.</i>	103
<i>Figura 3. 36 Ejemplo de representación con vista en planta de etiquetas de cotas de elevación sobre superficie de obra lineal.</i>	104
<i>Figura 3. 37</i>	104

Figuras del capítulo 4

<i>Figura 4. 1 Sección especificando las capas que conforman un pavimento rígido.</i>	108
<i>Figura 4. 2 Perfil estratigráfico de pozos a cielo abierto.</i>	109
<i>Figura 4. 3 Sección de pavimento rígido en la cual se identifica el “módulo K”.</i>	116
<i>Figura 4. 4 Sección de pavimento del proyecto de rehabilitación Calle Londres, identificando los espesores y características de materiales y conformación de las capas, sub-base, base y pavimento.</i>	117
<i>Figura 4. 5 Transferencia de cargas sobre un pavimento rígido.</i>	119
<i>Figura 4. 6 Colocación en junta transversal, pasa juntas lisa.</i>	121
<i>Figura 4. 7 Esquemas de la colocación de canastillas con pasajuntas en las juntas transversales y barras de amarre en las juntas longitudinales.</i>	123
<i>Figura 4. 8 Relación largo/ancho para modulación.</i>	125
<i>Figura 4. 9 Junta transversal y junta de aislamiento realizada en infraestructura como pozo de visita, de CFE, fibra óptica y rejillas de banqueteta.</i>	128
<i>Figura 4. 10 Ejemplo de modulación representando las juntas transversal y longitudinal y junta de aislamiento realizada en infraestructura como pozo de visita, de CFE, fibra óptica y rejillas de banqueteta.</i>	129
<i>Figura 4. 11 Trazo de eje de proyecto y colocación de montel con sujeción de varilla de troquel.</i>	131
<i>Figura 4. 12 Colocación de capa base por medio de camiones de relleno fluido elaborado en planta.</i>	131
<i>Figura 4. 13 Elaboración de tendido de líneas guía y colocación de canastillas con pasa juntas.</i>	132
<i>Figura 4. 14 Colocación de concreto hidráulico con camiones de volteo.</i>	132
<i>Figura 4. 15 Patrón de texturizado arquitectónico.</i>	133
<i>Figura 4. 16 Aplicación de membrana para fraguado de concreto hidráulico.</i>	133
<i>Figura 4. 17 Elaboración de cortes de juntas transversales y longitudinales, y colocación de sellado de juntas y nivelación.</i>	133

Índice de tablas.

Tablas del capítulo 2

<i>Tabla 2. 1. Ejemplo de formato para puntos levantado topográficamente.</i>	20
<i>Tabla 2. 2. Códigos de topografía.</i>	22
<i>Tabla 2. 3. Códigos de infraestructura urbana.</i>	23
<i>Tabla 2. 4. Códigos de drenaje sanitario.</i>	24
<i>Tabla 2. 5. Códigos de red de alumbrado.</i>	26
<i>Tabla 2. 6. Códigos de jardinería.</i>	26
<i>Tabla 2. 7. Códigos de fibra óptica y telefonía.</i>	27
<i>Tabla 2. 8. Datos de poligonal de apoyo.</i>	30

Tablas del capítulo 3

Tabla 3. 1. Datos del alineamiento horizontal de calle Londres.....	57
Tabla 3. 2. Medidas de ancho de carril, de acuerdo al tipo de vía, tipo de vehículos y la velocidad permitida.....	73

Tablas del capítulo 4

Tabla 4. 1. Módulo de ruptura recomendado según el tipo de pavimento.....	107
Tabla 4. 2 Resumen de resultados.....	110
Tabla 4. 3 Características que debe cumplir.....	110
Tabla 4. 4 Composición granulométrica.....	111
Tabla 4. 5 Condición esperada de la vialidad.....	113
Tabla 4. 6 Proyección de la vialidad.....	115
Tabla 4. 7 Características de la rasante de concreto.....	115
Tabla 4. 8 Condicionantes del cuerpo de pavimento.....	116
Tabla 4. 9 Dimensiones en pasa juntas (Pavimentos urbanos).....	122
Tabla 4. 10 Resultados del diseño.....	124
Tabla 4. 11 Metodología para proyectar la modulación de un pavimento de concreto hidráulico.....	126
Tabla 4. 12 Metodología para proyectar la modulación de un pavimento de concreto hidráulico.....	127

Anexos

Anexo 1 Tabla de alineamiento vertical, Rasante Calle Londres.....	139
Anexo 2 Concentrado de pruebas de laboratorio para material en zona de desplante y diseño de pavimento. "PCA 1".....	144
Anexo 3 Concentrado de pruebas de laboratorio para material en zona de desplante y diseño de pavimento. "PCA 2".....	145
Anexo 4 Concentrado de pruebas de laboratorio para material en zona de desplante y diseño de pavimento. "PCA 3".....	146
Anexo 5 Concentrado de pruebas de laboratorio para material en zona de desplante y diseño de pavimento "PCA 4".....	147
Anexo 6 Planta-Plano llave, código PLL-1.....	148
Anexo 7 Planta-Perfil Topográfica, código TOP-1.....	149
Anexo 8 Planta Topográfica (Infraestructura), código INF-1.....	150
Anexo 9 Planta y perfil Geométrico, código GEO-1.....	151
Anexo 10 Secciones de construcción, código SECC-1.....	152
Anexo 11 Planta de Modulación, código MOD-1.....	153
Anexo 12 Planta Arquitectónica, código PL-ARQ-1.....	154



Introducción

El gobierno de la Ciudad de México, ha identificado entre sus prioridades de política pública atender las necesidades de espacios públicos existentes en la ciudad, a partir de una estrategia integral que logre identificar áreas susceptibles a ser intervenidas, con el objetivo de consolidar la estructura espacial existente en la ciudad y contribuyendo al disfrute del espacio público, es fundamental actuar en sitios que por sus dinámicas actuales de abandono y conglomeración, no permiten el pleno disfrute del espacio. La permanencia de proponer la rehabilitación de estos espacios, permite dar continuidad al proceso de apropiación por parte de los ciudadanos, del espacio público. Es por esta razón que se ha dado a la tarea de proponer como proyecto detonante la rehabilitación integra del pavimento con concreto hidráulico, guarnición y banquetas de la vialidad calle Londres, comprendida desde calle Sevilla y Avenida Insurgentes Sur.

El "**Capítulo 1**" consta de los alcances y objetivos del proyecto denominado "**Rehabilitación de pavimento, guarnición y banquetas de la calle Londres con concreto hidráulico de MR-45 kg/m^2 (módulo de ruptura)**", como objetivo concibe la recuperación del espacio público y vial mediante la restauración de sus guarniciones, banquetas y áreas verdes, haciendo integral la faja peatonal proporcionando un mantenimiento a las áreas verdes y preservando las banquetas con un acabado arquitectónico que tiene el objeto de brindar una homologación de la imagen urbana de la Ciudad de México, el pavimento será rehabilitado con el objeto de cubrir una intervención que prologue la vida de la vialidad, por lo cual se planteó la rehabilitación y reconstrucción del pavimento del corredor con concreto hidráulico MR-45 kg/m^2 (módulo de ruptura), el cual por sus características, que serán mencionadas en el presente trabajo, demuestra de manera clara la eficiencia de este pavimento rígido y las ventajas de beneficio económico que se presentan subsecuentemente en su mantenimiento y conservación.

Para la realizar de forma eficiente, optima e integral el programa del proyecto ejecutivo y cubrir los alcances que están constado por: el proyecto topográfico, proyecto geométrico y proyecto de modulaciones, fue necesario el uso del software especializado Civil CAD 3D, al ser parte del equipo de proyectos se me capacito y superviso sobre el mencionado software, por lo cual tuve la participación dentro del desarrollo del programa de proyecto ejecutivo, así como intervenciones en campo, que me permitieron analizar el desarrollo y la ejecución del proyecto ejecutivo, por lo cual en el presente trabajo describo de manera detallada el desarrollo del proyecto dentro de los parámetros técnicos y normativos en los cuales hice mi participación, haciendo énfasis en la descripción de la rutina para la elaboración con el software Civil CAD 3D.



De tal manera que el “**Capítulo 2**”, comprende el desarrollo del proyecto topográfico describiendo la recepción de puntos topográficos, los cuales se clasifican según sus características con el objeto de hacer una vinculación a un código, lo cual al momento de hacer la descarga de dicho grupo de puntos genera una representación gráfica según su caracterización a su código proporcionado, con ello se facilita la interpretación y el trazo que involucra el dibujo a detalle de la infraestructura existente en el tramo de intervención, la descarga también se hace bajo los parámetros correspondientes a la orientación de coordenadas manejadas por la brigada topográfica que utilizó durante el levantamiento topográfico. Con las herramientas proporcionadas por el software se describe la rutina para realizar la triangulación y curvas de nivel, a base de un grupo de puntos los cuales son especificados, la anterior rutina se realiza con el objeto de generar el perfil topográfico y las secciones que comprenden el terreno natural, cabe mencionar que dicha denominación bajo la situación de que el proyecto consta de una rehabilitación y reconstrucción, se le da al terreno ya existente, que ya cuenta con una infraestructura y trazo urbano definido, por lo cual no se presenta como es el caso para un proyecto carretero en donde se tiene un terreno natural que podemos denominar “virgen”, esto se refiere a que no cuenta con infraestructura ajena más allá de lo que es concebido por la naturaleza como lo son montículos rocosos, ríos, vegetación, etc.

Para el proyecto geométrico en el “**Capítulo 3**” se describe con detalle cómo se trabaja con la misma información que ha sido recabada y descargada dentro del interfaz del software, con la cual se procede al análisis y proyección de un alineamiento horizontal que cuente con los parámetros y características que sean necesarios y correspondientes a las exigencias de los anchos de la vialidad ya existentes, respetando accesos a inmuebles y trazos ya conformados, como lo son bahías de ascenso y descenso, rampas vehiculares, jardineras, reductores de velocidad, etc. Posteriormente se realiza la proyección del alineamiento vertical, el cual es condicionado al perfil topográfico del terreno natural, con este se podrá observar a detalle la problemática que respectan a las pendientes longitudinales que no permitan una captación de agua pluvial eficiente y por ende se tengan que modificar dentro la proyección del perfil rasante, dicha proyección se debe de realizar también bajo los parámetros de análisis adecuados a lo que respectan las curvas verticales, con el objeto de regular los parámetros de velocidad especificada para el tramo de intervención y así sea lo más favorable para el tránsito vehicular, también se debe revisar a detalle los niveles vinculados a los hombros de la vialidad para que no interfieran con los accesos a inmuebles de viviendas y de comercios identificados en el tramo.

Teniendo la rasante asignada, se procede a realizar las secciones de construcción las cuales en están relacionadas al término “ensamblaje”, el cual es un componente versátil del diseño dentro de la obra lineal, vinculados a los alineamientos horizontal y vertical, este nos



muestra de manera gráfica la integración de la sección de construcción con una gran variedad de componentes disponibles y opciones estructurales a elegir, por ejemplo; un bordillo, una guarnición, acotaciones que hagan referencia a una área verde o una banquetta, así mismo se especifican los espesores del pavimento, los cuales son asignados bajo un diseño de pavimentos, por un equipo especializado.

Una vialidad urbana, se caracteriza por presentar cambios de sección entre sus cruces, por lo cual existe la necesidad de realizar varios ensamblajes que conformen la sección de construcción. Es en esta parte del desarrollo del proyecto geométrico en donde es de mayor utilidad el uso del software **Civil CAD 3D**, ya que este presenta cuadros de diálogo y herramientas que nos permiten la asignación de rangos según el tipo de secciones que consideremos dentro de la obra lineal, al igual que nos permite también la generación de un corredor a partir de los ensamblajes, con el cual se obtiene una malla o capa, de la cual siguiendo una rutina de comandos se puede tener el nivel de cualquier punto que comprenda el corredor.

Como ya se mencionó es necesario el dato de los espesores que conformaran el pavimento, para el desarrollo de este aspecto en el **“Capítulo 4”** se describe el diseño de pavimento, que se realiza de manera analítica con la determinación de factores que involucran la exploración del suelo y las pruebas de laboratorio pertinentes, y así determinar un diseño eficiente y adecuado a las condiciones del proyecto, sin embargo el diseño del pavimento también nos proporciona los datos necesarios para proceder a las especificaciones requeridas en el proyecto de modulación, el cual consta de la proyección de los cortes transversales y longitudinales sobre las franja de pavimento de concreto hidráulico, dicha proyección tiene que acatar una relación entre el largo y ancho de los tableros que se adecuan a la aplicación de juntas control y de aislamiento para su conformación, esto con el objeto de inducir grietas de manera satisfactoria entre la infraestructura y así no propiciar fracturas sobre el pavimento a consecuencia de una mala proyección del trazo, es por ello que se deben acatar las especificaciones de instituciones como el **“ACI (American Concrete Institute)”**, con sus normativas **“ACI 302”** y **“ACI-302”**, que son editadas por el **“IMCYC (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto)”** y seguir las recomendaciones de distribuidores de concreto como tales como **“CEMEX”**, que cuenta con un **“Manual de usuarios de concreto profesional MR”**. Estos documentos aportan junto con el diseño del pavimento realizado una mayor ampliación de los requerimientos que refieren al calibre y tipo de armado de pasa juntas de acero, varillas de amarre y el tipo de colocación de sellado de juntas.

La labor del equipo de proyecto e intervención que realice está ubicada en la planeación de orden táctico, en la cual se constaron los lineamientos para hacer un uso más efectivo de los recursos para el logro de los objetivos específicos del proyecto, es por ello que con los



requerimientos y la recepción de información de los datos anteriormente mencionados se realiza la elaboración de los entregables, que son necesarios para conservar una estandarización en la presentación de los planos denominados *“as built”*, también conocidos como planos de construcción, estos deben presentar primordial atención en el lenguaje gráfico utilizado, haciendo énfasis en destacar la información que sea primordial para el contratista. En lo que comprende la elaboración de los planos de topografía, se cuenta con un formato ya definido que está constituido por una planta y un perfil, y debe de usar una escala que permita la correcta visualización de la información, como lo es; la poligonal de apoyo, las acotaciones en las curvas de nivel, las acotaciones en el perfil topográfico, etc. En el caso de los planos de infraestructura es muy importante la correcta especificación de la simbología, y a lo que se refiere a los planos del proyecto geométrico deben de contar con una planta y perfil, que contienen la información de forma precisa de; la rasante, curvas verticales, alineamiento horizontal con cadenamientos, poligonal de apoyo, etc. Los planos de secciones de construcción, deben presentar una escala vertical y horizontal que está reglamentada, y de forma específica tienen que contener las elevaciones de la sección y pendientes requeridas. Para los planos del proyecto de modulación se debe de plantear el trazo con sus acotaciones pertinentes, con un formato que permita su correcta visualización, y también es proporcionado un planos de detalles donde se conste la correcta proyección en planta, corte y elevaciones, con tablas que muestren las indicaciones que requiere el proceso constructivo para su ejecución correcta en obra.

Es por ello que finalmente hago la descripción del procedimiento constructivo, de forma amplia se describen los estándares de calidad, esto es reuniendo las especificaciones donde se ven involucrados los requerimientos que deben reunir los materiales empleados en la construcción y las condiciones que se exigen a la ejecución de los procedimientos constructivos, con el objeto que sean adecuados y eficientes, y así garantizar el control y calidad que requiere el proyecto.

Capítulo 1 Problemática y antecedentes

1.1. Antecedentes

El proyecto de la rehabilitación de la calle Londres, tiene como objetivo mejorar y homologar la imagen urbana de una de las vialidades, más importantes de la delegación Cuauhtémoc.

La calle Londres, comprendida desde Av. Chapultepec hasta Av. Insurgentes Sur, se encuentra ubicada dentro de la Colonia Juárez, perteneciente a la Delegación Cuauhtémoc, de la Ciudad de México. La zona a lo largo se ha convertido en un espacio de carácter comercial, denominado como el corredor *“Turístico del Paseo de la Reforma”*, dicha zona concentra una gran cantidad de centros recreativos de gran afluencia peatonal y vehicular.

A pesar de su importancia no había recibido una intervención de carácter integral. En este contexto, se ha identificado un área prioritaria de mejoramiento de la zona. La calle Londres, por su longitud, movilidad y conectividad, presenta un gran volumen de ciudadanos que transitan diariamente ya sea de forma peatonal o vehicular. La figura 1.1 se representa el croquis de localización del tramo intervenido Calle Londres.

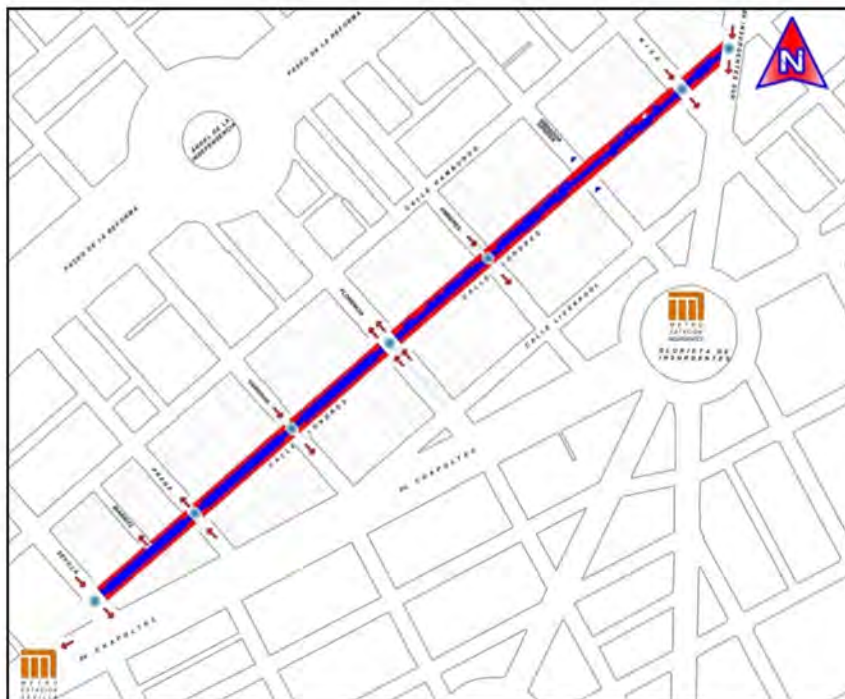


Figura 1. 1 Croquis de localización Calle Londres.



Situación del tramo de intervención.

El tramo de intervención consta de 982 metros aproximadamente, comprendidos desde la calle Sevilla hasta la avenida Insurgentes Sur. La cual consta de una clasificación referente a una red vial urbana y según su tránsito vehicular se le cataloga como una vialidad secundaria (colectora), con velocidades de diseño entre los 40 y 60 km/hora, con características de flujo que permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos, como tránsito de bicicletas y motocicletas, y también cuenta con el flujo interrumpido frecuente en intersecciones a nivel.

El control de accesos y relación con otras vías, incluye intersecciones semaforizadas en cruces con vías primarias (vías arteriales), por su número de carriles cuentan con un alto volumen de tránsito vehicular, las cuales son las siguientes: Sevilla, Florencia, Niza y Av. Insurgentes Sur.

El tramo de intervención comprende también del andador Génova, el cual tiene un volumen de flujo peatonal alto, y las vialidades de carácter secundario, Biarritz, Praga, Varsovia y Amberes. En la figura 1.2 se puede apreciar la identificación actual de la calle Londres, se sugiere que para una mejor apreciación del croquis se consulte el plano llave que se encuentra en el Anexo 6 “Planta- Plano llave, código PLL-1”.



Figura 1.2 Croquis de identificación actual de Calle Londres.



1.2. Problemática

Debido a la falta de una intervención que supera los 30 años aproximadamente, el pavimento y las banquetas de la calle Londres presentan un deterioro importante. Se observa que cuenta con un desgaste y agrietamiento en el material del pavimento, el cual es asfalto, una conformación de la vialidad deteriorada, ocasionada por el su alto volumen de tránsito y a un mal tratado del suelo, que ha provocado un asentamiento diferencial del pavimento, propiciando nivelaciones y pendientes longitudinales que no son las adecuadas para el perfil de la rasante existente, lo cual perjudica directamente a la captación de agua pluvial, ocasionando en temporadas de lluvias encharcamientos que abarcan desde el arroyo vehicular hasta las banquetas, esto notablemente obstaculiza el flujo vehicular y peatonal, perjudicando los accesos de viviendas e inmobiliario comercial, por ello es claro apreciar la ineficiencia del sistema de alcantarillo conformado por; bocas de tormenta, rejillas de banqueta y de piso sobre la banqueta.

El mobiliario urbano sobre la banqueta ha sido emplazado y deteriorado, existe una falta de infraestructura y geometrías desactualizadas para los cruces peatonales de las intersecciones, rampas de accesos a inmobiliario comercial y de vivienda, áreas verdes sin la adecuada atención y delimitación para su protección, y también se presentan características de entorno urbano heterogéneo.

Sí bien el tramo intervenido por la red vial urbana se clasifica como secundaria (colectora), como ya se había mencionado en el apartado anterior, tiene intersección con tres vialidades de alto volumen de tránsito vehicular y con el andador Génova que conecta con la estación de metro insurgentes, la cual cuenta con una alta afluencia peatonal, y de igual manera por la zona con un grado importante de comercios y presencia turística.

Dicho estado representa una situación de poca accesibilidad y seguridad para los peatones principalmente, además de no contribuir con la movilidad vehicular necesaria a la demanda que necesita esta vialidad, y por ello claramente se debe presentar una intervención de tipo rehabilitación o reconstrucción en la zona.



1.2.1. Objetivo

El objeto del presente proyecto ejecutivo consiste en dar respuesta a la afluencia peatonal y vehicular que transita diariamente en el tramo de intervención calle Londres, la cual demanda espacios públicos transitables de carácter incluyente para brindar una seguridad, y que se cuente con una preservación óptima al contar con un pavimento su pavimento de calidad y durabilidad, con un lapso próximo a los veinticinco años de vida útil.

Siempre que exista la posibilidad de contar con una vialidad en condiciones óptimas para su adecuado tránsito y con la geometría adecuada a la conformación de la traza urbana con una franja peatonal que conste de banquetas más amplias que incorporen el mobiliario y equipamiento urbano adecuados y demás elementos complementarios, y la preservación por las áreas verdes situadas sobre la misma, resulta de vital importancia ejecutar una adecuada rehabilitación para el mejoramiento de la movilidad vehicular y peatonal dentro de la ciudad.

La conformación de una vialidad urbana en condiciones óptimas con un pavimento que garantice una vida útil va propiciar un tránsito más eficiente y seguro de personas y vehículos.

Los beneficios más significativos que se tienen al contar con una sección vial suficiente, adecuada y de calidad son:

- Plusvalía: Incrementan la plusvalía de los inmuebles adyacentes.
- Actividad Comercial: Propician una mayor afluencia de personas a los comercios aledaños.
- Seguridad: Con la conformación de una traza geométrica nueva y la intervención de elementos de infraestructura que garanticen una circulación en la vialidad de forma segura y eficaz.
- Ambiental: Conformar un estado en el cual se preserven las áreas verdes dentro de la vialidad misma, así mismo garantizar una mayor afluencia peatonal de forma segura.



1.2.2. Principios de intervención

Los principios de intervención que se comprenden dentro del objetivo del proyecto de la rehabilitación de la calle Londres son los siguientes:

- **Seguridad**

Garantizar que el diseño de la vialidad minimice el riesgo de ocurrencia de hechos perjudiciales al tránsito, y se satisfaga las necesidades de la circulación peatonal y vehicular, en cualquier horario. Teniendo en las intersecciones de carácter primario de una especial atención, para que todos los modos de transporte puedan convivir de una manera adecuada.

- **Accesibilidad**

Asegurar que la vialidad no presente barreras para el peatón y sean accesibles desde cualquier punto, dando cabida a usuarios de cualquier edad y con discapacidades físicas y/o mentales.

El diseño geométrico debe ser apropiado para alojar los volúmenes de vehículos que transita actualmente dicha vialidad y de manera futura a intervenir tomando en cuenta la afluencia vehicular que converge, tener prioridades sobre los accesos presentados por la conformada por la traza urbana ya presente, respetando los accesos de los comercios locales y de los inmuebles en general.

- **Calidad y Durabilidad**

Asegurar una mayor permanencia de la vialidad de manera integral con un diseño de pavimento adecuado a los requerimientos especificados, conjuntando los con un trazo geométrico que conformen las banquetas, con el objeto de contribuir a la generación de una vialidad sustentable y que tenga un periodo de eficiencia para brindar dichos servicios en favor de los ciudadanos.

- **Innovación tecnológica**

La incorporación de mejores prácticas en el diseño del pavimento, conformación de materiales y construcción del tramo de intervención, que contribuyan a generar una ciudad más sustentable y eficiente.

- **Homogeneidad**

Generar una vialidad aplicando criterios de diseño homologados, para encaminar a la ciudad hacia una integración y renovación de su imagen urbana.



1.2.3. Alcances

Por los puntos abarcados anteriormente los alcances del proyecto “**rehabilitación de la calle Londres con pavimento de concreto hidráulico**” están delimitados por una intervención de tipo permanente e integral para la vialidad comprendida desde la calle Sevilla hasta Av. Insurgentes Sur. El proyecto en forma contempla una acción duradera de intervención en lo que consta con el pavimento, banquetas e intersecciones con carácter de pasos seguros, en donde se ejecuta obra civil, con todas las implicaciones que esto conlleva. Y con un grado de intervención integral, con lo cual se remite a la inclusión de los siguientes elementos como puntos a desarrollar dentro del proyecto ejecutivo y posteriormente dentro del marco de la construcción por parte de la contratista:

- Con el objeto de cubrir la intervención prolongada de vida de la vialidad intervenida, se planteó la rehabilitación y reconstrucción del pavimento del corredor con concreto hidráulico MR-45 kg/m^2 (módulo de ruptura).
- La realización de un planteamiento eficiente de una conformación geométrica que beneficie la circulación del tránsito vehicular, de tal forma que sea eficiente para la accesibilidad vehicular y peatonal, y así coexistan de manera segura.
- Renovación y rehabilitación de la franja peatonal, banquetas, guarnición y áreas verdes, teniendo en cuenta los puntos establecidos en el “*Reglamento de Tránsito de Ciudad de México*”.
- La realización de una proyección de un perfil rasante con pendientes longitudinales y curvas verticales que proporcione una circulación vehicular a una velocidad apropiada para el tramo intervenido, y con el objeto de contar pendientes longitudinales y transversales para una adecuada captación de agua pluvial, y así hacer contar con un sistema de drenaje pluvial eficiente, que además de cubrir beneficios sobre la circulación tanto peatonal y vehicular, da garantía sobre la preservación y conservación de la carpeta de rodamiento de concreto hidráulico.
- Renivelación de rejillas de banquetas, rejillas de piso, tapas de cajas para operación de válvulas y bocales de drenaje sanitario, y así sustentar la correcta nivelación del perfil rasante proyectado.
- Construcción de rampas peatonales con criterios de diseño universal con la implementación de dispositivos de protección peatonal (bolardos).

Programa de proyecto ejecutivo.

La administración empírica, improvisada, no provee las bases adecuadas para cumplir un objetivo, por lo que se tiene que recurrir a procedimientos, técnicas y herramientas más efectivas que vuelvan predecibles los resultados de un proyecto.



Indicando los alcances, se procede a realizar un análisis para puntualizar el programa del proyecto, citando a **Juan Yamal Chamoun Nicolás**, con su material *la “Administración Profesional de Proyectos – La Guía”*, podemos definir a un programa de proyecto ejecutivo como :

“La herramienta que nos desglosa los entregables en términos de actividades, incluyendo entre ellas y su secuencia a lo largo de la duración del proyecto, permitiendo establecer las fechas de inicio y terminación del proyecto, de cada fase, de cada entregable y de cada actividad.”

Esta herramienta nos permite, como parte de la ejecución y sustentabilidad del proyecto, identificar las actividades críticas, es decir, que actividades afectan directamente la fecha la terminación del proyecto.

Dentro del marco del proyecto ejecutivo existe un proceso que involucra directa e indirectamente responsables, haciéndolos los participantes clave, con el objeto de lograr los requerimientos de éxito planteados dentro de los objetivos y los alcances, dependiendo en gran medida de la integración de muchas organizaciones y personas hacia un objetivo en común: el objetivo del proyecto.

Como mando en cuenta el desarrollo de intervención dentro del proyecto podemos realizar el siguiente desglose de participantes clave dentro de un proyecto:

Gerente del proyecto: Es el encargado del proyecto, el cual a su vez lidera el equipo de proyecto para alcanzar los objetivos. Esta entidad se asegura de que exista una comunicación efectiva entre la administración y otras organizaciones, que los problemas que se presenten en el proyecto sean identificados y resueltos a tiempo y adecuadamente. Dentro de la gerencia de proyecto existen miembros del equipo ejecutor, estos son: el gerente, los organizadores, el staff y los proveedores quienes dentro de sus funciones principales tienen: la elaboración del plan del proyecto, ejecutar y controlar el seguimiento de dicho plan, colaborar en la integración de los equipos para lograr los objetivos del proyecto.

En el mismo desglose existen involucrados que esta conformados por miembros de orden directivo, como los son el cliente: quien es el contratante, propietario o desarrollador del proyecto, que cumple acciones como lo son: la autorización, define los alcances, establece lineamientos y criterios de aceptación.

Otro involucrado dentro de la dirección es el patrocinador, quien es la persona de la dirección del proyecto que se encarga de: *asegurar la toma de decisiones a tiempo, apoya la asignación de recursos, superar los conflictos y barreras organizacionales para una*



mejor realización del proyecto, la asignación y apoyo al gerente del proyecto, provee la dirección estratégica al gerente del proyecto.

Cinco procesos en el desarrollo de proyectos.

Un proyecto por definición debe de tener un comienzo y un fin determinados, la figura 1.4 muestra una adaptación de: “*Project Management Institute, PMBOK, guide 2000, EDITION, USA. P. 31, figura 3.1.*”

- **Inicio**

Establecer la visión del proyecto, el qué; la misión por cumplir y sus objetivos, la justificación del mismo, las restricciones y supuestos.

- **Planeación**

El punto primordial es desarrollar un plan que nos ayude a prever el cómo se cumplirán los objetivos, tomando en cuenta una serie de factores que afecten el proyecto.

Es en esta parte en donde que conforma el desarrollo de un proyecto ejecutivo, en donde el presente trabajo tiene su intervención, priorizando los aspectos técnicos que conllevo la resolución a diversos factores que se atendieron con el objeto de optimizar los posteriores puntos del proyecto, lo cual consta que existe una interacción en los puntos de ejecución y control, que si se lleva con la colaboración pertinente se llegara a un cierre estable y eficaz del proyecto ejecutivo

Con la anterior explicación de planeación tenemos la siguiente derivación jerárquica de tres tipos de planeación que se pueden apreciar en la figura 1.3, de forma más clara podemos decir que el equipo de proyecto se encuentra involucrado en la planeación táctica.



Figura 1. 3 Tipos y jerarquía de planes.

- **Ejecución**

Implementar el plan, contratar, administrar los contratos, integrar al equipo, distribuir la información y ejecutar las acciones requeridas de acuerdo con lo establecido.

- **Control**

Comparar lo ejecutado o real contra lo que previmos o planteamos (control), de no identificar desviaciones, continuamos con la ejecución. Si se encuentran desviaciones, en equipos se realizan los acuerdos donde se defina las acciones correctivas (planeación adicional), y luego continuamos con la ejecución, manteniendo informando al equipo.

- **Cierre**

Concluir y cerrar relaciones contractuales profesionalmente para facilitar referencias posteriores al proyecto así como el desarrollo de futuros proyectos. Por último, se elabora documentos con los resultados finales, archivos, cambios, directorios, evaluaciones y lecciones aprendidas, entre otros.

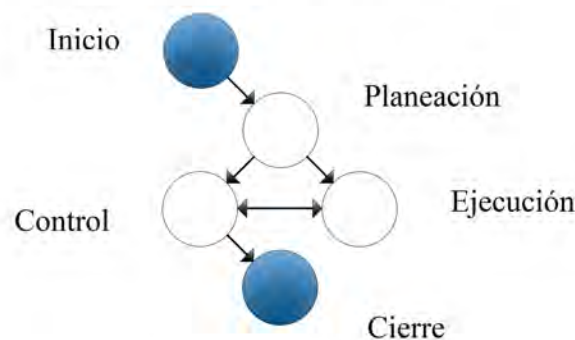


Figura 1. 4 Cinco procesos del desarrollo de un proyecto, referencia adaptación de: Project Management Institute, PMBOK, guide 2000, EDITION, USA. P. 31

Presupuesto

Una tarea que se le asigna al equipo de proyecto es asegurar que el proyecto concluya dentro del presupuesto aprobado, para ello se realiza una “administración de costos”, este comprende tres herramientas que se utilizan para la planeación del costo:

- Estimación de costos
- Presupuesto Base
- Programa de Erogaciones



El equipo de proyectos está directamente vinculado en la integración de la herramienta de estimación de costos, la cual se utiliza con el fin de calcular el costo del proyecto, que servirá como soporte para desarrollar el presupuesto base, esta incluye los siguientes puntos:

- Unidades
- Cantidades
- Precios Unitarios (material, mano de obra, subcontratos, equipos y costos indirectos).
- Importes

La estimación de costos se desarrolla con la creación de una hoja de cálculo con las columnas, concepto, unidad, cantidad, precio unitario e importe, el objeto de dicho desarrollo de columnas es obtener el cálculo del costo total o importe, esto se obtiene sumando los montos de cada partida de los conceptos.

Recabando los datos del levantamiento topográfico se obtiene la información de las cantidades, las cuales se pueden verificar en campo, con lo cual se garantiza una estabilidad en el presupuesto base al momento de la realización de la cuantificación de las áreas, metros lineales y volumetrías, de esta manera se evitan errores referentes al presupuesto que puedan atentar con la integridad del proyecto durante su ejecución y dentro de la integración de las estimaciones para el cobro de los conceptos, sin embargo existen factores de índole administrativa y política que limitaron al presente proyecto, los cuales propiciaron que se presentaran precios extraordinarios y atrasos sobre el programa, ya que se quiso abarcar dentro de los alcances la sustitución de la red de agua potable que comprendía el tramo de intervención, si bien se tenían prevista dentro de la integración del catálogo de conceptos piezas especiales que comprendían a cajas de válvulas que presentaban una prioridad de sustitución y mantenimiento, durante la ejecución del proyecto se anexaron más sustituciones de piezas especiales que conectaban a inmuebles de orden comercial.

La intervención conforma la integración de un programa de proyecto ejecutivo que abarque los cumplimientos ya mencionados dentro de los alcances, con lo cual se hace el planteamiento de los estudios que sean requeridos, teniendo un gran realce de importancia al proyecto topográfico, ya que consta de los estudios preliminares de los se toman como punto de partida para la posterior proyección geométrica y de modulación para el pavimento de concreto hidráulico. Con lo cual se demanda de la entrega de planos para la ejecución del proyecto, “ass-built”, en los cuales cubrí mi participación de manera íntegra al hacer su elaboración, los cuales son los siguientes:



- Proyecto topográfico (planos de reconocimiento “plano llave”, topográfico “planta-perfil” y de infraestructura).
- Proyecto de geométrico (plano geométrico “planta-perfil”, secciones de construcción)
- Proyecto de modulación para pavimento de concreto hidráulico (planos de modulación, detalles de construcción y un plano de carácter arquitectónico).

Estos planos se pueden consultar en la parte de los anexos:

- **Anexo 6 Planta-Plano llave, código PLL-1**
- **Anexo 7 Planta-Perfil Topográfica, código TOP-1**
- **Anexo 8 Planta Topográfica(Infraestructura), código INF-1**
- **Anexo 9 Planta y perfil Geométrico, código GEO-1**
- **Anexo 10 Secciones de construcción, código SECC-1**
- **Anexo 11 Planta de Modulación, código MOD-1**
- **Anexo 12 Planta Arquitectónica, código PL-ARQ-1**



Capítulo 2 Proyecto topográfico

Con la finalidad de manejar información con una referencia clara y precisa para el proyecto geométrico y de modulaciones para pavimento de concreto hidráulico, y con el objeto de satisfacer en su totalidad las necesidades de los espacios públicos, accesibilidad, movilidad, soporte técnico y calidad de la rehabilitación o reconstrucción del pavimento, en el tramo de intervención calle Londres, fue necesario la realización de estudios preliminares, que constan en el levantamiento topográfico del tramo de intervención.

Así mismo la *Autoridad del Espacio Público (AEP)* requiere de documentos entregables, los cuales constan de un paquete que está conformado por planos donde se valida el levantamiento topográfico considerando una planimetría y altimetría a detalle, acompañados de la infraestructura existente en la zona, en un polígono de la delegación, que en este caso es la delegación Cuauhtémoc, lo que permitirá contar con estos estudios preliminares para elaborar proyectos de carácter geométrico y de modulación a un nivel ejecutivo, apoyados en datos fidedignos de la conformación existente del pavimento, banquetas y guarnición, además de contar con la ubicación exacta de elementos urbanos e infraestructuras existentes a fin de llevar a cabo las obras asignadas por esta autoridad de manera eficiente, que incidan en ahorros significativos de costos y tiempo para el proyecto.

La elaboración del proyecto topográfico se describe en los siguientes apartados, este se analizó y realizó bajo la utilización del software Civil CAD 3D y se entregó cumpliendo todos los requerimientos expedidos propiamente por la *AEP*, los cuales se puede apreciar y corroborar en los planos del proyecto topográfico y de identificación de infraestructura, que se presentan a manera de ejemplo desde el cadenamiento *0+460* hasta *0+610* en el apartado de anexos del presente trabajo, al final de este capítulo se describe la rutina de comandos, cuadros de diálogos y herramientas para su elaboración en el software ya mencionado.

El manejo de información correspondiente a un alineamiento preliminar y la entrega de los datos pertinentes a la poligonal de apoyo, son proporcionados para la rectificación posterior de los puntos levantados, en donde pudiera existir detalles de corrección o de corroboración de la altimetría y planimetría, estos pueden estar bajo cambios dentro de un análisis y criterio en la elaboración de los posteriores entregables de los proyectos geométrico y de modulación para el pavimento de concreto hidráulico, los cuales forman parte integral e indispensable de la para el contratista, que posteriormente va a realizar la ejecución de la construcción. Para los puntos mencionados anteriormente es necesario considerar dentro de la propuesta técnica y económica, el equipo adecuado de campo y gabinete, así como del personal técnico con experiencia en levantamientos urbanos topográficos para que así



cumplan con las especificaciones requeridas que demanda la realización de actividades que son descritas en el siguiente apartado.

2.1.Descripción de las actividades

Se realiza el levantamiento topográfico de las condiciones existentes del tramo de intervención, para obtener la altimetría y planimetría específica, y así desarrollar un catálogo de la localización y tipología de toda la infraestructura existente, mobiliario urbano, arbolado y cualquier otro elemento urbano que se encuentre alojado en el arroyo vehicular y la franja peatonal.

Con un recorrido de reconocimiento del lugar se visualizan los puntos estratégicos en donde se pueden colocar las estaciones que conformaran la poligonal de apoyo y la corrida de los bancos de nivel. Se procede al trazo de la poligonal de apoyo para tener el control planimétrico del levantamiento topográfico, al momento de realizar el radiado de los puntos localizados bajo las características ya mencionadas y con el método de ida y vuelta se elabora la corrida de la nivelación para el control altimétrico del levantamiento topográfico.

En el levantamiento topográfico se deben desarrollar con detalle los siguientes puntos:

- Levantamiento de la geometría de la calle con respecto a los anchos delimitados por la franja peatonal, anchos de guarniciones y banquetas, dimensiones de cajones de estacionamiento, bahías de ascenso y descenso, y desniveles entre crueros.
- El levantamiento del paramento debe ser considerando a paños exteriores al límite de cada predio, identificando respectivamente los accesos peatonales y vehiculares. Así mismo los escalones o desniveles de accesos peatonales y de cocheras deben de estar plenamente localizados.
- Contar con cadenamientos a cada 10 metros, para presentar el nivel del paramento a la banqueta, de banqueta a guarnición, de guarnición al arroyo vehicular y al centro del arroyo vehicular, para comprender el perfil topográfico solicitado,
- Identificar los anchos de carriles existentes, sentidos y nombres de las vialidades que hacen intersección con el tramo de intervención, elementos de infraestructura urbana más específica como es el caso del sistema de ECOBICI, cual cuenta con bici-estacionamientos que están perimetrados con bolardos.
- En cada esquina y/o cabeceras peatonales de crueros, indicar niveles existentes sobre arroyo vehicular a 3 metros del paramento de banqueta existente, así como los niveles existentes en el paramento de guarnición.
- Elaborar un reporte de las condiciones del pavimento y banqueta existente, esto es si esta agrietado, bacheado, etc., de igual modo constatar si dentro del arroyo



vehicular se presentan problemas de drenaje producto de una mala captación de las bocas de tormenta o rejillas de banquetas.

Levantamiento planimétrico

Durante el levantamiento planimétrico se realizan las poligonales de todos aquellos elementos que sean visibles como: paramentos reales y virtuales, guarniciones, banquetas, arbolados, tocones, casetas telefónicas, tomas siamesas, arbotantes, postes, registros de agua, registros de drenaje, registros de teléfonos y alta tensión, pasos peatonales, cruces de intersección vehicular, y accesos peatonales y vehiculares. Estos se realizan por el método de radiaciones en base a los vértices de la poligonal de apoyo que es previamente establecida.

Levantamiento altimétrico

El objetivo primordial del levantamiento altimétrico es referir una serie de puntos a un mismo plano de comparación para poder deducir los desniveles entre los puntos visados, la nivelación es una operación fundamental para cualquier proyecto, con los datos obtenidos se puede lograr un replanteamiento del mismo.

Así mismo se determinan pendientes longitudinales y transversales, por lo cual se requiere de un seccionamiento transversal, este se va desarrollando con el trazo y levantamiento de secciones transversales a largo del tramo de intervención, contemplando secciones a cada 10 metros. Para lo que respecta a las pendientes longitudinales se realiza un levantamiento del perfil longitudinal a lo largo del trazo que es propuesto, con el objeto de obtener la información de distancias y niveles en puntos obligados que indican la variación en la configuración topográfica del terreno. El levantamiento se puede realizar por los métodos taquimetría o de nivelación directa.

Levantamiento de la Poligonal de Apoyo.

Para la ejecución de un levantamiento topográfico es necesario trazar poligonales de apoyo, con la ubicación de vértices fijos instalados con clavos o varillas, o marcados con pintura según las características del terreno en donde se realice el trabajo, dichos vértices posteriormente funcionan como apoyo para el reconocimiento y soporte al contratista durante la ejecución del proyecto, esto es por medio de los planos del proyecto topográfico y geométrico en donde la poligonal de apoyo es simbolizada con los datos necesarios para su fácil interpretación en campo.



Levantamiento de vegetación existente.

Dentro del marco del trabajo de la brida topográfica se exige la realización de un levantamiento de la vegetación existente en el que se identifican la ubicación, fronda y altura de cada individuo arbóreo, este levantamiento debe de tener las siguientes características:

- En las áreas verdes en banqueta, se debe especificar los arriates y jardineras, de los cuales se les debe obtener su geometría, altura y tipo de material.
- Para los árboles se debe de tomar su altura y diámetro de fronda aproximada, es to es el conjunto de hojas y ramas de un grupo de árboles o arbusto, por consiguiente tenemos la siguiente clasificación:
 - Árbol grande con un tronco mayor de 20 cm.
 - Árbol mediano con un tronco hasta 20 cm
 - Árbol chico con un tronco menor a 10 cm.

Levantamiento de infraestructura.

Se realiza un levantamiento de la infraestructura existente dentro del tramo de intervención, reflejando la ubicación, tipo y función, (TELMEX, CFE, SACMEX, PEMEX, etc.), los tipos de infraestructura que son requeridos para su proyección y posterior manejo en el software Civil CAD 3D son los siguientes:

- Infraestructura de servicios: postes de luz, teléfono, semáforo o alumbrado y sus registros
- Coladeras, bocas de tormenta, rejillas o válvulas de agua, gas o similares, (tanto en banqueta como en el arroyo vehicular).
- Registros eléctricos, telefónicos, agua potable, drenaje.
- Registros de fibra óptica y telefonía
- Bóveda de CFE

Cada levantamiento de infraestructura debe de contar con una descripción de uso y dimensión. los datos recabados con respecto a la infraestructura dentro del tramo de intervención nos permitirán tener un panorama más amplio al momento de realizar la proyección de la nueva conformación geométrica de banquetas, guarniciones y del pavimento.

Se deben solicitar exactitud y atención en el levantamiento de infraestructura que se localiza dentro del arroyo vial, ya que se requiere para la posterior modulación del concreto hidráulico MR-45 kg/m^2 (módulo de ruptura). La identificación de infraestructura de drenaje sanitario nos van a permitir el desarrollo de la proyección más efectiva de nuevas



pendientes para una captación pluvial eficiente, que esté dentro de un parámetro que no afecte los accesos vehiculares y los nuevos niveles de la conformación de banquetas y guarniciones. De igual forma teniendo los parámetros de levantamientos de infraestructura de red de alumbrado nos permitirá contemplar los riesgos existentes por este sistema al momento de la ejecución del proyecto, con lo cual se le podrá dar la orientación adecuada al personal y maquinaria, y así no se vea afectado por una posible interacción con redes de alimentación eléctrica.

2.2. Puntos topográficos recabados por estación total.

Los puntos recabados mediante el equipo topográfico se entregan en un archivo con terminal “txt”, los cuales son capturados en un formato con terminal “CVS” (**delimitado por comas**), para su posterior manipulación en el software Civil CAD 3D. En la tabla 2.1 se muestra el formato con las características necesarias para que el software Civil CAD 3D posteriormente reconozca los puntos topográficos levantados.

Tabla 2. 1. Ejemplo de formato para puntos levantado topográficamente.				
No. De Punto	Abscisa(X)	Ordenada (Y)	Elevación (Z)	Código
1	9990.229	20036.097	99.697	52
2	9993.479	20035.701	99.505	57
3	10000.604	20033.823	99.809	57
4	10004.323	20032.832	99.87	57
5	10002.666	20021	99.906	57
6	9998.578	20019.991	99.875	57
7	9991.18	20019.675	99.579	57
8	9987.545	20018.357	99.798	52
9	9989.806	20015.871	99.886	504
10	9987.927	20015.122	99.851	561

Fuente: Elaboración propia para la descarga de puntos.

El formato en específico requiere de cinco columnas, en la primera se coloca la numeración que es dada por el orden en el que se hizo la radiación de cada punto localizado, en la segunda y tercer columnas se colocan las coordenadas, abscisas (x) y ordenadas (y), que para el caso del levantamiento topográfico del tramo intervenido son arbitrarias, en la cuarta columna se coloca la elevación “z”, que es tomada con respecto a los bancos de nivel, y en la última columna se coloca el código de cada punto, el cual se le es asignado para clasificarlo según sus características que presente de forma física en el tramo de intervención.



2.2.1. Códigos

Los códigos durante el levantamiento topográfico y la realización del proyecto son la representación gráfica asignada a una numeración para que cualquier elemento que este dentro del área de trabajo, la asignación de la numeración por código es acordada previamente entre la brigada topográfica y el equipo de proyectos, por medio de un formato en donde se desarrolla una clasificación con las siguientes características:

- Código: es número representativo del punto topográfico identificado
- Descripción: es la forma en cómo se identifica el punto topográfico dentro del levantamiento de forma existente.
- Abreviatura: especifica su abreviatura de cada descripción
- Layer: especifica la capa que se utiliza dentro del trazo en el software Civil CAD 3D.
- Simbología: Es la etiqueta o bloque que representa de manera gráfica al punto según su número de código.

Con la implementación de un número de código adjudicado a un símbolo y a un layer, se facilita de una manera muy eficiente el tratado de la información recabada al momento de realizar su descarga en el software Civil CAD 3D, ya que este tipo de trabajos de levantamientos topográficos en vialidades urbanas presentan una cantidad bastante grande de puntos, los cuales cuentan con características distintas entre ellos.

Otro aspecto muy importante por lo cual se realiza la clasificación de puntos es porque se requiere al momento de realizar el trazo y dibujo de la interpretación gráfica de la infraestructura e inmobiliario urbano de mucha exactitud, de tal manera que con el soporte de los reportes brindados por la brigada topográfica y de un recorrido en el tramo intervenido, nos garantice que dicha infraestructura y trazado de inmobiliario urbano este representado en los planos consten de una representación gráfica correcta que concuerde con lo situado de manera física.

Clasificación de códigos.

En las siguientes tablas, comprendidas desde la 2.2 hasta 2.7, cuentan con los datos ya mencionados, la clasificación de los códigos se recaban con el objeto agrupar códigos que cuenten con características similares con su tipo de infraestructura.

Con el manejo de símbolos, que representan gráficamente a la infraestructura y el inmobiliario urbano, se puede observar y controlar códigos al momento de realizar su descarga en el software de Civil CAD 3D, Dicha clasificación facilita el trato de los datos



recabados con la brigada topográfica, ya que estos tipos de levantamientos topográficos se caracterizan por contar con una variedad y gran cantidad de puntos.

Códigos Topográficos

Los códigos topográficos son empleados para la ubicación de puntos que respectan con la estación de la poligonal de apoyo, los cuales posteriormente son editados para que por medio de una etiqueta proporcionen su coordenadas (x, y, z), las coordenadas están referenciadas por coordenadas arbitrarias, como complemento dentro de esta clasificación se incluyen códigos que respectan a los bolardos de ECOBICI, los bolardos son objetos cuya finalidad es preservar una zona libre y segura de cualquier tipo de vehículo, se puede disponer de estos para diversos usos, como el cuidado de básico al peatón en intersecciones de vialidades urbanas, como también, el cual es el caso de los bolardos de ECOBICI, para el librar el perímetro de una zona segura para un estacionamiento de bicicletas. En la tabla 2.2 se muestra la descripción de los códigos que se implementaron dentro del levantamiento del tramo de intervención.

Tabla 2. 2. Códigos de topografía.				
Código	Descripción	Abreviatura	Layer	Símbolo
1	Estación	EST	SIM-ESTACIÓN	
10	Bolardo ECOBICI	B.ECO	SIM-BOLARDO	

Fuente: Elaboración propia para la identificación de códigos de puntos.

Códigos de infraestructura Urbana

Los códigos dentro de esta clasificación nos van a representar las condiciones y la conformación geométrica en la que se encuentra el tramo de intervención, ya que esta clasificación la constituyen los códigos que reproducen a los puntos de límite de propiedad, machuelo o guarnición, pavimento, rampa de acceso y puestos fijos, los cuales se puede apreciar en la tabla 2.3.

La identificación de estos puntos con su respectivo código facilita la proyección de la conformación de la vialidad, entre todos los códigos destinados a cada punto del levantamiento topográfico, estos son los que priorizan una mayor atención para su correcta interpretación de los posteriores proyectos, proyecto geométrico y de modulaciones, ya que con ellos se contemplara la geométrica del tramo de intervención con respecto a sus anchos que son delimitados por la franja peatonal, de la cual se puede saber los anchos de la guarnición y de las banquetas, con estos puntos también podemos concebir las dimensiones



y geometría de los estacionamiento, bahías de ascenso y descenso. De existir alguna duda del trazo al momento de proyectarse se remite al reporte fotográfico para corroborar la geometría, este creado y entregado por la brigada topográfica.

Tabla 2. 3. Códigos de infraestructura urbana.

Código	Descripción	Abreviatura	Layer	Símbolo
52	Límite de propiedad (Paramento)	L.P	SIM-L.P.	
54	Machuelo o Guarnición	MACH	SIM-MACH	
57	Pavimento	PAV	SIM-PAVIMENTO	
66	Rampa	RAMPA	SIM-RAMPA	
71	Puesto fijos	PUESTO	SIM-PUESTO	

Fuente: Elaboración propia para la identificación de códigos de puntos.

Códigos de drenaje Sanitario

La identificación de los elementos de drenaje sanitario es importante priorizar los siguientes puntos:

- Nos permiten dentro del planteo de las secciones de construcción presentadas para el proyecto geométrico, tener un mejor criterio de las pendientes según la conformación del perfil longitudinal y las secciones transversales, con el fin proporcionar un escurrimiento eficiente de la captación pluvial.
- Para el correcto manejo de una nueva proyección de la conformación perfil rasante, y que esta sea la más adecuada según las pendientes nuevas requeridas para un bombeo longitudinal, con el objeto de una conducción adecuada del agua pluvial es necesario hacer una posterior nivelación de los brocales de los pozos de visita, por lo cual es necesaria la correcta identificación de esta infraestructura.
- En la conformación del trazo que se presentara dentro de la modulación para el pavimento de concreto hidráulico MR-45 kg/m^2 (módulo de ruptura), es importante tener identificados todos los elementos dentro del pavimento, para así realizar de manera correcta los cortes de la modulación y las juntas de aislamiento de este tipo de infraestructura.



En la tabla 2.4 se pueden consultar la clasificación de códigos de drenaje sanitario.

Tabla 2. 4. Códigos de drenaje sanitario.				
Código	Descripción	Abreviatura	Layer	Símbolo
251	Pozo visita	POZO DP	SIM-POZO DE VISITA D.P.	
253	Línea drenaje pluvial	LINEA DP	SIM-LINEA D.P.	
254	Boca de Tormenta o rejilla de banqueteta	BOCA TORM	SIM-BOCA T.	
106	Alcantarilla o rejilla de piso	ALC	SIM-ALC	

Fuente: Elaboración propia para la identificación de códigos de puntos.

Códigos de Agua Potable

Otro tipo de infraestructura que forma parte integral de una vialidad urbana es la red de agua potable, la cual cuenta con un sistema que está compuesto de cajas de válvulas, tomas domiciliarias e hidrantes, En la tabla 2.6 se pueden consultar los códigos de agua potable.

Las cajas de válvulas constan de piezas especiales las cuales el Manual de CONAGUA las define como: *“todos los accesorios de la tubería que permiten formar cambios de dirección, ramificaciones e intersecciones, así como conexiones incluso entre tuberías de diferentes materiales y diámetros. También permiten la inserción de válvulas y la conexión con otras instalaciones hidráulicas.”*

Existe la disposición de piezas especiales de diversos materiales como hierro fundido, fibrocemento, PVC, polietileno de alta densidad, concreto presforzado y acero. También se dispone de accesorios complementarios que se emplean para formar uniones como: juntas mecánicas (Gibault, universal, etc.), empaques y tornillos con cabeza y tuerca hexagonal estándar. Son las piezas especiales de hierro fundido las más usadas.

Como ya se mencionó existió el requerimiento de la sustitución de las piezas especiales y de la renovación íntegra de la red de agua potable, por lo cual aparte de hacer la identificación de la caja de válvulas fue necesaria la elaboración de un diagrama que justificara el arreglo existente del despiece de las piezas especiales.



De igual forma es necesaria la localización de las tomas domiciliarias que tienen la función de proporcionar agua a la red de distribución para conducirla a la instalación domiciliaria, también se realiza la localización de hidrantes los cuales son conexiones especiales a la red que se ubican a cierta distancia, distribuidos en las calles.

Tabla 2. 5 Códigos de agua potable.				
Código	Descripción	Abreviatura	Layer	Símbolo
301	Caja de Válvulas	CVAL	SIM-CVAL	
302	Línea agua	LINEA AP	SIM-LINEA A.P.	
303	Toma domiciliaria	TOMA AP	SIM-TOMA	
304	Hidrante	HID	SIM-HIDRANTE	

Fuente: Elaboración propia para la identificación de códigos de puntos.

Códigos de Red de Alumbrado

Los códigos de red de alumbrado conforman la localización de infraestructura que en su mayoría está ubicada dentro de la franja peatonal, es por ello que la identificación de la misma es importante y contar con el respaldo de un plano de donde se pueda consultar la red, esto con el fin de que durante de la ejecución del proyecto se puedan prevenir accidentes dentro del tramo intervenido al momento de la demolición.

De igual manera el identificar los registros y postes para tener un adecuado control durante la construcción de las banquetas nos permite tener un parámetro previo de la red de energía eléctrica que alimenta a los postes de alumbrado, de tal forma que se pueden prevenir riesgos que alteren la seguridad de los trabajadores en campo por tener contacto con el sistema eléctrico.

Se puede corroborar la información solicitando a las instancias pertinentes los planos que cuenten con la conformación de las redes de alumbrado que se encuentren dentro del tramo intervenido, sin embargo es común encontrar que no exista una relación confortable entre los datos recabados y lo existente en campo, lo cual propicia atrasos y problemáticas durante la ejecución del proyecto, en la tabla 2.5 se muestran los códigos de la red de alumbrado. En la tabla 2.7 se pueden consultar los códigos que comprenden la red de alumbrado.



Tabla 2. 6 Códigos de red de alumbrado.

Código	Descripción	Abreviatura	Layer	Símbolo
401	Poste Luminaria	P.LUMINARIA	SIM-POSTE LUMINARIA	PL ○
451	Registro o Pozo F.O.	P.F.O	SIM-POZO F.O	PFO ○
561	Registro o pozo C.F.E.	REG.CFE	SIM-CFE	CFE
600	Registro Eléctrico	REG.ELEC	SIM-REG.ELEC	⊗

Fuente: Elaboración propia para la identificación de códigos de puntos.

Códigos de jardinería.

Contempla todas las áreas verdes identificadas y levantadas con respecto a su tipo de vegetación, geometría y dimensión, de igual manera se localizan las jardineras que conforman el perímetro de estas áreas verdes, estas son clasificadas bajo los requerimientos y condiciones ya mencionadas anteriormente, en la tabla 2.8 se pueden consultar los códigos que comprenden a la jardinería.

Tabla 2. 7 Códigos de jardinería

Código	Descripción	Abreviatura	Layer	Símbolo
551	Árbol grande tronco mayor 20 cm	AR-G	SIM-ARBOL	
552	Árbol mediano tronco hasta 20 cm	AR-M	SIM-ARBOL MEDIANO	
553	Árbol chico tronco menor 10 cm	AR-C	SIM-ARBOL CHICO	
554	Palmera	PAL	SIM-PALMERA	
557	Jardinera	JARD	SIM-JARDINERA	JR ↓

Fuente: Elaboración propia para la identificación de códigos de puntos.



Códigos de fibra óptica y telefonía

Dentro de esta clasificación se identifican la infraestructura de semaforización, en un reporte que es entregado por la brigada topográfica se especifica el tipo de semáforo con el que se cuenta, estos pueden ser semáforos de poste, semáforos de ménsula y semáforos de peatonales, esto con la finalidad de que durante su representación gráfica se dibuje con sus debidas características y de igual manera se cuente con la ubicación de esta infraestructura en los cruces para que nos permita brindar los parámetros de seguridad para realizar el diseño geométrico más factible y así permitir un mejoramiento que sea estable y cómodo en la afluencia peatonal.

Tabla 2. 8 Códigos de fibra óptica y telefonía.

Código	Descripción	Abreviatura	Layer	Símbolo
452	Registro	REG. F.O.	SIM-REGISTRO F.O.	
455	Registro TELMEX	REG TEL	SIM-POSTE TEL	
500	Registro no identificado	RNI	SIM-RNI	
504	Semáforo	SEM	SIM-SEMAFORO	
700	Poste Cámara	PSCAM	SIM-POSTE CAMARA	
800	Registro Semáforo	REG.SEM	SIM-REG.SEM	

Fuente: Elaboración propia para la identificación de códigos de puntos.

Con los datos de proporcionados por el levantamiento topográfico, se procede a realizar el manejo de esta información recabada en el software Civil CAD 3D, con el fin de registrar en posteriores planos la siguiente información:

- Alineamiento horizontal.
- Perfil longitudinal del terreno natural.
- Superficie de rodamiento, banquetas, entradas y salidas de vehículos a predios, la representación de la infraestructura, cajones de estacionamiento y áreas verdes.

A continuación se describirá el proceso para la realización de estos elementos que integran los planos del proyecto topográfico.



2.2.1.1. Descripción del proceso de Importación de puntos por medio del software Civil CAD 3D

Los puntos son componentes básicos de un levantamiento topográfico, los cuales en el software de AutoCAD Civil 3D se utilizan para el desarrollo de terreno natural, la identificación de infraestructura y revisión del diseño geométrico de elementos de existentes.

Los números y nombres asignados a los puntos son únicos, cada punto tiene propiedades que pueden incluir información como su ordenada, abscisa, elevación y descripción. Un punto que aparezca en un dibujo puede tener propiedades adicionales que controlen su aspecto y definición, esto es atribuirle un estilo de punto, un estilo de etiqueta y una capa. Llevando la relación del levantamiento topográfico existente se realiza la caracterización de cada punto según su código los cuales ya fueron descritos en el apartado anterior. En los siguientes apartados se realizará una explicación de la rutina de comandos, cuadro de diálogo y herramientas para la descarga de puntos obtenidos del levantamiento topográfico del tramo de intervención.

Con parte fundamental del uso del software Civil CAD 3D es necesario ubicar sus barras de herramientas básicas y secciones, para ello se puede consultar en la sección de anexos una presentación general de las barras que integran este software y así tener una forma más clara de la aplicación de la rutina.

En inicio en la sección de crear datos de terreno se lo puede encontrar el icono “Puntos” que se puede apreciar en la figura 2.1, este icono nos proporciona el cuadro de diálogo y barras de herramientas para la creación de puntos y grupos de puntos.



Figura 2. 1 Icono Puntos.

Cuadro de dialogo Creación de puntos.

Este cuadro de dialogo permite crear puntos mediante diversas opciones, incluida la importación de datos de puntos de un archivo con formato CVS (delimitado por comas).

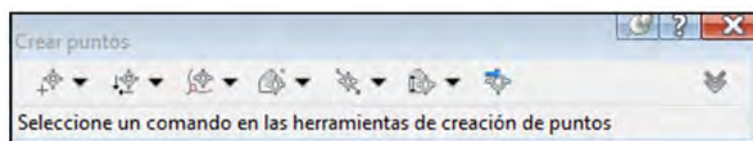


Figura 2. 2 Cuadro de dialogo creación de puntos.

2.2.1.2. Importación de puntos.

Los datos de puntos se pueden importar desde la mayoría de archivos ASCII (texto) o archivos de base de datos (mdb), para el caso del presente proyecto se utiliza la terminal CVS (delimitados por comas).

Se da clic en el icono puntos el cual va a abrir el cuadro de diálogo creación de puntos, en él se localiza el icono importar puntos, figura 2.3, se le da clic y aparecerá el cuadro de diálogo importar puntos.



Figura 2.3 Icono importar puntos.

Cuadro de diálogo Importar puntos.

Teniendo activado el cuadro de diálogo de importar puntos el cual se puede apreciar en la figura 2.4, añadimos el archivo donde están capturados los puntos, dicho archivo debe de estar guardado con la terminal CVS (delimitado por comas).

Especificamos el formato del archivo de puntos, con las características que están planteadas en la tabla 2.1, por lo cual se asigna el siguiente orden PXYZD (coma).

Dónde:

- P, es el Número de punto
- X, es la abscisa
- Y, es la ordenada
- Z, es la elevación
- D, es el código original

Se da aceptar y por consiguiente se hará la descarga de los puntos dentro del modelo del software. Estos van a estar orientados y ubicados con respecto a las coordenadas arbitrarias registradas por el levantamiento topográfico.

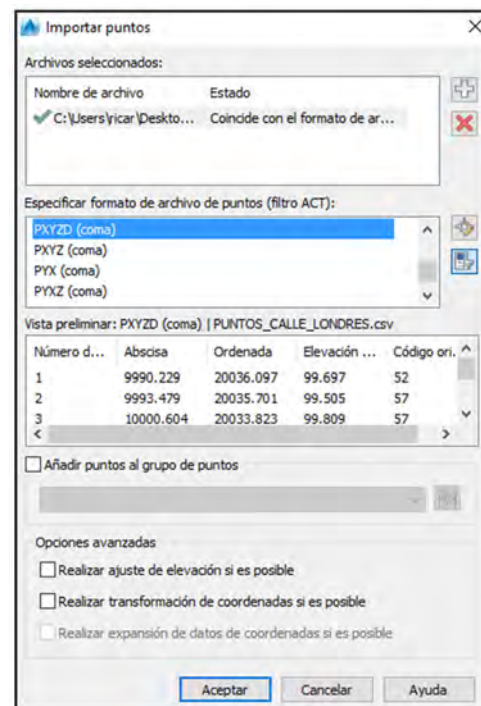


Figura 2.4 Cuadro de diálogo importar puntos.



2.2.2. Poligonal de apoyo

El procedimiento de poligonales apoyo es uno de los más comunes, se usan generalmente para establecer puntos de control y puntos de apoyo para el levantamiento de detalles, como lo es el caso de infraestructura que se encuentra en una vialidad urbana. Dentro de la elaboración de los planos para el proyecto topográfico se utiliza para el replanteo del proyecto geométrico y para el control de ejecución de obra.

Una poligonal de apoyo consta de una sucesión de líneas quebradas, conectadas entre sí en los vértices, con el fin de determinar una posición de los vértices en un sistema de coordenadas rectangulares planas, es por ello que es necesario medir el ángulo horizontal en cada uno de los vértices y la distancia horizontal entre vértices consecutivos.

En la tabla 2.10 se pueden apreciar los datos de la poligonal de apoyo proporcionados por la brigada topográfica, esta tabla se tiene que aportar como un cuadro de construcción dentro de los planos del proyecto topográfico y proyecto geométrico para efectos de su consulta, apoyo y control en campo del levantamiento para la brigada asignada por el contratista.

Tabla 2. 9. Datos de poligonal de apoyo de la calle Londres.

Numero de Punto	Abscisa (X)	Ordenada (Y)	Elevación (m)	Código	Descripción
15	10000	20000	100	1	EST
14	9946.208	19971.393	100.435	1	EST
13	9907.576	19925.764	100.281	1	EST
12	9822.848	19863.646	100.456	1	EST
11	9787.018	19820.773	100.195	1	EST
10	9740.769	19791.226	100.348	1	EST
9	9714.852	19757.916	100.702	1	EST
8	9685.014	19731.803	100.438	1	EST
7	9649.72	19701.196	100.344	1	EST
6	9587.964	19662.325	100.884	1	EST
5	9556.759	19618.86	100.323	1	EST
4	9479.499	19564.931	101.33	1	EST
3	9403.556	19483.088	100.977	1	EST
2	9348.925	19451.008	101.276	1	EST
1	9252.763	19354.102	101.458	1	EST

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2.5 se puede apreciar la representación gráfica de este elemento, la cual consta de los simbolización de la estación donde se localizan los vértices de apoyo, sus coordenadas (x, y) y su elevación z.

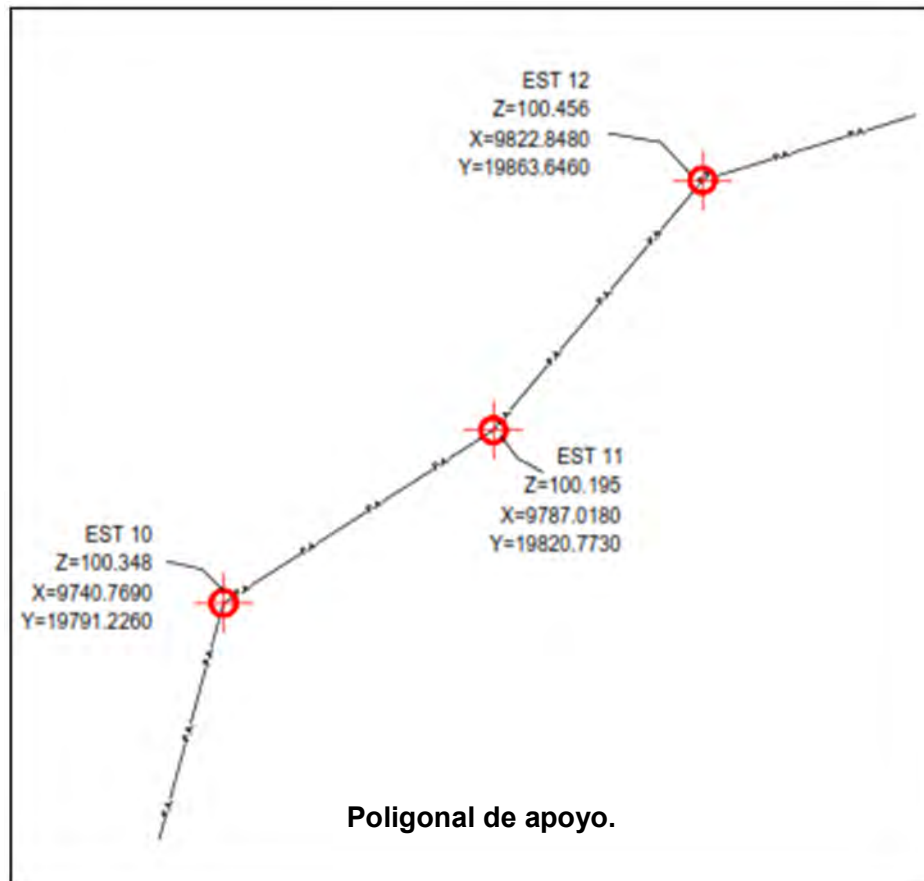


Figura 2.5 Representación gráfica de poligonal de apoyo y estación con los complementos la abscisa y ordenada.

Como parte complementaria del trabajo en la figura 2.6 muestra la representación gráfica los puntos descargados con su respectivo condigo, ubicados en los cruces de las calles Florencia y Niza, así se mismo se presenta la planta general del tramo de intervención, como se puede apreciar existen zonas en donde los puntos se aglomeran bastante, de tal forma de que si no se contara con la herramienta de proporcionar le un código a la cual se le diera una personalización a cada punto según su representación física ocasionaría una gran confusión de interpretación al momento de proyectar ocasionaría una gran confusión.

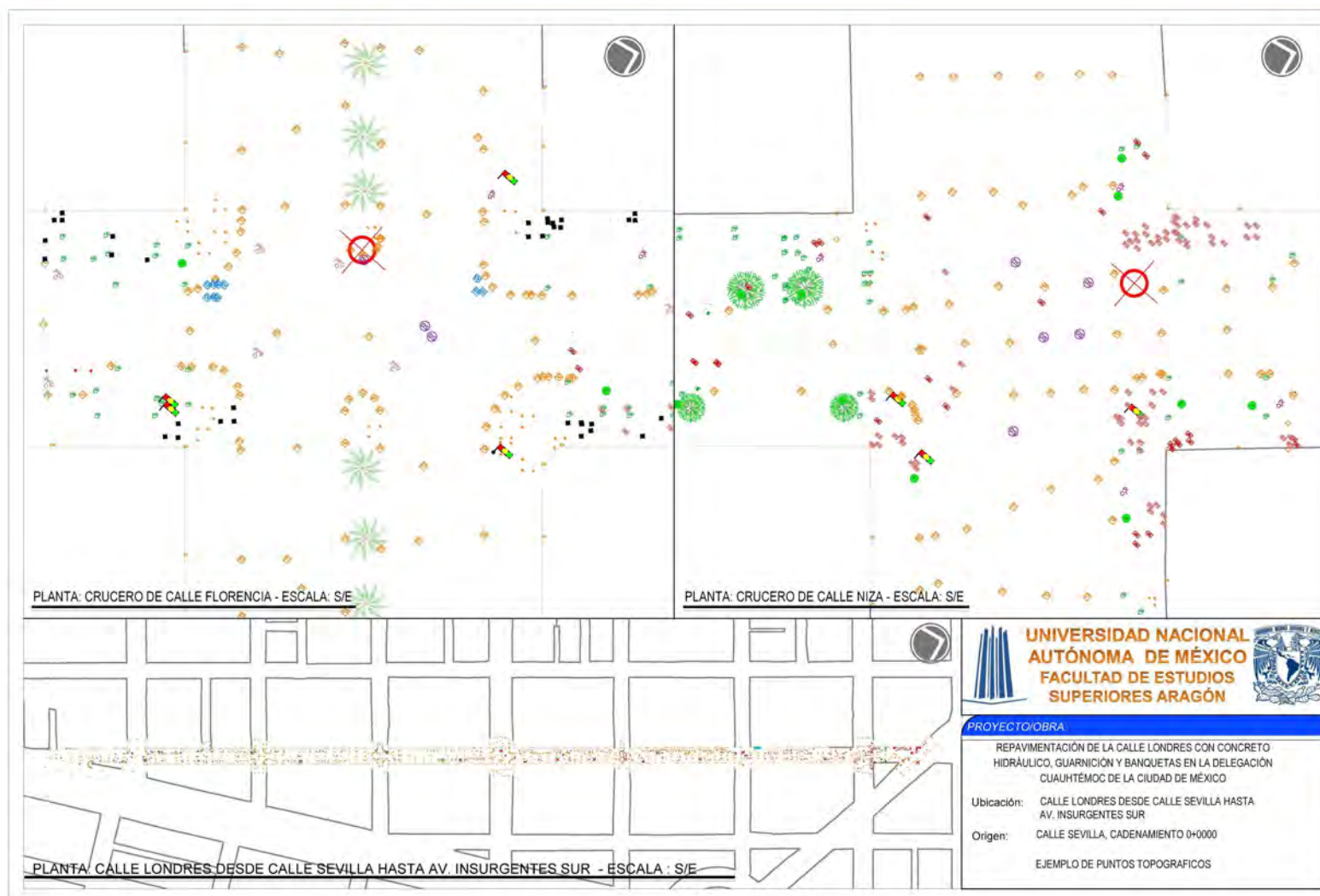


Figura 2. 6 Presentación de puntos descargados con su respectivo condigo, ubicados en los crueros de las calles Florencia y Niza, así como la planta general del tramo intervenido calle Londres.



2.3. Trazo de los puntos topográficos.

Se realiza el trazo topográfico respetando la ubicación de los puntos obtenidos del levantamiento topográfico, los principales puntos a trazar son los que cuentan con los códigos; **52, 54, 57 y 66** que como ya se mostró en la tabla 2.3 representan el límite de *propiedad, machuelo o guarnición, pavimento y rampa*, para tener el primer avistamiento más detallado en el que se encuentra el tramo intervenido y por consiguiente tener así realizar una demarcación más concreta de los accesos vehiculares y peatonales a los inmuebles, conformación geométrica de la banquetas, guarniciones y jardineras a lo largo del tramo.

Siendo así se puede proceder a conformar el trazo de la infraestructura tomando en cuenta las características de los códigos basados en un reporte fotográfico y posteriormente con la revisión de la información con un recorrido en el tramo intervenido, apreciando de forma más específica los elementos de infraestructura con el objeto de contar con las características de forma más específica.

2.3.1. Clasificación de la infraestructura

Teniendo en cuenta los puntos anteriores se puede realizar dentro de la elaboración de los dibujos de los planos una identificación más exacta de toda infraestructura que fue radiada dentro del levantamiento topográfico, para realizar lo anterior se realizan detalles con dimensiones reales de la infraestructura localizada los cuales para una mejor administración son clasificados según sus características más específicas de cada elemento.

A continuación se presentan los elementos de infraestructura más destacados que conforman una sección de una vialidad urbana, como se puede apreciar en la figura 2.8.

La sección ilustra cómo se puede presentar una sección de una vialidad urbana, con el objeto de visualizar la interacción del pavimento ya sea rígido o flexible con los elementos de infraestructura, los cuales se pueden presentar de diversas maneras en cuanto a la infraestructura que puedan alojar, actualmente no existe una regularidad de las instalaciones de infraestructura en una vialidad urbana, por lo cual no existe un registro de planos que brinden un soporte de datos de las redes de infraestructura y de haberlo como los planos de apoyo que proporciono el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) para el caso de las redes de agua potable y drenaje sanitario, en muchos casos no correspondieron a lo planteado de manera física, esto era en la configuración de los despieces de piezas especiales en las cajas de válvulas y en la especificación de diámetros de las redes de drenaje, por lo cual no se podía hacer una categorización clara del tipo de red que se iba a presentar, sin embargo se realizaron los alcances pertinentes en campo y se recolecto la información previa a la demolición del pavimento, estas constaron de la obtención por parte



de la brigada topográfica de los arrastres hidráulicos con lo cual se podía estimar una idea del diámetro con el que contaba la red, con ello se podía contemplar su categoría, esto es si era un colector, subcolector o interceptores, el Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, define a los colectores como ductos de mayor tamaño en una red y representan la parte medular del sistema de alcantarillado y a estos también se les puede llamar interceptores, dependiendo de su acomodo de red. Su función es reunir el agua recolectada por los subcolectores y llevar la hasta el punto de salida de la red e inicio del emisor.

Un dato importan que se recabo con los arrastres hidráulicos fue que un tramo de la red estaba constituido de un diámetro de 1.50 metros, por lo cual se pudo definir como un colector, posteriormente al realizar la demolición la red de drenaje presento una estructura a base de mampostería, con lo cual indicaba de que se trataba de una red que databa ya bastante tiempo. Se sostuvieron reuniones con la AEP y con la dirección general de obras y desarrollo urbano de la delegación Cuauhtémoc, las cuales determinaron no realizar ninguna intervención a la red de drenaje. Sin embargo las condiciones de la estructura de la red de drenaje implicaba tener cuidado en las maniobras de maquinaria pesada sobre el tramo intervenido, con lo cual se acumulaban atrasos en el cronograma de la obra.

Cuando existe este tipo de rehabilitaciones o reconstrucciones, es muy común que se involucren la Comisión Federal Eléctrica y empresas que coloquen redes de fibra óptica, ambas colocan registros y pozos en todo el tramo intervenido, por lo cual es pertinente llevar control de las ejecuciones que realicen para que acaten las nivelaciones establecidas por el proyecto geométrico.

También se debe considerar que la geometría de los anchos de la vialidad los cuales están relacionados a la conformación de la traza urbana, en ellos se puede hacer las correcciones con el fin de tener un mejor aprovechamiento de las pendientes para la correcta captación de agua pluvial.

Citando el “*Manual de Señalización y Dispositivos de Seguridad de la SCT, 2004*”, podemos definir los siguientes tipos de infraestructura que puede alojar en una sección de una vialidad urbana:

- 01. Paramento:** Es el plano vertical que limita las fachadas principales de una edificación, o sea la línea de demarcación. Existen dos tipos de paramentos:
- **Paramento oficial:** Es el que se especifica en la demarcación informativa, de acuerdo a las características de los perfiles viales de cada sector.
 - **Paramento vial:** Es la medida normal de la vía, destinada a uso público conformado por andenes, zonas verdes, calzadas, los cuales en conjunto conforman la sección transversal de la vía.



- 02. Brocal de hierro fundido para pozo de Comisión Federal de Electricidad:** Los brocales de fierro fundido con leyenda de CFE son especificadas para instalaciones subterráneas. Cumplen la especificación de CFE y por su solidad construcción de fierro fundido le brindan calidad, resistencia y confiabilidad que sus instalaciones demandas.
- 03. Ductos para alimentación de energía eléctrica para funcionamiento de semáforo peatonal y de ménsula:** Son ductos destinados a alojar la red eléctrica que brinda la alimentación de energía eléctrica con el objeto de que tengan un funcionamiento el sistema de semáforos que puede estar constituido por semáforos peatonales y de ménsula.
- 04. Ductos para red eléctrica de Comisión Federal Eléctrica:** Son ductos en los cuales se aloja la red de energía eléctrica de CFE, como ya se mencionó existe el sistema de brocales para CFE estos permiten el acceso necesario para realizar tareas de inspección, mantenimiento y reparación.
- 05. Red de drenaje sanitario:** Una red de alcantarillado sanitario se compone varios elementos certificados, tales como tuberías, conexiones, anillos y obras accesorias: descargas domiciliarias, pozos de visita, estructuras de caída, sifones y cruzamientos especiales. Una tubería de alcantarillado se compone de tubos y conexiones acoplados mediante un sistema de unión hermético, el cual permite la conducción de las aguas residuales.
- La selección del materia de la tubería de alcantarillado, intervienen diversas características tales como: resistencia mecánica, resistencia estructural de material, durabilidad, capacidad de conducción, características de los suelos y agua, economía, facilidad de manejo, colocación e instalación, flexibilidad en su diseño y facilidad de mantenimiento y reparación.
- 06. Pavimento:** La definición de un pavimento citando el *“Catálogo de secciones estructurales de pavimentos para las carreteras de la república mexicana”*, es una capa o conjunto de capas de materiales seleccionados, que se construyen sobre las terracerías. Cada capa tiene la finalidad de soportar y transmitir a la capa inferior, las cargas del tránsito vehicular sin que cada una o todo el pavimento se deforme excesivamente para que no afecte el drenaje superficial, de manera que se garantice una superficie sin agrietamientos, cómoda y segura para el usuario.
- Existen dos tipos de pavimento:
- **Pavimento flexible:** Tiene como superficie de rodadura una capa de mezcla asfáltica apoyada en capas de materiales formadas por suelos de características de resistencia y calidad establecidas por ciertas normas.
 - **Pavimento rígido:** Tiene como superficie de rodadura una losa del concreto hidráulico apoyada en capas de materiales con características de resistencia y calidad estipuladas en ciertas normas.



Fundamentalmente hay que remitir dichos conceptos a una vialidad urbana, esta puede presentar los dos pavimentos mencionados, sin embargo a lo que respecta a su conformación de capas se ve limitado por la infraestructura que es instalada, es por ello que la metodología tiene que acatar otras especificaciones a detalle a lo que respecta a su diseño. En el capítulo 3 del presente trabajo se aborda la temática de manera introductoria.

07. Franjas funcionales de la sección de banqueta: Una sección banqueta eficiente y de calidad está conformada por cuatro diferentes franjas longitudinales que definen y ordenan las distintas funciones de la sección.

De acuerdo al “*Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad*” publicado por la Secretaria de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Ciudad de México (SEDUVI), las franjas funcionales desde paramento hasta guarnición que conforman una sección de banqueta eficiente y de calidad son:

- Franja de fachada.
- Franja de circulación peatonal
- Franja de mobiliario y vegetación
- Franja de guarnición

En el capítulo 3 se aborda de manera amplia la conformación de la sección de banqueta.

08. Ductos para red telefónica y de fibra óptica: Los ductos son estructuras de canalización cerrada de un diámetro específico, que se emplea como vía para alojar y proteger los cables de fibra óptica o cobre de las redes de telecomunicaciones. Actualmente se utiliza un estándar con las siguientes dimensiones: 35.5, 45, 60, 80 y 100 mm.

09. Rejilla pluvial de banqueta o boca de tormenta: La rejilla de pluvial de banqueta consta de un sistema de captación pluvial, por sus características de su rejilla brinda la fácil eliminación de obstrucciones o acumulamiento de basura y agua pluvial, por sus condiciones de diseño tiene una alta resistencia de carga.

10. Rejilla pluvial de piso: Es una estructura que nos brinda la captación pluvial sin permitir la acumulación de residuos sólidos que puedan perjudicar el sistema de la red de drenaje, tolera cargas de tránsito vehicular y peatonal.

11. Brocal de fierro fundido y pozo de visita para drenaje sanitario: permiten facilitar el acceso necesario para realizar tareas de inspección, mantenimiento y reparación de las infraestructura subterráneas

De igual manera permite la ventilación de las redes de alcantarillado, evitando la acumulación de gases tóxicos y potencialmente explosivos.



Los brocales de fierro fundido se instalan con caída de desagüe cuando se conecta con dos tuberías, por lo regular son instalados a cada 50 metros de distancia intercalando brocales ciegos y con rejillas.

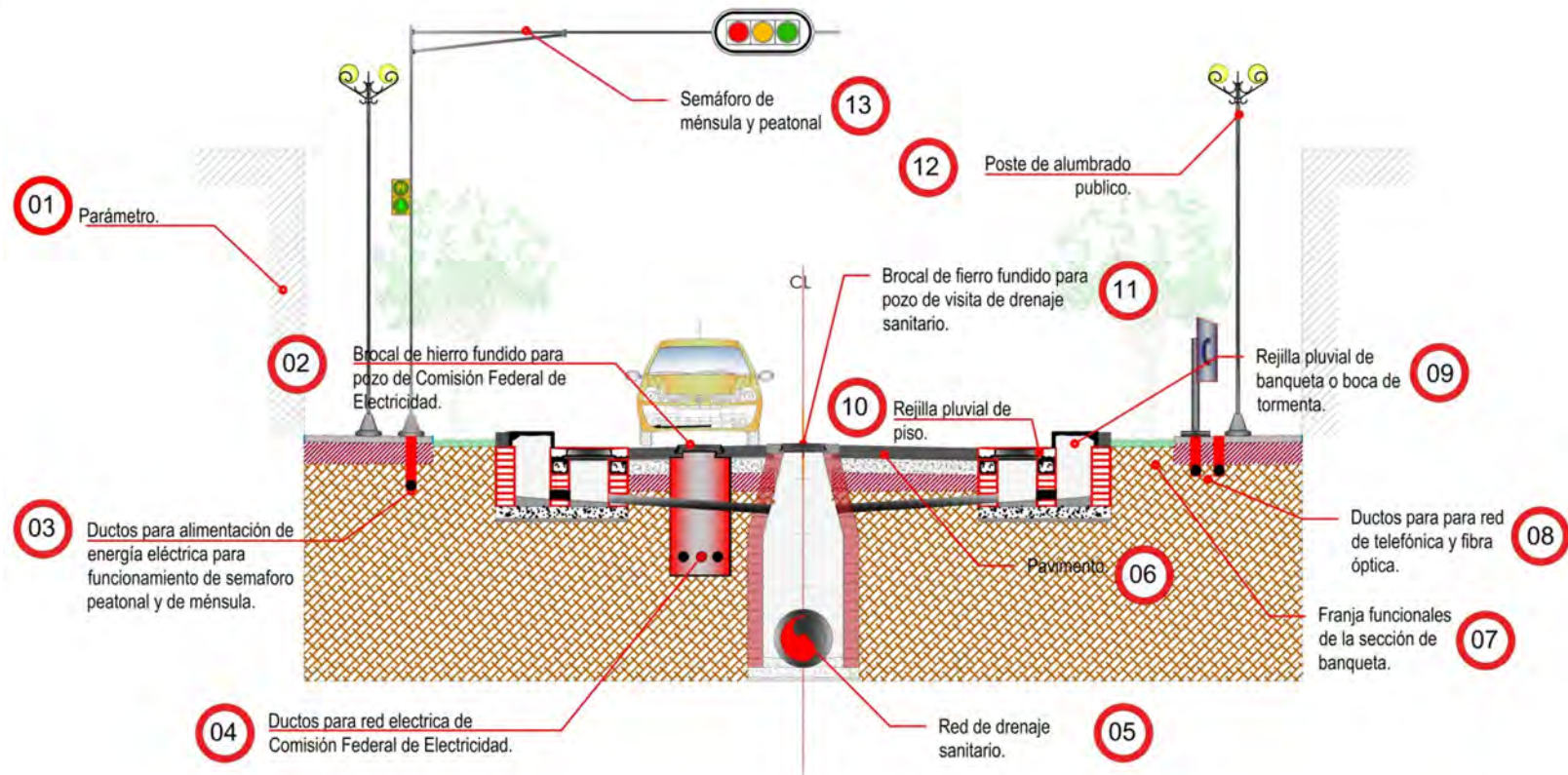
12. Postes de alumbrado público: Los postes son elementos mecánicos que trabajan a flexión cuya finalidad es sostener una luminaria y su brazo, estos elementos son metálicos ya que al estar en la intemperie y están sometidos desde climas cálidos y fríos, húmedos y secos, también están sometidos a la contaminación atmosférica de la ciudad y al ataque fitosanitarios.

13. Semáforo de ménsula y peatonal: Los semáforos son dispositivos electrónicos que sirven para ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones en calles y carreteras por medio de luces generalmente de color rojo, ámbar y verde, operados por una unidad de control.

Este elemento de infraestructura es muy primordial, se puede clasificar con base en el mecanismo de operación de sus controles:

- a) Semáforos para el control de tránsito de vehículos
- b) Semáforos accionados por el tránsito
 - Totalmente accionados.
 - Parcialmente accionados.
- c) Semáforos para pasos peatonales
 - En zonas de alto volumen peatonal.
 - En zonas escolares.
- d) Semáforos especiales
 - Semáforos de destello.
 - Semáforos para maniobras de vehículos de emergencia.
 - Semáforos para indicar la aproximación de trenes.

En la figura 2.7 se aprecia la representación de la infraestructura que ha sido enumerada en una sección típica de una vialidad urbana.



SECCIÓN TIPO DE VIALIDAD REPRESENTANDO INTERVENCIÓN DE INFRAESTRUCTURA - ESCALA: S/E

Figura 2. 7 Sección típica de una vialidad urbana donde se aprecia la intervención de diferentes tipos de infraestructura.



A continuación se desglosa la clasificación de infraestructura localizada en el levantamiento para el tramo intervenido Calle Londres, de la cual sus detalles de carácter ilustrativo presentados en los entregables se pueden consultar en la parte de los anexos:

Red de energía eléctrica y telefonía:

- Tapas y aros para banquetas de Comisión Federal Eléctrica de con diámetro de 0.80 y 0.97 metros y registros de concreto de 1.150 x 1.150 metros.
- Bóvedas de Comisión Federal Eléctrica de 1.74 x 2.18 y 2.09 x 1.80.
- Marcos y tapa de registros de Comisión Federal Eléctrica con dimensiones de 1.50 x 1.50, 1.00 x 1.68 y 1.10 x 1.10 metros.

Drenaje sanitario:

- Marcos y rejillas de pozo de tormenta con dimensión de 0.75 x 0.69 metros.
- Marco y rejilla de pozo de visita con dimensiones de 1.50 x 0.15 y 2.00 x 0.30 metros.
- Brocal con tapa para pozo de visita con diámetro de 0.90 metros.
- Marcos de tapa para cajas de válvulas de 0.66 x 0.66.

Fibra óptica y telefonía

- Marco y tapa para registro de cable visión con dimensión de 1.00 x 0.70 metros.
- Marco y tapa para registro de Telmex con dimensión de 0.60 x 0.50 metros.
- Marco y tapa para registro de fibra óptica con diámetro de 0.56 metros.
- Marco y tapa para registros de fibra óptica y telefonía de dimensiones 0.60 x 0.80, 0.52 x 0.98, 0.30 x 0.40, 0.52 x 0.58, 0.60 x 0.62 y 0.90 x 0.90.

En la figura 2.9 se presenta de forma ilustrativa la contemplación de la infraestructura trazada e identificada, que está ubicada en los cruces de las calles Florencia y Niza, así como la planta general del tramo intervenido calle Londres. Como se puede apreciar la infraestructura es dibujada a detalle, lo cual se puede realizar de manera más sencilla debido a la forma con la se descargan los puntos que son vinculados con su código respectivamente, de esta manera la entrega de los planos de infraestructura sirven como parámetro de control al momento de realizar la ejecución del proyecto y en la parte del proyecto topográfico nos permite tener un soporte que posteriormente consten los objetivos de la rehabilitación o reconstrucción dirigidos a los objetivos ya mencionados.

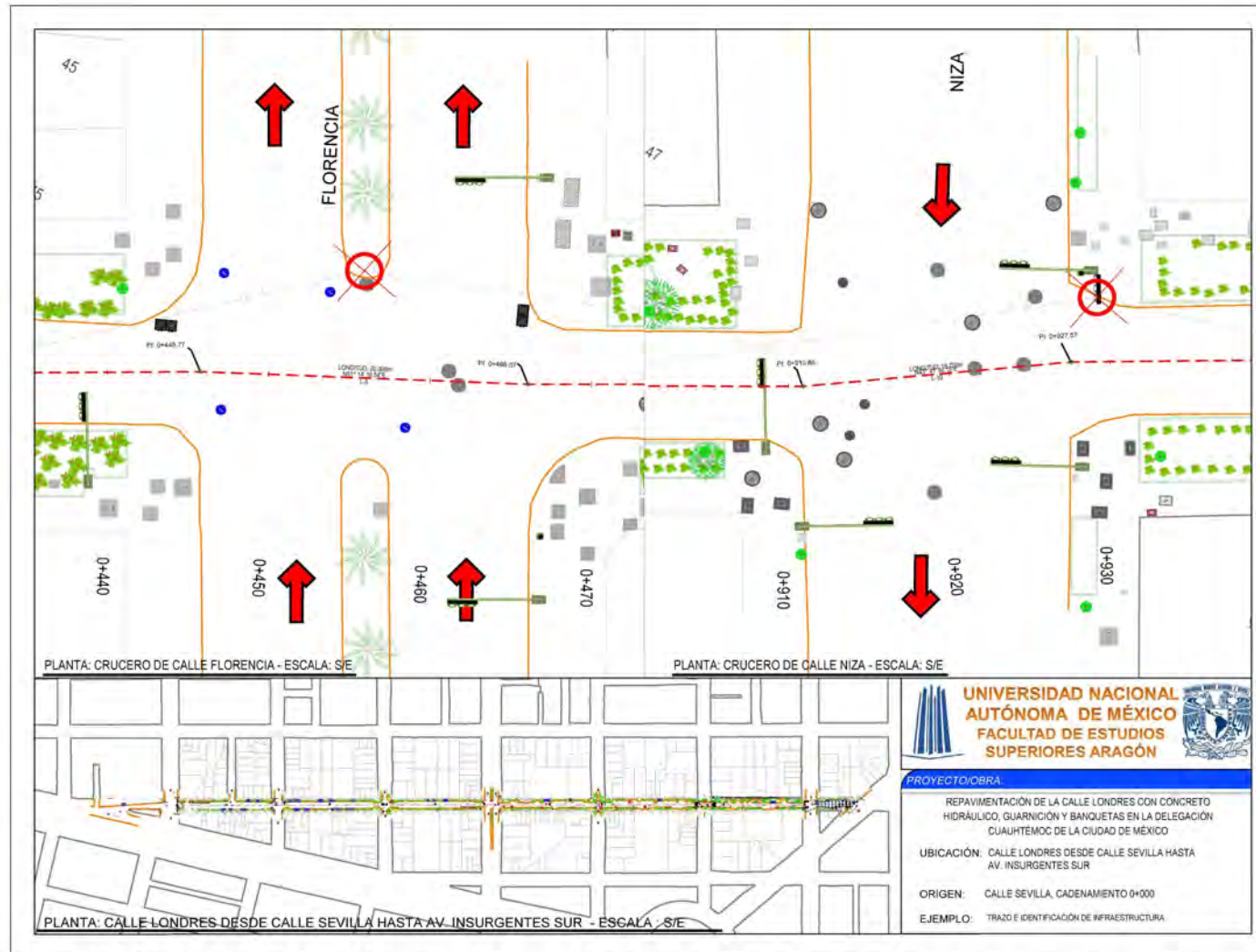


Figura 2. 8 Representación de infraestructura trazada e identificada, ubicada en los cruces de las calles Florencia y Niza, así como la planta general del tramo intervenido calle Londres.



2.4. Triangulación

Para la obtención de las curvas de nivel y tener la conformación de terreno natural con respecto al levantamiento topográfico, se requiere hacer la triangulación de los puntos previamente insertados en el software Civil CAD 3D.

Una triangulación la podemos determinar como la vinculación de puntos que conforman figuras triangulares formando así una red o capa de triangulación que se forma cuando los triángulos se conectan entre sí, de esta generación de red y capas se puede obtener las coordenadas y puntos de control que son necesarios para la ejecución del proyecto, así mismo se puede calcular los volúmenes de obra con respecto a la proyección del perfil rasante propuesto.

Con la siguiente rutina que se describe a continuación se realiza la conformación de esta capa con la cual se revisara la parte de la altimetría y planimetría del proyecto del tramo intervenido, así mismo se sugiere una revisión de la triangulación misma para prevenir detalles posteriores con el manejo de los datos insertados en el software.

2.4.1. Descripción de la realización de una triangulación por medio del software Civil CAD 3D

En la paleta de herramientas de Inicio se encuentra el icono “Espacio de herramientas o Tool Space” que se puede apreciar en la figura 2.9, dándole clic activamos el cuadro de dialogo que le corresponde.



Figura 2. 9 Icono Espacio de herramientas o Tool Space.

Al momento de realiza la activación del cuadro de dialogo de “Espacio de herramientas o Tool Space”, que se puede aprecia en la figura 2.10, este cuenta con diferentes herramientas que se utilizan durante la elaboración del proyecto topográfico y geométrico como lo son los: Creación de puntos (Puntos), grupo de puntos, superficies, alineaciones, obras lineales y ensamblajes, de las cuales en los siguientes apartados se realizara su descripción de su manejo.

En la pestaña de “Prospector” identificamos el icono Grupo de puntos, damos clic derecho para que nos aparezca un desglose de opciones de las cuales le daremos clic a la opción “Nuevo”.

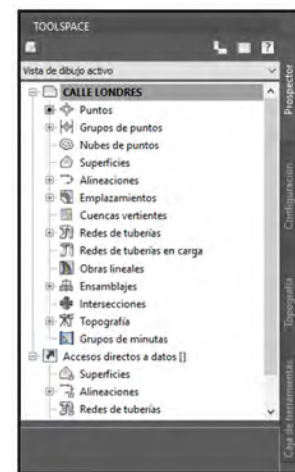


Figura 2. 10 Cuadro de dialogo Tool Space.



2.2.4.1. Grupo de puntos.

Para organizar puntos y controlar su apariencia en un dibujo se pueden utilizar colecciones de puntos se son guardadas a estas se les denomina como grupos de puntos.

Un grupo de puntos presenta las siguientes características:

- Tienen propiedades constantes que se pueden revisar y modificar con facilidad.
- Una lista de puntos muestra los puntos incluidos en un grupo de puntos.
- Esta lista puede actualizarse automáticamente.

Esto puede ser necesario al cambiar las propiedades del grupo de puntos, al crear nuevos puntos que cumplan las propiedades del grupo, o al borrar o modificar puntos que coincidan con las propiedades del grupo.

Los grupos de puntos proporcionan una forma flexible y sencilla de identificar puntos que comparten características comunes o que se utilizan para realizar una tarea, como crear una superficie. Se puede utilizar grupos de puntos para crear agrupaciones por número, nombre o elevación de punto, código (campo) o descripción completa, así como otras características.

Propiedades de puntos.

Un grupo de puntos se define mediante propiedades que describen los criterios que debe cumplir un punto para pertenecer al grupo, como su número de punto, su nombre, su código original, su descripción completa o su elevación. Los puntos que cumplen los criterios especificados se añaden a lista de puntos del grupo.

Cuadro de dialogo de grupos de puntos, pestaña información.

Se activa la siguiente ventana con el nombre de Propiedades de puntos, al cual se le nombrara como TN (Terreno natural).

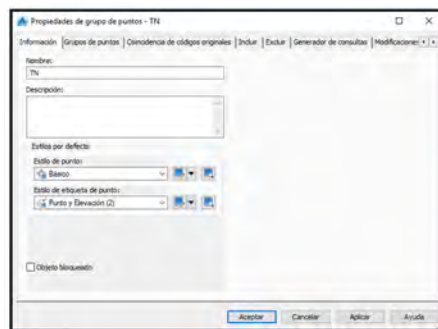


Figura 2. 11 Cuadro de dialogo propiedades de grupos de puntos, pestaña información.



Pestaña incluir

El cuadro de dialogo de propiedades de grupo de puntos cuenta con la pestaña “incluir” esta se selecciona, en la nueva ventana identificamos la opción de “con códigos originales con:” y se le selecciona, en ella escribimos los siguientes números de códigos: 52 (Limite de propiedad) ,54 (Machuelo o guarnición) ,57 (Pavimento) y 66 (Rampa). Se da aplicar y aceptar y de esta manera se crea el grupo de puntos grupo de puntos que necesitamos para realizar nuestra capa de triangulación y curvas de nivel.

2.2.4.2. Crear Superficie

Con la creación del grupo de puntos, se procede a hacer la realización de la superficie que consideramos para el terreno natural, el cual comprende la condición en la que se encuentra nuestro tramo intervenido. Para ello se desglosa la sección de “Grupos de puntos” y le damos en clic derecho en “Superficies”, damos clic en la opción “crear superficie” y aparecerá la siguiente ventana en la cual capturaremos el nombre de nuestra capa a generar, damos aceptar.

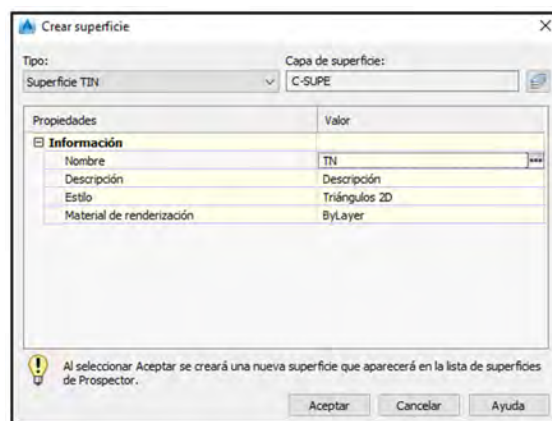


Figura 2. 12 Cuadro de dialogo crear superficie.

Cuadro de diálogo Crear Superficie.

Este cuadro de diálogo se utiliza para especificar los parámetros iniciales de creación de la superficie, incluidos el tipo y la capa de superficie, este se comprende de los siguientes parámetros:

- **Nombre:** Permite asignar un nombre a la superficie.
- **Descripción:** Permite especificar una descripción para la superficie.
- **Estilo:** Permite especificar el estilo con el cual se ya crear la superficie.

- **Material de renderización:** Se especifica el material con el cual se hará la renderización de la superficie para el presente proyecto solo se colocó el layer a utilizar para su capa.

Grupo de puntos para terreno natural.

Desglosamos en el cuadro de dialogo “Espacio de herramientas” en la pestaña “Prospector”, “Superficies”, “TN”, “Definición” y “Grupo de puntos”, como se puede apreciar en la figura 2.13, damos clic derecho y añadir, y aparecerá la ventana de “Grupo de puntos” que se puede visualizar en la figura 2.14, en la cual seleccionaremos el grupo de puntos “TN”.

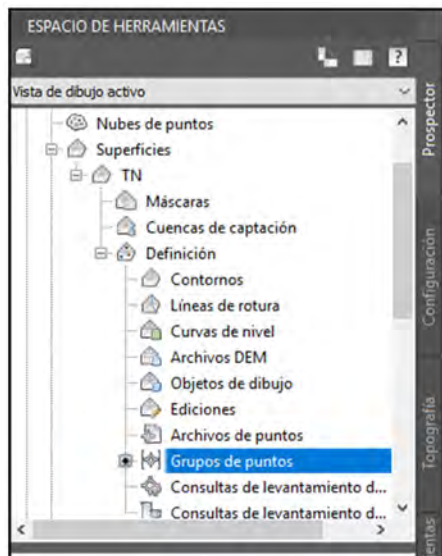


Figura 2.13 Cuadro de dialogo Tool space, sección grupos de puntos.

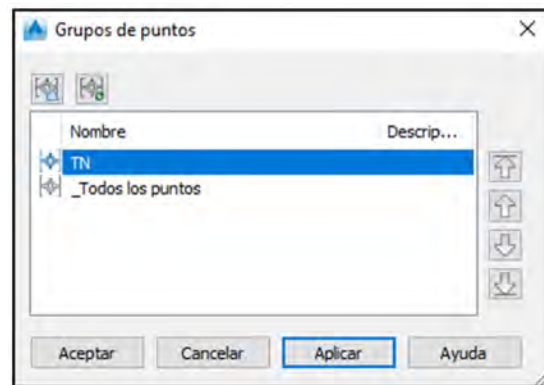


Figura 2.14 Cuadro de dialogo grupos de puntos.

Estilo de superficie

Desglosamos la sección de superficies, damos clic derecho en la superficie que acabamos de crear “TN”, “Editar estilo” y nos aparecerá la ventana de “Estilo de superficie”, que se puede apreciar en la figura 2.16, en la cual podemos editar las características de la superficie del terreno, activamos la capa de triangulación para que nos aparezca dentro del model.

Pestaña visualización

En la pestaña de visualización, se prenden las capas de triángulos y borde, también dentro de esta pestaña se pueden editar con la capa, color tipo de línea, escala LT, grosor.

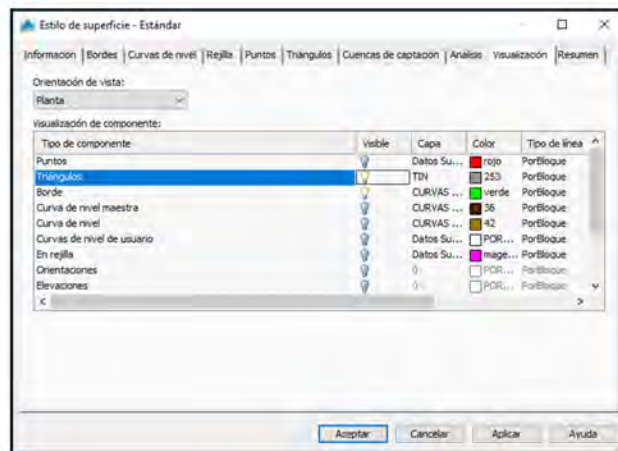


Figura 2. 15 Cuadro de dialogo estilo de superficie, pestaña visualización.

Editar superficie de triangulación.

Para hacer una revisión a detalle a que se esté cumpliendo la triangulación adecuadamente los puntos con su mismo código y por ende con su misma elevación, para ello teniendo en el model la triangulación activada se selecciona, con lo cual se desglosa una barra de herramientas en donde vamos a encontrar el siguiente icono “Editar superficie”, la podemos observar en la figura 2.16, hacemos clic y nos mostrara las opciones de edición para la triangulación en nuestro caso seleccionaremos la de “intercambiar aristas”.

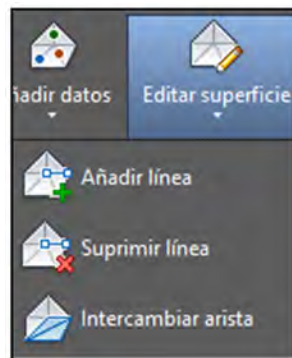


Figura 2. 16 Desglose de barra de herramientas editar superficie.

Con la herramienta “Intercambiar aristas” se puede variar la orientación de las caras de los triángulos en el modelo de la superficie, de modo que los triángulos coincidan con los puntos que representan su código, por ejemplo que todos los puntos con código de pavimento se vinculen de manera coherente, como se puede apreciar en la figura 2.17.

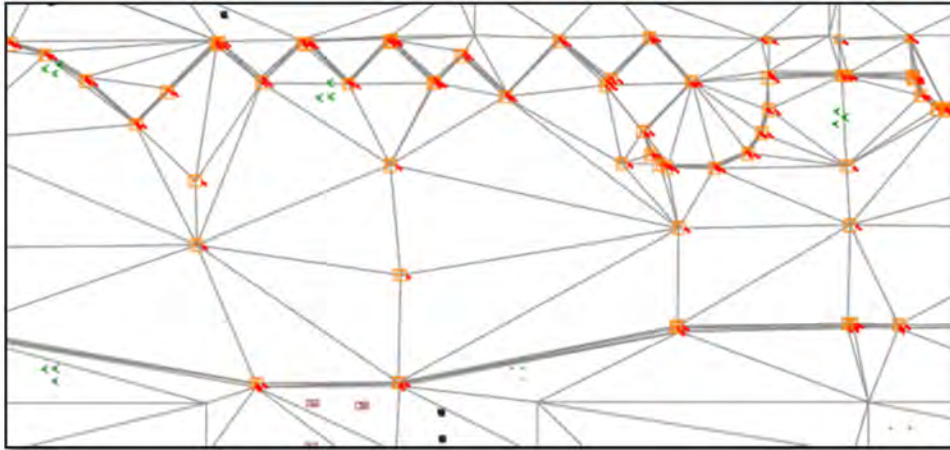


Figura 2. 17 Visualización de triangulación en planta en el modelo, para una verificación de la vinculación correcta de los puntos según su código y elevación.

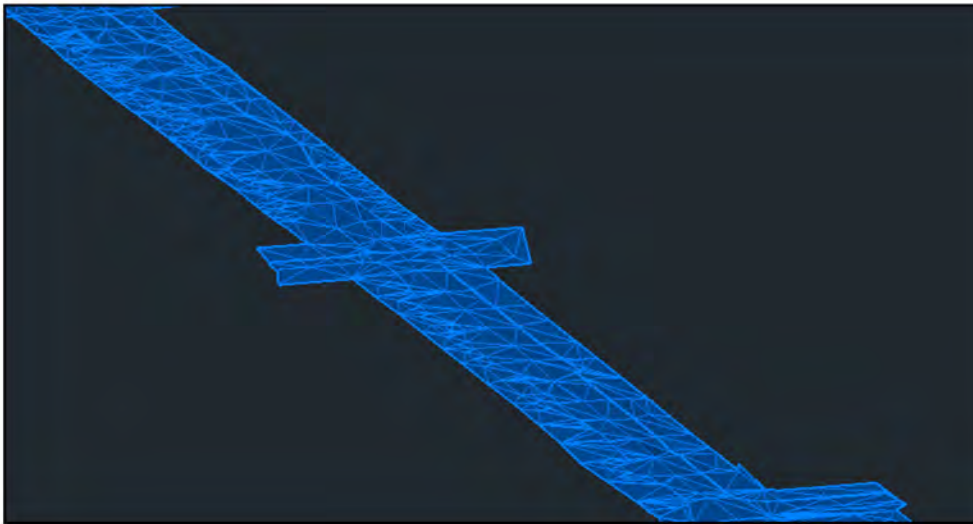


Figura 2. 18 Visualización de triangulación en una vista extruida.

Podemos considerar una vista en extruida, como la que se presenta en la figura 2.18, con el objeto de apreciar que se esté cumpliendo de manera correcta el intercambio de aristas se está realizando correctamente y que dicha configuración de la triangulación está representando las características geométricas actuales del tramo intervenido.

En la figura 2.19 se puede observar la representación de generación de triangulación típica por medio de la creación de un grupo de puntos, ubicados en los cruces de las calles Biarritz y Varsovia, así como la planta general del tramo intervenido calle Londres.

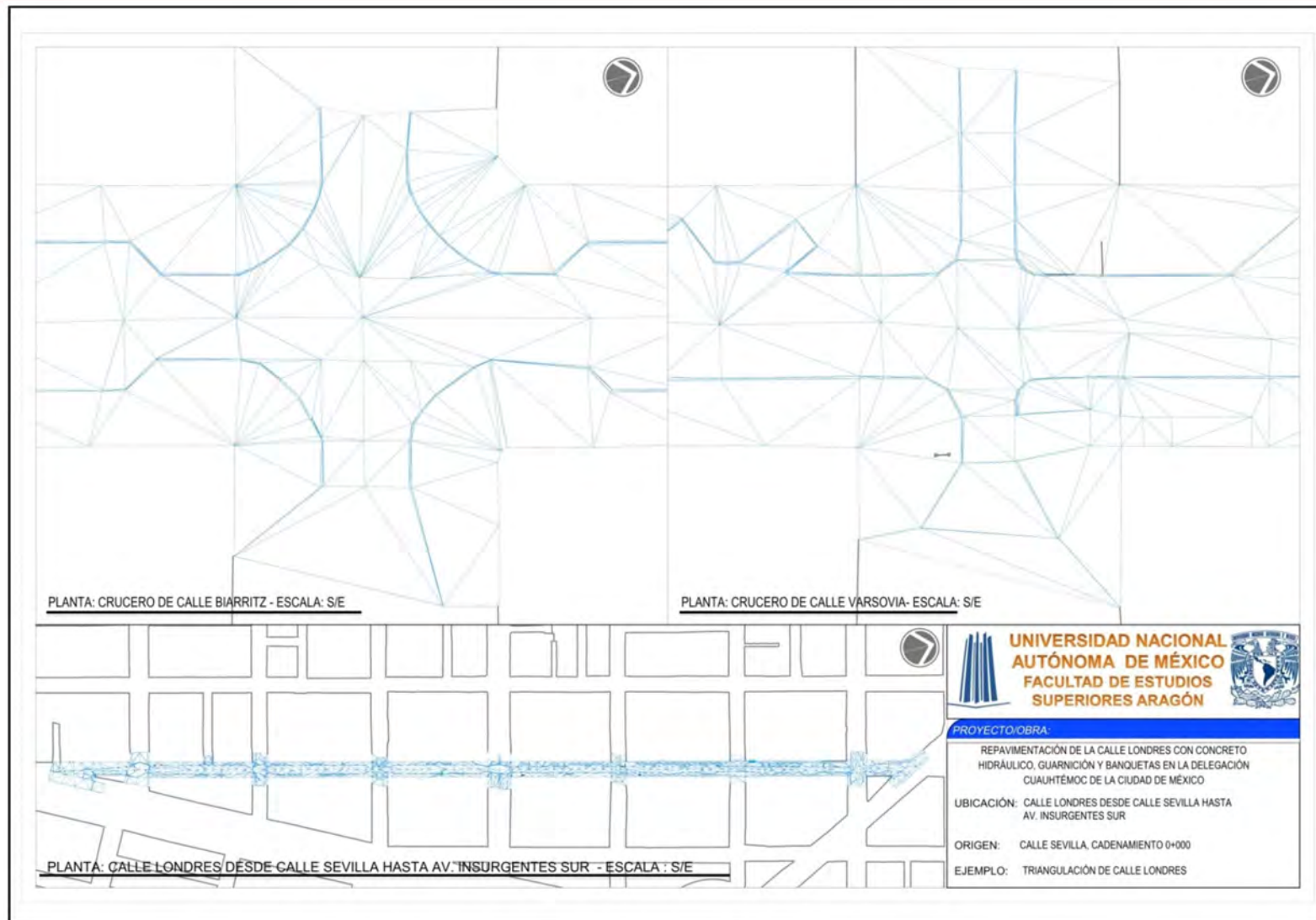


Figura 2. 19 Representación de generación de triangulación por medio de la creación de un grupo de puntos, ubicados en los cruces de las calles Biarritz y Varsovia , así como la planta general del tramo intervenido calle Londres.



2.5. Curvas de nivel

Las curvas de nivel se pueden definir como el conjunto de líneas, que unen puntos con una misma altitud, ya sea por encima o por debajo de una superficie referenciada, que generalmente coincide con la línea del nivel del mar pero también se puede concebir de manera arbitraria bajo la especificación de un banco de nivel, con el objeto de reflejar el relieve de un terreno.

Una curva de nivel son líneas que se representan en el trazo de los planos del proyecto topográfico, los cuales sirven como referencia de la nivelación con la que cuenta el terreno del tramo intervenido.

Intervalos entre curvas de Nivel

Un intervalo entre curvas de nivel es la distancia vertical entre de curvas. Al disminuir el intervalo de un plano se aumentara el número de curvas de nivel, La selección del intervalo entre curvas de nivel dependerá de diversos factores, tales como: la escala del dibujo, los requerimientos solicitados de información, en el caso de los planos del presente proyecto se cuenta con una escala pequeña debido por lo cual la frecuencia del intervalo de las curvas de nivel se encuentra entre 5.00 a 2.50 metros. De tal manera general el intervalo entre curvas de nivel depende de la precisión deseada, las condiciones del terreno y la legibilidad visual del plano.

A continuación se describe el procedimiento para realizar curvas de nivel en el software Civil CAD 3D por medio de la generación del grupo de grupos que denominamos anteriormente “TN”.

2.5.1. Descripción del proceso para realizar curvas de nivel en el software Civil CAD 3D.

Las curvas de nivel se generan automáticamente con la realización de la superficie a partir del grupo de puntos que anteriormente especificamos, por lo cual solo se debe activar la capa de curvas de nivel, esto es en el cuadro de dialogo “Estilo de superficie” y en la pestaña “visualización”, como se puede observar en la figura 2.20, se activan las capas correspondientes a las de curvas de nivel menores y mayores, para una mejor comodidad del trabajo se deben de apagar la capa de triangulación, estas cuando se visualicen en el model no van a presentar las etiquetas que respectan a las cotas de las elevaciones, es por ello que realizaremos la siguiente rutina para colocar las cotas de nivel en las curvas que consideremos pertinentes.

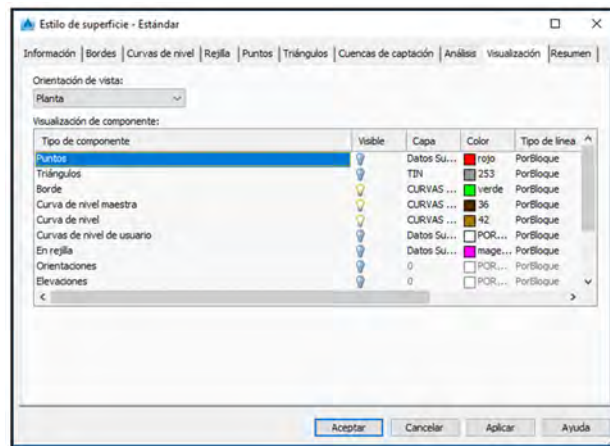


Figura 2. 20 Cuadro de dialogo estilo de superficies pestaña visualización.

2.2.4.3. Añadir etiquetas de superficie

Teniendo activada la curvas de nivel menores y mayores, se selecciona la capa completa de curvas de nivel, con la cual va aparecer una nueva barra de herramientas, se hace clic en el icono “Añadir etiquetas” que se puede observar en la figura 2.21, después desglosa una venta con opciones de las cuales le damos clic en “Añadir etiquetas de superficie” y con ello aparecerá el cuadro de dialogo de “Añadir etiquetas”, que se puede observar en la figura 2.22.

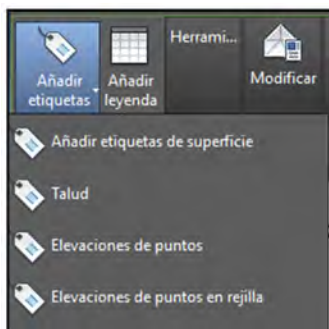


Figura 2. 22 Desglose de icono Añadir etiquetas, sección añadir etiquetas de superficie.

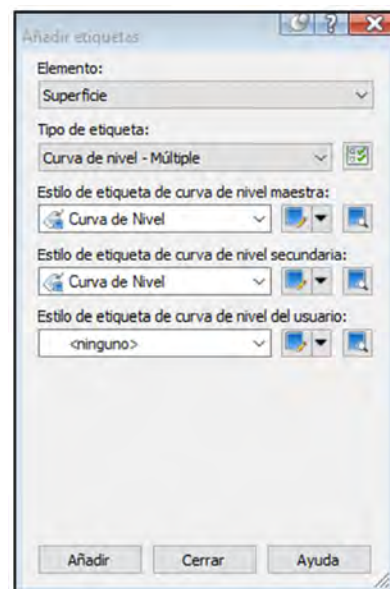


Figura 2. 21 Cuadro de dialogo añadir etiquetas.



Configuramos el cuadro de dialogo con las características de estilo de etiqueta que más favorezcan los detalles en los planos, esto es en las opciones:

- **Elemento:** Permite especificar el elemento que se desea etiquetar, se selecciona Superficie.
- **Tipo de etiqueta:** Permite especificar el tipo de etiqueta que se desea añadir, dependiendo del elemento seleccionado, escogemos Curvas de nivel – Múltiple.
- **Estilo de etiqueta de curva de nivel maestra y secundaria:** Para este estilo de edita la etiqueta según las características que requiera el proyecto.

Se da clic en añadir y seleccionamos la curva en donde queremos que nos acote la elevación de la curva, por la configuración de la las etiquetas automáticamente nos brindara el dato tanto para curvas de nivel maestras y secundarias, como se puede apreciar en la figura 2.23.

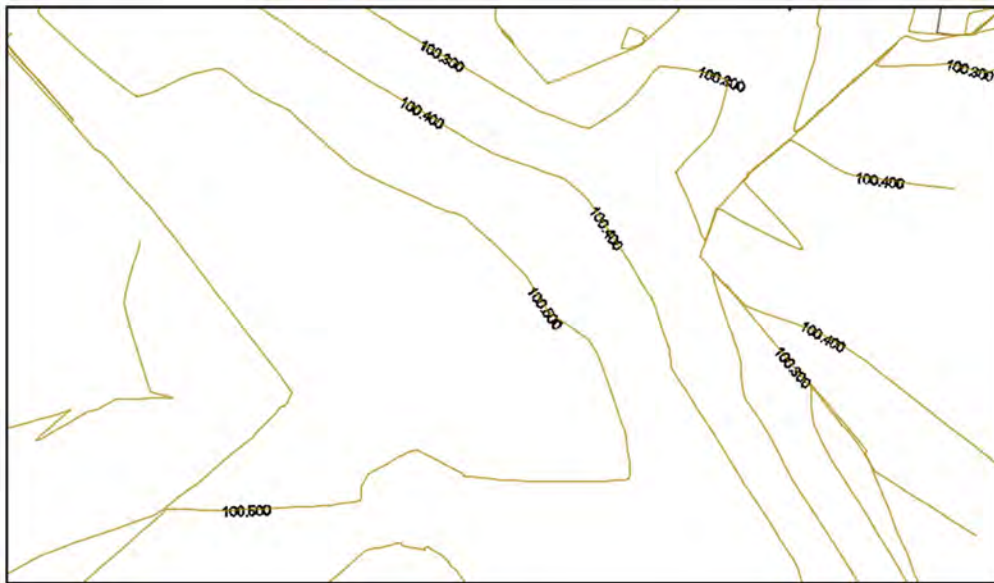


Figura 2. 23 Ejemplo de etiquetas colocadas sobre superficie de curvas de nivel del terreno natural.

En la figura 2.24 se representa a manera de ejemplo las curvas de nivel ubicadas en los cruces de las calles de Praga y Niza, así como la planta general del tramo intervenido calle Londres.



Figura 2. 24 Representación de curvas de nivel ubicadas en los cruces de las calles de Praga y Niza, así como la planta general del tramo intervenido calle Londres.



2.6. Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal para el caso de una vialidad urbana es la proyección del eje al centro del arroyo vehicular sobre un plano horizontal. Los elementos que integran el alineamiento horizontal del tramo intervenido calle Londres esta constituidos por tangentes y puntos de inflexión.

- **Tangentes:** son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen los PI, puntos de intersección.
- **PI:** Es el punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas

Los componentes del alineamiento horizontal son proporcionados en lo entregables de los planos de proyecto topográfico, geométrico y de modulaciones, forma parte primordial para tener control de la proyección por la brigada topográfica del contratista, ya que con él se referencia para la visar la conformación del trazo geométrico de la rasante y la ubicación de los niveles a los hombros del ancho del nuevo corredor.

Dentro de la descripción de las posteriores rutinas en el software Civil CAD 3D este elemento es fundamental para la elaboración del perfil de terreno natural, perfil rasante, la ubicación de los ensamblajes y la creación del nuevo corredor derivado de la proyección geométrica, por ende es fundamental tener gran atención de este elemento al momento de la proyección con el objeto de presentar la propuesta más favorable y eficiente. En el siguiente apartado se dará una descripción de cómo elaborar un alineamiento a partir de una polinia.

2.6.1. Descripción del proceso creación de un alineamiento en el software Civil CAD 3D

La conformación del alineamiento se realizara a partir de una polilínea, que podemos definir como un objeto realizado en AutoCAD que consiste de uno o más segmentos de línea (rectas o arcos), este puede proyectarse de forma cerrada o abierta como es el caso del trazo que se necesita para proyectar un alineamiento horizontal.

El trazo de polilínea es realizado en base a la conformación geométrica del tramo y respecto a los elementos conformados de las guarniciones, de tal manera que quedan anchos hacia simétricos.

Esta polilínea que va a conformar nuestro alineamiento horizontal, de tal manera que por la conformación geométrica del tramo a intervenir no presenta curvas horizontales, sin embargo no es un tramo totalmente recto y presenta puntos de intersección (PI) entre tangentes proyectadas entre cada uno de los cruceros, aprovechando la conformación urbana y el espacio delimitado por la conformación de las guarniciones, en la figura 2.25 se

puede apreciar la representación de trazo de la polilínea proyectada la cual cuenta con simetría respecto a los puntos del levantamiento topográfico que conforman la geometría del tramo de intervención.

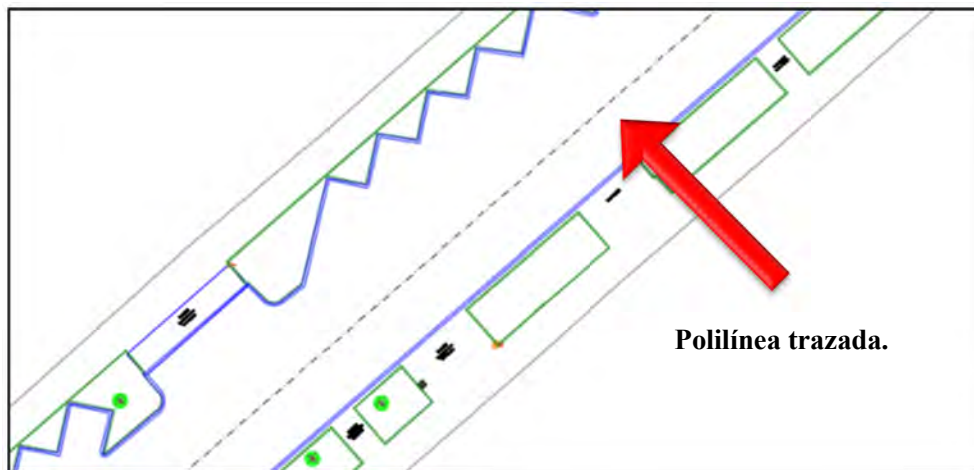


Figura 2. 25 Representación de trazo de polilínea con simetría respecto a los puntos del levantamiento topográfico

Crear alineación a partir de objetos.

En la parte del inicio en la sección de “crear diseño” se encuentra el icono “Alineación”, que se puede observar en la figura 2.26, que proporciona los cuadros de diálogo para la creación de alineaciones. Este icono desglosa las siguientes herramientas, de la cual se selecciona “Crear alineación a partir de un objeto”, se puede apreciar en la figura 2.27.

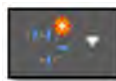


Figura 2. 26 Icono alineación.

Este comando crea una alineación a partir de líneas, curvas o polilíneas seleccionadas, convierte una serie de entidades graficas en una alineación y, opcionalmente, añade curvas entre las tangentes.

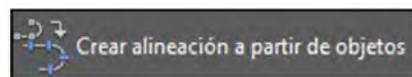


Figura 2. 27 Icono de herramientas crear alineación a partir de objetos

Con lo anterior mencionado se procede a la selección de la entidad gráfica (Polilínea) y se pulsa enter, se pulsa nuevamente enter para confirmar la orientación de la alineación,

según las preferencias del comienzo del cadenamamiento 0+000, después aparecerá el cuadro de dialogo “crear alineación a partir de objetos”.

Cuadro de dialogo crear alineación a partir de objetos.

En el cuadro de dialogo “Crear alineación a partir de un objeto”, figura 2.28, se encuentran las siguientes opciones, que se van a llenar según los criterios que se tengan contemplado para el proyecto:



- **Nombre:** Nombre asignado al alineamiento.
- **Tipo:** Especifica el tipo de alineación: eje, desfase, empalme de intersección o varios. Para el caso del tramo a intervenir al ser el alineamiento principal se coloca Eje.
- **Descripción:** Especifica una descripción opcional de la alineación.
- **P.K. inicial:** Especifica el valor de P.K. que está asignado al principio de la primera entidad de la alineación.

Figura 2. 28 Cuadro de dialogo Crear alineación.

General

La sección general cuenta con las siguientes opciones:

- **Emplazamiento:** Especifica un emplazamiento para la alineación.
- **Capa de alineación:** Capa del objeto
- **Conjunto de etiquetas de alineación:** muestra las etiquetas de alineación.

Ficha Normas de diseño

En esta sección se especifican aspecto de la normatividad, el software cuenta con la normativa de la AASHTO, pero se le puede integrar la normativa de la Secretaria de Comunicación y Transportes, para ello se elige la ubicación de un archivo vinculado y proporcionado por esta institución, el cual contiene la normatividad Manual de proyecto geométrico de carreteras.

Los aspectos que contempla esta sección son los siguientes:

- **Velocidad de proyecto inicial:** Especifica la velocidad de proyecto en el punto inicial de la alineación. Si no se aplica ninguna otra velocidad de proyecto a la alineación, la Velocidad de proyecto inicial se aplica a toda la alineación.
- **Uso de diseño según normas:** Especifica si las normas de diseño se aplican a la alineación. Si esta casilla de verificación está desactivada, las opciones Usar archivo de normas de diseño y Usar conjunto de comprobaciones de diseño no estarán disponibles.

En la figura 2.29 se puede observar el proceso terminado del alineamiento horizontal concluido.

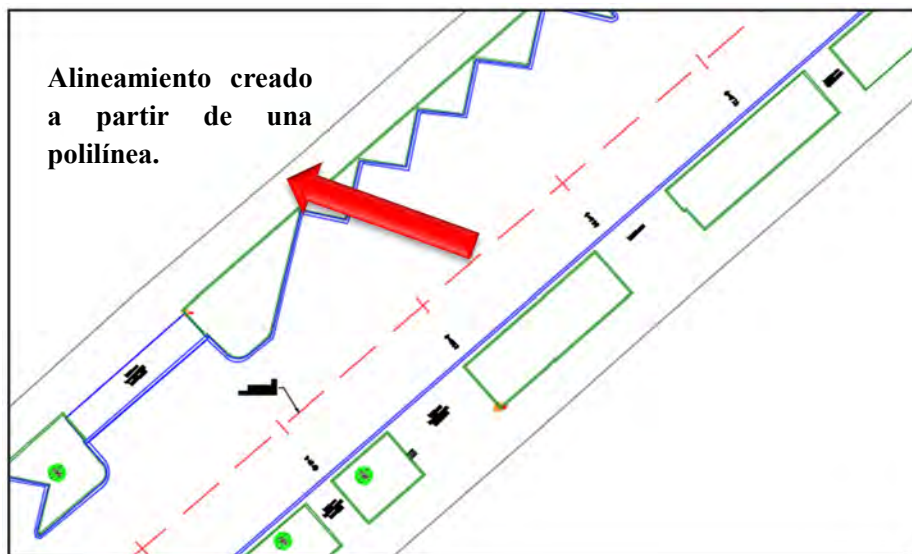


Figura 2. 29 Trazo del alineamiento conformado con el estilo de alineación, capa de alienación y conjunto de etiquetas de alineación.

Herramientas de composición de alineación.

Esta barra de herramientas permite dibujar líneas tangente-tangentes sencillas, crear geometría de alineación basada en restricciones y editar una alineación, esta se puede apreciar en la figura 2.30.

Es de gran utilización cuando se desea realizar alguna modificación sobre el alineamiento ya proyectado, se activa al momento de seleccionar el alineamiento proyectado, apareciendo en la sección de modificar, editor de geometría.

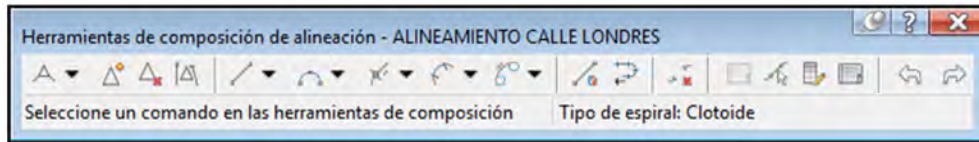


Figura 2. 30 Barra de herramientas de composición de alineamiento.

Elementos que conforman el alineamiento proyectado.

El alineamiento está constituido por elementos para tener una mejor interpretación en los planos, los cuales proporcionan los datos necesarios para su posterior manejo en la ejecución del proyecto, en la figura 2.31 se pueden apreciar los elementos gráficamente, estos son los siguientes:

- **Estación:** es el cadenamamiento por estación a cada 10 metros.
- **PI:** punto de inflexión entre tangentes
- **Longitud:** Longitud en metros entre cada PI.
- **Orientación de la tangente:** Orientación angular conformada por rumbos dada en grados, minutos y segundos.

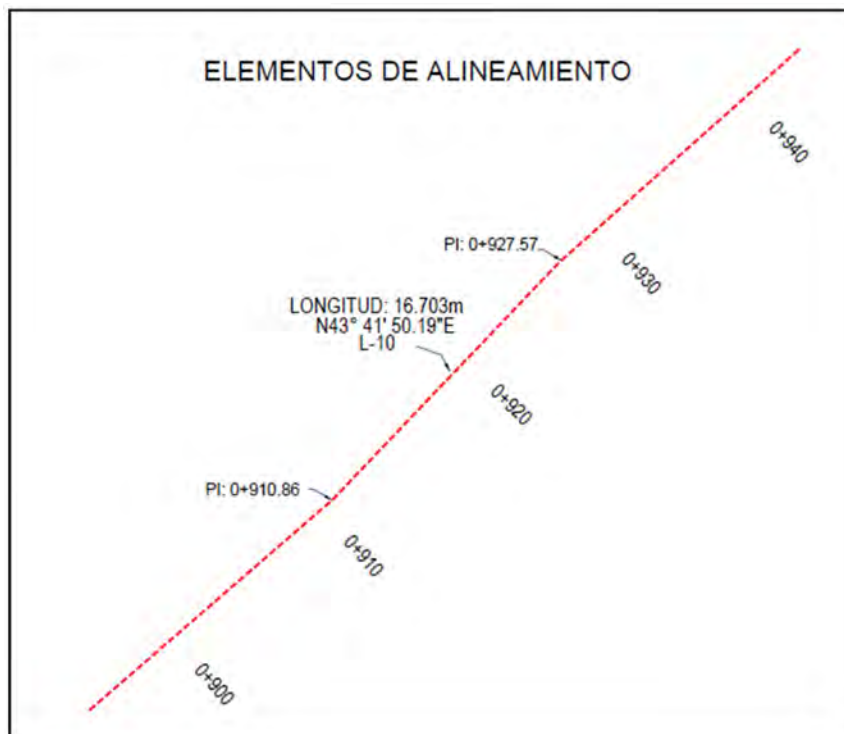


Figura 2. 31 Elementos de alineamiento.



2.2.6.1. Datos de alineamiento horizontal.

Con los datos proporcionados por la proyección del alineamiento se desarrolla un cuadro de datos que contiene el cadenamamiento del PI, Norte (y), Este (x), longitud entre PI y la orientación de la tangente con respecto al rumbo.

Dichos datos le dan soporte a lo trazado en los planos y se anexan como un cuadro de construcción, para que durante la ejecución del proyecto el contratista pueda contar con dicha información, en la tabla 2.1, se observa el desglose de estos con las características ya mencionadas.

Tabla 3. 1. Datos del alineamiento horizontal de calle Londres.

Cadenamiento PI	Norte (Y)	Este (X)	Longitud	Rumbo
0+000.00	19,357.5979 m	9,248.7588 m		
			143.057 m	N49° 01' 28"E
0+143.06	19,451.4054 m	9,356.7656m		
			154.738 m	N48° 48' 14"E
0+297.80	19,553.3222 m	9,473.1999 m		
			6.415 m	N50° 35' 52"E
0+304.21	19,557.3945 m	9,478.1571 m		
			141.556 m	N48° 41' 28"E
0+445.77	19,650.8378 m	9,584.4886 m		
			20.305 m	N51° 14' 19"E
0+466.07	19,663.5500 m	9,600.3212 m		
			150.225 m	N48° 59' 59"E
0+616.30	19,762.1071 m	9,713.6971 m		
			141.789 m	N48° 32' 11"E
0+758.09	19,855.9918 m	9,819.9504m		
			35.162 m	N50° 48' 20"E
0+793.25	19,878.2128 m	9,847.2016 m		
			117.616 m	N49° 07' 46"E
0+910.86	19,955.1751 m	9,936.1418 m		
			16.703 m	N43° 41' 50"E
0+927.57	19,967.2512 m	9,947.6809 m		
			54.496 m	N48° 25' 29"E
0+982.06	20,003.4152 m	9,988.4488 m		

Fuente: Elaboración por medio del software Civil CAD 3D.



2.7. Perfil topográfico.

Cuando la configuración topográfica se hace con cuidado y se tiene la seguridad de que las curvas de nivel que cruzan el alineamiento trazado en el plano horizontal corresponden a la topografía del terreno existente, lo cual como se mencionó anteriormente es previamente revisada y analizada, se puede realizar el perfil.

El perfil es muy ventajoso ya que se puede observar las problemáticas que impiden una movilidad segura de los vehículos y peatones, para el presente proyecto se observó un gran grandes conflictos en la accesibilidad, esto fue al general un perfil a los hombros del arroyo vehicular, de igual forma se pudo presenciar una inestabilidad en el pavimento, lo cual implicaba una inestabilidad que ocasiona bacheos y encharcamientos tanto en el arroyo vehicular y en la franja peatonal, al proyectar el perfil topográfico en el software Civil CAD 3D se puede comenzar la valoración de la proyección del perfil rasante, ya que este perfil se puede ir condicionando y modificando con parámetros que sean aprovechados de modo que se obtenga la propuesta correcta de pendientes longitudinales que favorezcan una captación pluvial eficiente, esto teniendo en cuenta el mejoramientos de accesos vehiculares y peatonales a inmuebles del tramo intervenido.

2.7.1. Descripción del proceso de la creación de un perfil topográfico en el software Civil CAD 3D.

Para la creación del perfil topográfico se deben tener activadas las capas con la cual se realizó el trazo del alineamiento, este se selecciona, con lo cual aparece una barra de herramientas que cuenta con iconos para la modificación de elementos en el alineamiento, en la sección de “centro de recursos” se localiza el icono perfil de superficie, figura 2.32.

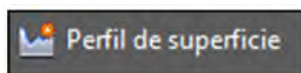


Figura 2. 32 Icono de perfil de

Este icono nos permite crear un perfil de superficie a partir de una alineación horizontal en una superficie o de un archivo de perfil de superficie.

Crear un perfil a partir de una superficie.

Dando clic en el icono ya mencionado aparecerá la siguiente cuadro de dialogo “Crear perfil a partir de una superficie”, en el cual se utiliza para crear perfiles a partir de superficies existentes, además de que todos los perfiles que se creen en este cuadro de diálogo se deben asociar con una alineación horizontal y con una o varias superficies, para este caso se vincula con el alineamiento ya creado.



Este cuadro de dialogo cuenta con los siguientes apartados, los cuales se puede apreciar en la figura 2.33.

- **Alineación:** Indica la alineación horizontal a lo largo de la cual se creará el perfil. Seleccione una alineación por su nombre, o bien haga clic para designar una alineación en el dibujo.
- **Intervalo de P.K.:** Especifica el intervalo de estaciones a lo largo de la alineación principal que se incluirán en el perfil. Los valores por defecto representan la longitud completa de la alineación. Para establecer una longitud distinta, introduzca valores numéricos de estaciones.
Los valores para el muestreo ya están especificados con respecto a la longitud ya generada en el alineamiento de proyecto ya trazado.
- **Seleccionar superficies:** Muestra todas las superficies del dibujo actual. Se selecciona la capa de la superficie ya generada TN y se da añadir.
- **Lista de perfiles:** Indica los perfiles que se han creado para la alineación y superficies especificadas, este será nuestro perfil ya especificado y el que se dibujara.
- **Dibujar en visualización del perfil:** Abre el cuadro asistente Crear visualización del perfil, configurado para dibujar el perfil que se acaba de cargar.

Se llena los apartados del cuadro de dialogo según los requerimientos, la total atención de seleccionar la superficie “TN” para que posteriormente se añada a la lista de perfiles se da clic en “Dibuja en visualización del perfil” con lo cual aparecerá el “Cuadro de dialogo visualización del perfil”, en la figura 2.31 se puede observar la vista general del cuadro de dialogo.

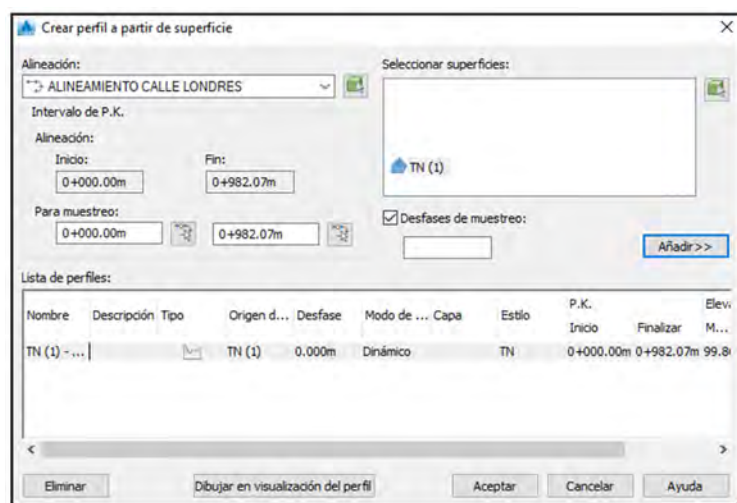


Figura 2. 33 Cuadro de dialogo crear perfil a partir



2.2.7.1. Crear visualización del perfil.

Este cuadro de dialogo nos permite realiza el formato de la visualización del perfil, como los intervalos con respecto al cadenamamiento, es la condición de la escala vertical y horizontal, las opciones de visualización, las etiquetas asociadas a las características que se requieren en las cuerdas.

En los siguientes apartados se describe cada uno de las pestañas que tiene este cuadro de dialogo para la visualización del perfil, en la figura 2.34 podemos observar el cuadro de dialogo presentando la pestaña general.

Pestaña general.

- **Seleccionar alineación:** Se selecciona el nombre de la lista del alineamiento de nuestro tramo intervenido.
- **Nombre de visualización del perfil:** Se especifica el nombre del perfil a generar.
- **Descripción:** Especifica una descripción opcional del perfil.
- **Estilo de visualización del perfil:** Precisa el estilo para la visualización del perfil. Incluye controles estándar que permiten revisar o cambiar el estilo. Para el presente proyecto se empleó un estilo previamente editado.
- **Capa de visualización del perfil:** Precisa la capa de dibujo para la visualización del perfil.
- **Mostrar perfiles de desfase apilando verticalmente las visualizaciones del perfil:** Esta opción no se seleccionara ya que especifica la creación de visualizaciones del perfil apiladas, dicha visualización no es factible para el presente proyecto.

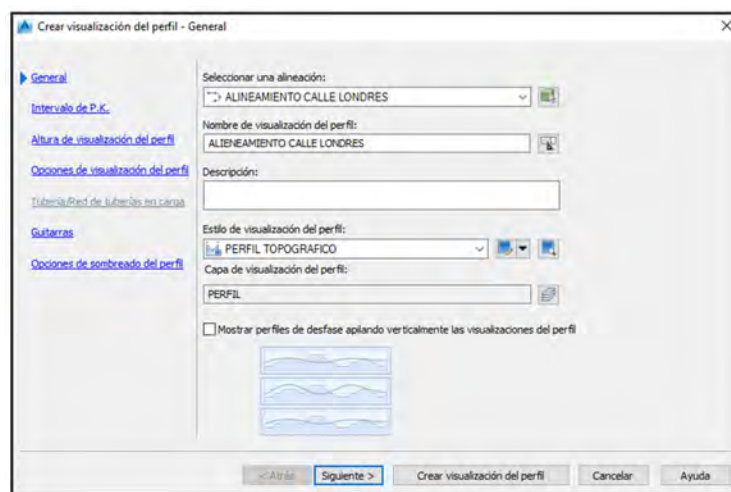


Figura 2. 34 Cuadro de dialogo crear perfil a partir de superficie, pestaña general.



Pestaña de intervalo de P.K

Esta pestaña permite especificar el intervalo de P.K con el que se dibuja la visualización del perfil, se selecciona la opción automático, especificando el intervalo de P.K completo para la alineación horizontal.

Pestaña altura de visualización del perfil.

Esta pestaña nos permite especificar la altura de la visualización del perfil, así como cualquier parámetro de visualización del perfil dividido.

Para la altura de la visualización del perfil escogemos la opción automático, especificando la altura completa del perfil más alto y así tener en la generación del mismo una apreciación de todas las elevaciones a lo largo del perfil.

Pestaña de opciones de visualización del perfil.

Esta página permite ver y modificar parámetros para el perfil seleccionado asociado con la alineación especificada.

- **Selección de la vista apilada para la que desea especificar opciones:** Se especifican las opciones de visualización del perfil, en caso del siguiente proyecto se emplea la vista central.
- **Especificar opciones de visualización del perfil:** Se selecciona la casilla Dibujar, esto con el fin de seleccionar el trazo asociado con la alineación previamente especificada.

Pestaña de guitarras.

Esta página se utiliza para especificar las propiedades de las guitarras asociadas con la visualización del perfil.

- **Seleccionar conjunto de guitarras:** Se indica el conjunto de estilos de guitarras para la visualización del perfil.
- **Lista de guitarras.**
- **Ubicación:** Nos permite optar por la parte superior y la inferior de la visualización del perfil.

Para el conjunto de guitarras para el proyecto del tramo intervenido se emplea una banda previamente creada, la cual presenta los siguientes datos.



- Terreno Natural: Esta guitarra nos proporciona la elevación con respecto a la intervención de una estación.
- Estaciones: Son los cadenamientos a cada 20 metros, vinculados con las estaciones del alineamiento trazado sobre el tramo intervenido.

Finalmente después de haberse llenado los apartados de las pestañas se da “clic en crear visualización de perfil”, posteriormente se solicita la posición de la creación del perfil topográfico.

2.8. Líneas de muestreo

Las líneas de muestreo es un elemento que se integra en la superficie ya creada “TN” y se vincula con el alineamiento proyectado, con el objeto de general las secciones del terreno natural. Para crear una línea de muestreo perpendicular a una anchura de franja determinada a través de una alineación y un P.K (cadenamiento o estación) se procede a la siguiente rutina. En la ficha de inicio, en la sección de visualización del perfil y vistas en sección se encuentra el icono “líneas de muestreo” figura 2.35.



Figura 2. 35 Icono de línea de muestreo.

Este icono crea líneas de muestreo y corta secciones en P.K. (cadenamiento o estación) a partir de las necesidades requeridas dentro del proyecto.

2.8.1. Descripción del proceso en el software Civil CAD 3D para la creación de secciones a partir de líneas de muestreo.

A continuación se describe la rutina con la cual se realizan líneas de muestreo a partir de un alineamiento, se da clic en el icono “líneas de muestreo”, se selecciona la opción “alineación horizontal del proyecto”, con ello aparecerá la barra de herramientas de líneas de muestreo.

Barra de herramientas de líneas de muestreo.

Esta barra que se puede observar en la figura 2.35, se utiliza para crear y editar las líneas de muestreo a lo largo de una alineación horizontal. El método de creación de línea de muestreo actual utiliza el nombre de alineación que se asocia con la línea de muestreo y superficie.

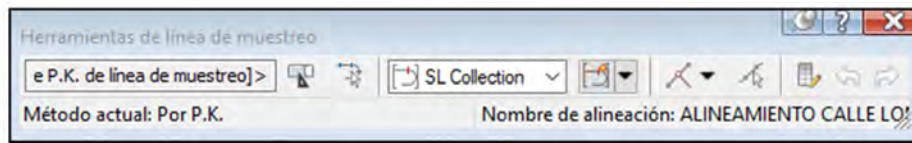


Figura 2. 36 Barra de herramientas de líneas de muestreo.

Para el proyecto del tramo intervenido se utilizara la opción “creación de líneas de muestreo a partir de un intervalo específico de P.K”, figura 2.37.



Figura 2. 37 Icono Crear líneas de muestreo por intervalo de P.K.

Este icono abre el cuadro de diálogo “Crear líneas de muestreo por intervalo de P.K.”

2.2.8.1. Crear líneas de muestreo por intervalo de P.K.

Este cuadro de dialogo que se puede observar en la figura 2.38, se utiliza para crear líneas de muestreo a lo largo de la alineación para un intervalo específico de P.K. Este contiene los siguientes apartados que deben ser considerados para la correcta creación de las líneas de muestreo.

- **Alineación:** Se muestra el nombre de la alineación del proyecto del tramo intervenido.
- **Intervalo de P.K:** Especifica si el intervalo de P.K. se inicia al comienzo de la alineación.
- **Anchura de franja izquierda y derecha:** Especifica que la línea de muestreo se extiende a partir de una alineación en cada P.K. (en lugar de utilizar una anchura fija). En el caso del proyecto del tramo intervenido se utilizara un ancho de 10 metros, con el fin de que la línea de muestreo abarque la parte del arroyo vehicular, la garnición y la banqueta.
- **Incrementos de muestreo:** Se especifica si las líneas de muestreo se

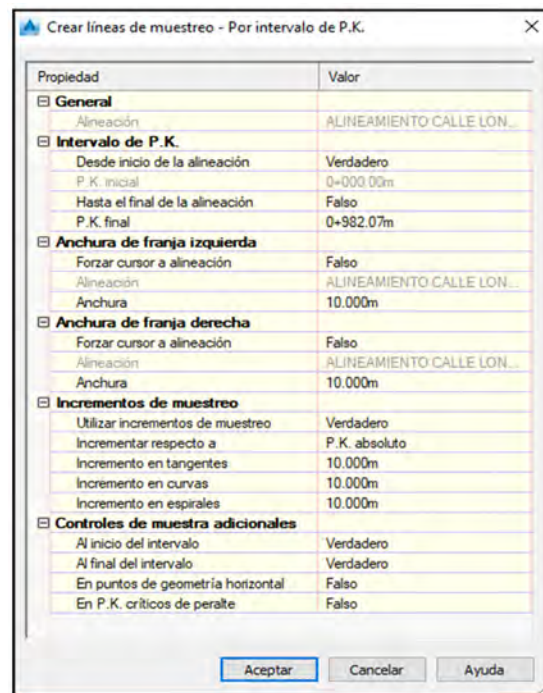


Figura 2. 38 Cuadro de dialogo crear líneas de muestreo por intervalo de P.K.

crean en los P.K. de aumento en la alineación.

- **Incremento en las tangentes:** Se especifica la distancia de los incrementos de muestreo en las tangentes mediante las unidades reales del terreno.
- El valor asignado para el presente proyecto es de un incremento a cada 10 metros.

Se da clic en aceptar y en el dibujo se trazaran las líneas de muestreo asignadas, hay que mencionar que dada la importancia de elementos de relevancia presentes en el tramo intervenido se colocan las líneas de muestreo que se necesitan, en lo que respecta al caso anterior en el siguiente proyecto se realizaron líneas de muestreo en donde se localizaba la infraestructura de drenaje sanitario, con el fin de especificar el detalle de las coladeras pluviales de banquetas con extensión y rejilla con apertura, al igual que las rejillas de piso boca de tormenta localizadas dentro del tramo intervenido. En la figura 2.39 se muestra una representación visual de una línea de muestreo.

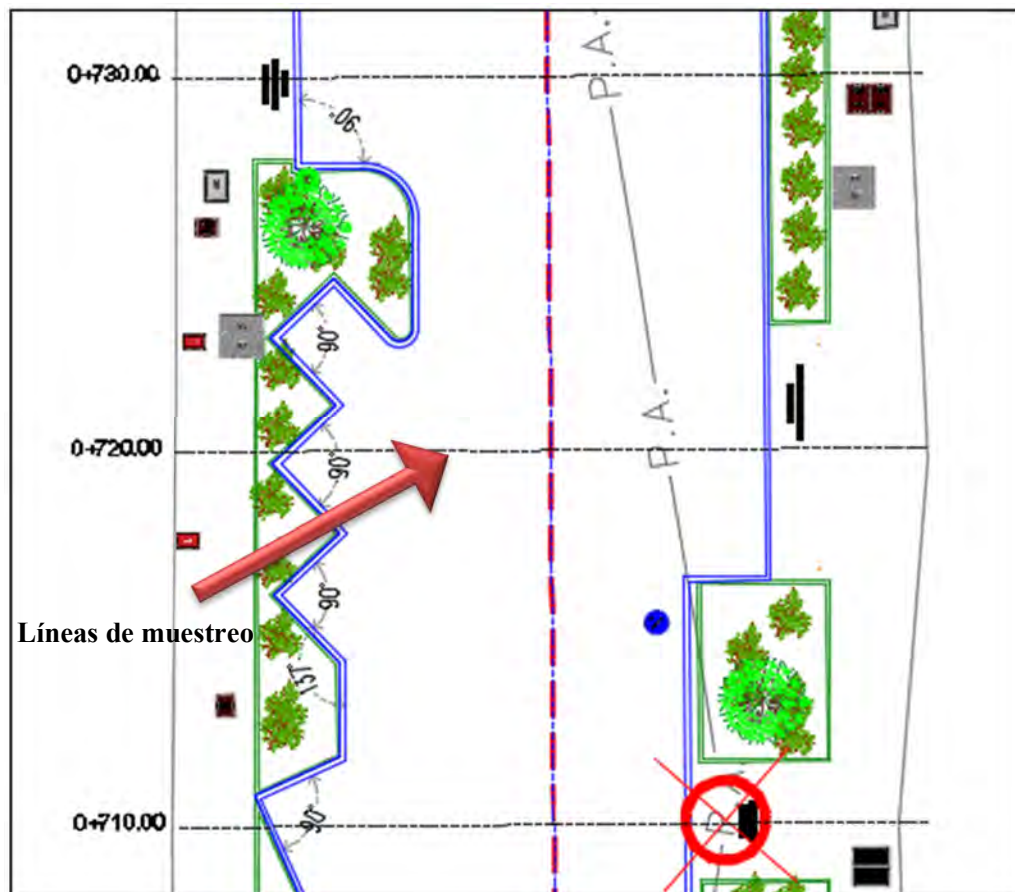


Figura 2. 39 Líneas de muestreo sobre el alineamiento Calle Londres.



2.9. Secciones transversales del terreno natural.

Para el proyecto es indispensable tener una apreciación de cómo se presenta el estado actual del terreno natural, de tal forma que se puede tener los parámetros para saber cómo dar solución adecuada a lo que respecta a la captación de agua pluvial, esto es elaborando las secciones con las pendientes transversales más favorables, esto se va poder apreciar con mejor detalle en el siguiente capítulo donde se describe a elaboración de las secciones de construcción a partir de un elemento con el que cuenta el software Civil CAD 3d denominado ensamblaje.

2.9.1. Descripción del proceso para la creación de secciones transversales en el software Civil CAD 3D.

En la ficha de inicio, en la sección visualizaciones del perfil y vistas de secciones, se encuentra el icono “vista de secciones”, figura 2.40.



Figura 2. 40 Icono de vistas de secciones.

Este icono nos proporciona las opciones, que se pueden visualizar en la figura 2.41, para crear vistas en sección y para proyectar objetos en ellas, se elige la opción “crear varias vistas” y se da clic.

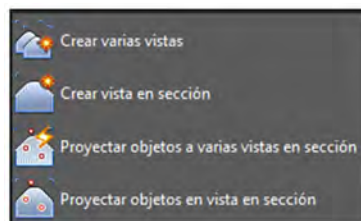


Figura 2. 41 Desglose de herramientas, selección crear varias vistas.

Las diversas vistas en sección se crean desde las líneas de muestreo previamente asignadas.

Crear varias vistas en sección

Este cuadro de dialogo permite precisar información básica sobre las vistas en sección, incluida la alineación y el nombre del grupo de líneas de muestreo principales, el intervalo de P.K. (estaciones), la descripción, estilo y capa.

Este cuadro de dialogo cuenta con las siguientes pestañas:



Pestaña general

En la pestaña general consta de información básica con la cual se asocia la generación de vistas de sección, las cuales son las siguientes:

- **Seleccionar una alienación:** Se selecciona el alineamiento especificado para el proyecto.
- **Nombre de grupo de líneas de muestreo:** Permite especificar el grupo de líneas de muestreo a partir de cual se crean las vistas en sección. Se selecciona el grupo con las líneas de muestreo previamente identificadas.
- **Intervalo de P.K:** Especificamos el intervalo automático, precisando los P.K. de inicio a fin para varias vistas en sección.
- **Nombre de la vista sección:** Especificamos un nombre editable, generado por el sistema.
- **Capa de vista en sección:** Permite seleccionar la capa del dibujo para las vistas en sección.
- **Estilo de vista en sección:** Especificamos el estilo de las vistas en sección.

Pestaña de intervalo de desfase

Esta página permite especificar el intervalo de desfase con el que se dibujan las vistas en sección. Se selecciona la opción automática, especificando que el intervalo de desfase se establece de manera automática. Los anchos de las franjas izquierdas y derechas son asignados mediante las líneas de muestreo, estas cuentan con 10 metros de cada lado a partir del centro de línea. Esta pestaña del cuadro de dialogo se puede visualizar en la figura 2.38.

Pestaña intervalo de elevación

Esta página nos permite especificar las propiedades de elevación de la vista en sección seleccionada. El intervalo de elevación, que seleccionamos es el automático, especificando las alturas mínima y máxima se dibuje en la sección.

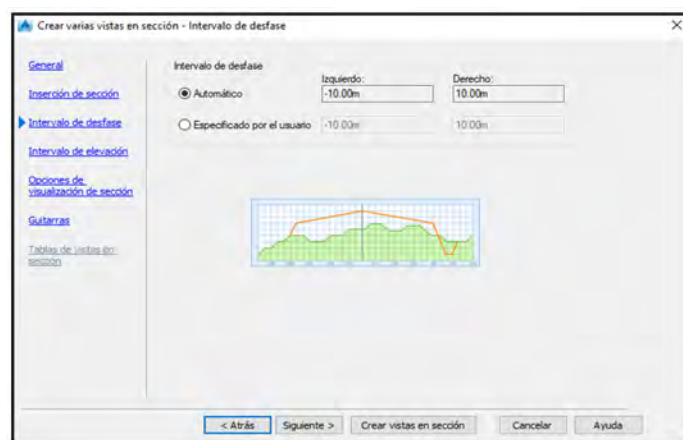


Figura 2. 42 Cuadro de dialogo crear varias vistas en sección, pestaña intervalo de desfase.

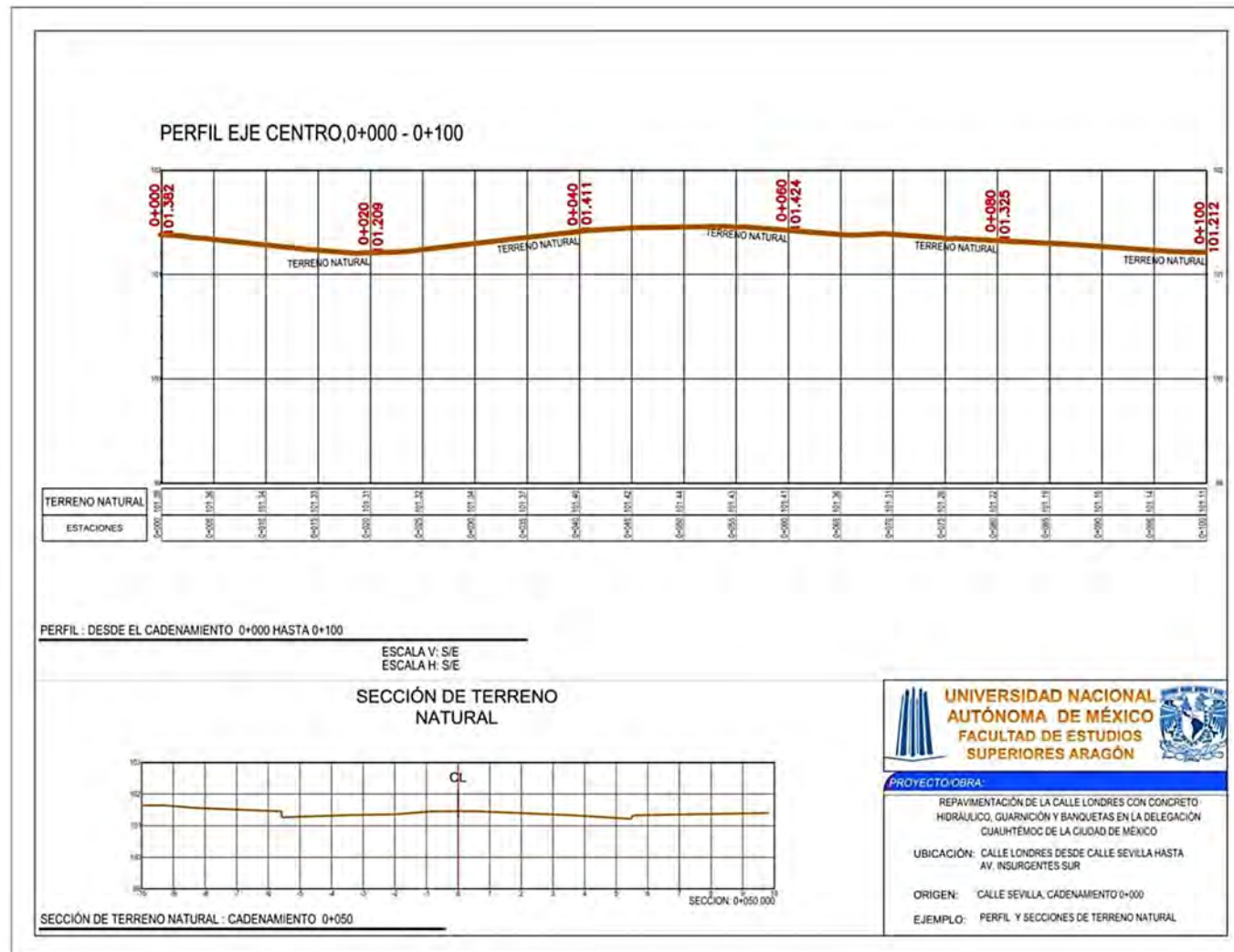


Figura 2. 43 Ejemplo de perfil y secciones de terreno natural del tramo intervenido calle Londres, desde el cadenamiento 0+000 hasta el 0+100.



Capítulo 3 Proyecto geométrico.

3.1. Banquetas y guarnición.

Las guarniciones son los elementos parcialmente enterrados, comúnmente de concreto hidráulicos o mampostería, que se emplean principalmente para limitar las banquetas, franjas separadoras centrales, camellones o isletas y así delinear la orilla del pavimento. Pueden ser colocadas en el lugar o por secciones precoladas.

Las banquetas son las zonas destinadas al tránsito de peatones en puentes y vialidades urbanas, el ancho de la sección de banqueta es determinante para la incorporación de una o más funciones en la misma además de la posibilidad de que sea fácil de transitar, de tal manera que cumpla las siguientes características: accesible, cómoda y segura sin obstáculos para los peatones. Es por ello que es recomendable usar la sección más amplia de banqueta posible en todo el tramo a intervenir.

La sección de banqueta en el tramo intervenido debe garantizar un ambiente urbano que incentive la actividad de las inmuebles, por lo cual se debe de realizar un acabado arquitectónico con el fin de poder homogenizar la zona.

3.1.1. Franjas funcionales de la sección banqueta.

Una sección banqueta eficiente y de calidad está conformada por cuatro diferentes franjas longitudinales que definen y ordenan las distintas funciones de la sección.

La configuración de estas franjas dentro del tramo de la calle Londres a intervenir y en general de cualquier banqueta, siempre estará definida por la franja correspondiente a la circulación peatonal y a la guarnición. El ancho de la sección banqueta y el contexto urbano de los distintos puntos del tramo a intervenir, serán las dos variables que definan si el resto de franjas funcionales pueden considerarse.

Sin embargo, debe contemplarse que entre mayor sea el número de franjas funcionales presentes en la sección banqueta mejor será la experiencia peatonal.

De acuerdo al *“Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad”* publicado por la *“Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Ciudad de México”* (SEDUVI), las franjas funcionales desde paramento hasta guarnición que conforman una sección de banqueta eficiente y de calidad son:

- Franja de fachada (paramento).
- Franja de circulación peatonal (banqueta).

- Franja de mobiliario y vegetación (sardinell y vegetación).
- Franja de guarnición.

En la figura 3.1 se muestra la representación de una sección tipo de banqueta de acuerdo al Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad.

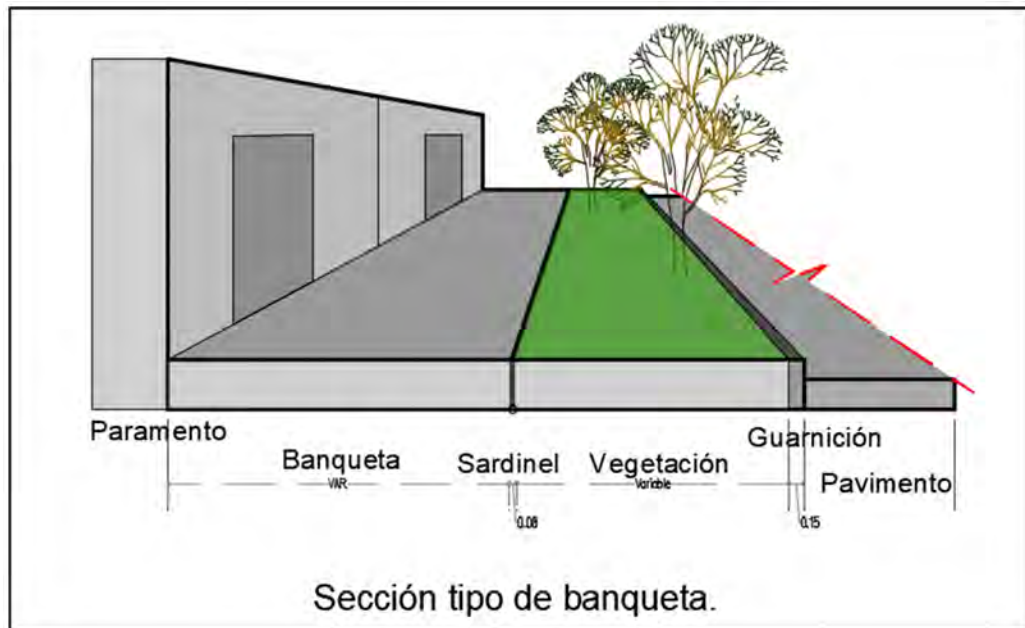


Figura 3. 1. Sección tipo de banqueta, con franja de fachada, franja de circulación, franja de mobiliario y franja de guarnición.

Para diseñar una rehabilitación de la sección banqueta se debe llevar a cabo un análisis de la información, la cual a continuación se describe:

- **Ancho de sección**

Mediante el levantamiento topográfico de todo el tramo a intervenir, se puede ver las características que se presentan de paramento a paramento, se permite conocer los anchos variables de banqueta y las posibilidades de redistribución y rediseño de la vía, los distintos niveles existentes, así como los accesos, elementos de mobiliario, señalamiento e infraestructura (registros) presentes.

- **Ancho efectivo de circulación peatonal**

Con el levantamiento topográfico se puede se conoce el ancho efectivo existente de la banqueta a intervenir, se identifican los distintos anchos libre presentes a lo largo del tramo a intervenir y en relación con los elementos existen en banqueta tales como mobiliario, señalización, entre otros.



Nivel de servicio peatonal

Es necesario calcular el nivel de servicio peatonal que desarrolla la sección banqueta del tramo de la Avenida Insurgentes a intervenir para conocer el estado actual del tránsito peatonal y así determinar la necesidad de modificar la distribución de sus elementos. De acuerdo a esta información será posible determinar qué tantas funciones podría desarrollar la sección para así lograr un nivel de servicio peatonal eficiente y de calidad.

De acuerdo al **Manual de Capacidad Americano (HCM 2000)**, para conocer el nivel de servicio peatonal de la sección banqueta (con flujo peatonal continuo) es necesario levantar un estudio de movilidad, definido en apartado **3.2.1. Estudio de Movilidad**, donde se determine el valor de las variables:

El nivel de servicio peatonal ideal a lograr con el rediseño de la sección banqueta del tramo de la Calle Londres (flujos peatonales continuos y discontinuos) deberá corresponder a un nivel de servicio "C".

Nivel de Servicio Peatonal "C"		
Densidad Peatonal	Intensidad Peatonal	Velocidad Peatonal
3.5 m ² /peatón	23 – 33 (peatones/min/m)	1.2 m/s

Intervenciones en vialidades perpendiculares

La rehabilitación de la sección banqueta incluirá también la redistribución o eliminación de usos en los arroyos vehiculares de las calles perpendiculares al tramo de a intervenir. Esto con el objeto de asegurar un crecimiento de la sección banqueta en todas las intersecciones contempladas para rediseñar su geometría.

En la figura 3.2 se puede apreciar una intersección tipo sin ninguna intervención mientras en la figura 3.3 se observa intersección intervenida con los parámetros de seguridad hacia el peatón.

La eliminación o redistribución de carriles vehiculares en vialidades perpendiculares al tramo a intervenir se realizan utilizando alguna de las siguientes estrategias:

➤ Eliminación de primeros lugares de estacionamiento en vía pública

La ampliación de la sección banqueta en calles perpendiculares y en su intersección con el tramo Calle Londres se ejecutara ocupando el espacio correspondiente a los lugares de

estacionamiento en cordón utilizando los primeros lugares de estacionamiento que sean necesarios para llevar a cabo una ampliación tipo “oreja”.

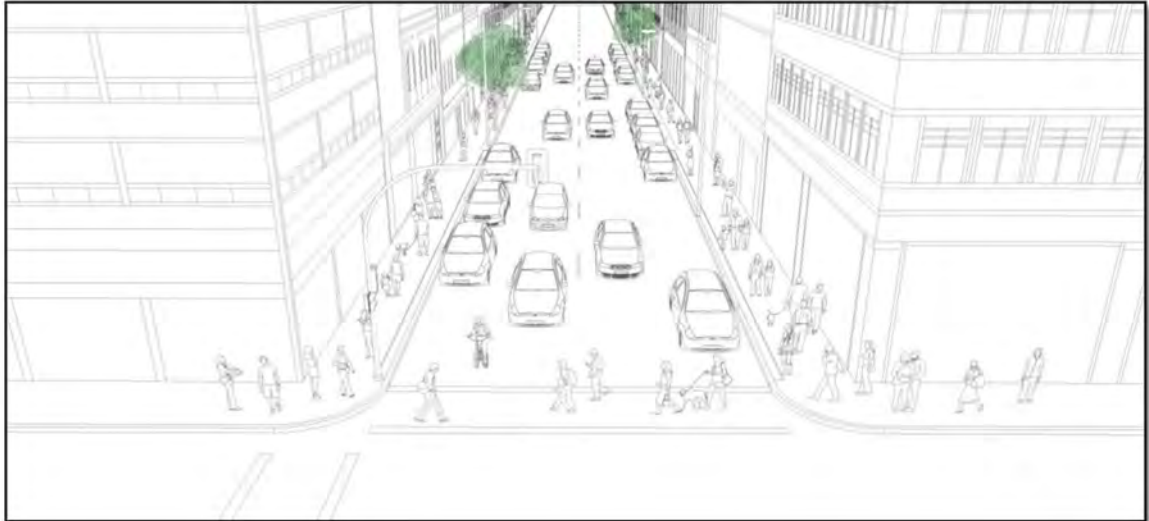


Figura 3. 3. Calle perpendicular sin intervenir estacionamiento en vía pública.



Figura 3. 2. Calle perpendicular después de intervenir estacionamiento en vía pública.

Dieta de vía

Este concepto nos remite a la eliminación y/o reducción del ancho de la sección en los carriles vehiculares correspondientes, esto es únicamente a las vialidades transversales al tramo de intervención con el objeto de trasladar este espacio a la sección banquetea o a una vía ciclista en donde no existía. Esto en función a la jerarquía de movilidad establecida por la *Ley de Movilidad* y al contexto de cada vialidad. La eliminación de carriles vehiculares o reducción de su ancho dependerá en primera instancia de las trayectorias vehiculares que operan de manera efectiva, empatando el número de carriles antes y después de cada intersección.

Hacer una reducción en el ancho de carriles vehiculares, significa una disminución en su circulación, por lo que esta reducción debe asegurar que el ancho de carril ajustado es compatible con las velocidades máximas que establecidas en el “*Reglamento de Tránsito de Ciudad de México*”. Además deben seguirse los lineamientos establecidos por la Secretaría de Movilidad.

En la figura 3.4 se muestra un representación de una intersección sin reducción en la sección de carriles vehiculares, sin embargo dado el caso de que se represente esta condición por no cubrir los parámetros de velocidad, esta debe de presentar con los patrones de señalamiento horizontal con la finalidad de otorgarle la seguridad de cruce al peatón.



Figura 3. 4. Calle perpendicular sin reducción en sección de los carriles vehiculares.



De acuerdo a la “*Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México*”; las medidas de ancho de carril, de acuerdo al tipo de vía, tipo de vehículos y la velocidad permitida que debe contemplar todo cambio en la configuración vial debido a la ampliación de la sección banqueta, dichas condiciones son mostradas en la tabla 3.2.

Tabla 3. 2. Medidas de ancho de carril, de acuerdo al tipo de vía, tipo de vehículos y la velocidad permitida.

JERARQUÍA DE VÍA	CIRCULACIÓN CICLISTA	TIPO DE CARRIL	ANCHO MÍNIMO (m)	ANCHO ÓPTIMO (m)
Vías Secundarias de hasta 30 km/h	No Compartida	Carril estándar de circulación	2.70	3.00
		Carril de transporte público	3.10	3.30
	Compartida	Carril estándar compartido con ciclistas	4.00	4.30
		Carril de transporte público compartido con ciclistas	4.00	4.60
Vías Secundarias entre 30 y 40 km/h	No Compartida	Carril estándar de circulación	2.70	3.00
		Carril de transporte público	3.20	3.30
		Carril de transporte de carga	3.20	3.50
	Compartida	Carril estándar compartido con ciclistas	4.00	4.30
		Carril exclusivo de transporte público compartido con ciclistas	4.00	4.60
Vías Primarias de cualquier velocidad	No Compartida	Carril estándar de circulación	2.90	3.00
		Carril de transporte público	3.20	3.30
		Carril exclusivo de transporte público en contraflujo	3.30	3.50
		Carril de transporte de carga	3.50	3.60
	Compartida	Carril estándar compartido con ciclistas	4.00	4.30
		Carril exclusivo de transporte público compartido con ciclistas	4.00	4.60
		Carril exclusivo de transporte público en contraflujo compartido con ciclistas	4.30	4.60

Fuente Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México.

3.1.2. Especificaciones de Banqueta y guarnición

La guarnición cumple con las siguientes especificaciones que refieren a su dimensión y materiales de elaboración, en la figura 3.5 se puede observar la representación con la guarnición sobre la franja peatonal:

- De sección rectangular 15x15x40 cm, acabado natural de cimbra, con sellador acrílico de base solvente.
- Concreto hidráulico con fraguado normal con resistencia $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y con un revenimiento de 14 cm.

La construcción de la banqueta debe de contar con las siguientes características, en la figura 3.6 se muestra la representación de dichas características:

- Un espesor de 10 cm con un concreto hidráulico con una resistencia $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, con revenimiento de 12 cm, con resistencia total a los 14 días, un T.M.A (tamaño máximo de agregado) de 20 mm, con color integral gris oscuro y acabado martelinado.
- Piso de concreto arquitectónico, con 6 cortes de diseño transversal y ortogonal a 3 mm de profundidad para elaboración de mosaico y sellado acrílico de base agua y base solvente.
- Cortes y construcción de junta transversal con una longitud a cada 1.50 m, máximo de 6 mm espesor a 1/3 del peralte de la losa, tirillas de poliuretano de 9.5 mm (3/8 ") de diámetro backer rod y sellado flexible.

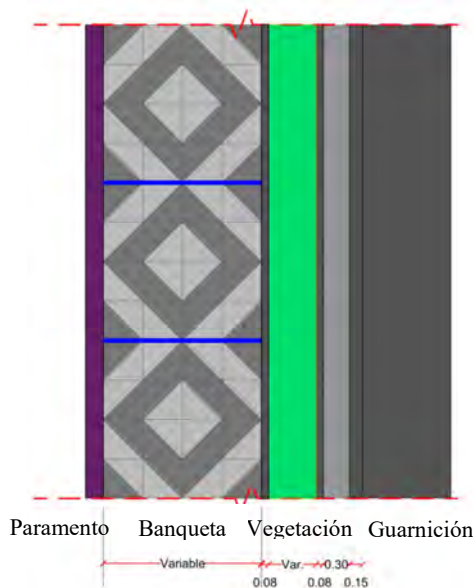


Figura 3. 6 Planta de acabado de piso de concreto arquitectónico para banqueta.

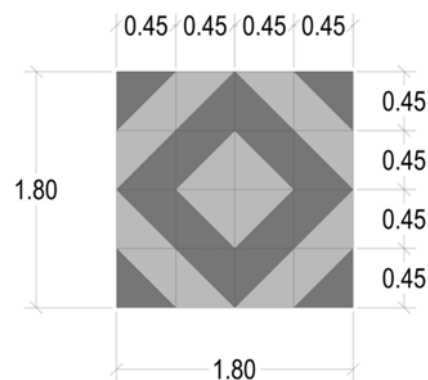


Figura 3. 5 Planta de representación de franjas que componen la banqueta.

3.1.3. Criterios para accesibilidad peatonal

Para asegurar una circulación peatonal continua, accesible y segura a lo largo del todo tramo de la calle Londres se siguieron los criterios de diseño que a continuación se describen:

➤ **Pendientes transversales y longitudinales.**

Todas las franjas que conformen la sección banqueta deberán estar al mismo nivel y con una pendiente transversal continua máxima del 2% en sentido transversal para el drenaje pluvial, como se puede observar en la figura 3.7.



Figura 3. 7 Sección de banqueta con un máximo de 2%

Para que la superficie de piso se mantenga continua no deberá exceder una pendiente longitudinal del 4%, en la figura 3.8 se observa un esquema con dicha condición de pendiente. Las pendientes mayores se deben salvar incorporando rampas.

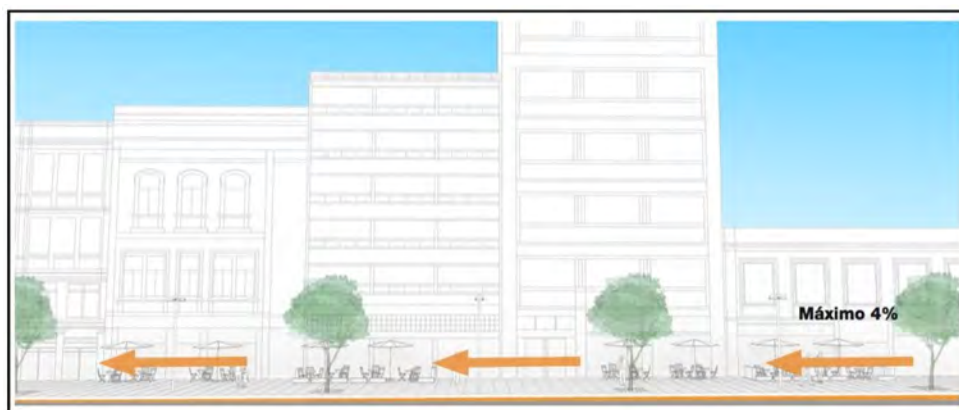


Figura 3. 8 Pendiente longitudinal sobre banqueta del 4%

Accesos Vehiculares

Las superficies correspondientes a las entradas vehiculares que empaten con la sección banqueta del tramo a intervenir deberán contemplar un diseño específico de tal manera que no signifiquen un obstáculo para el peatón garantizando siempre la continuidad de tránsito libre sobre la banqueta. Se detallan a continuación el tipo de soluciones que podrán llevarse a cabo a través de rampas vehiculares.

➤ Rampa Transversal

Sólo podrá desarrollarse en los tramos de la sección banqueta que tenga un ancho mayor a los 3 metros, conservando la franja peatonal mínima de 2 m y solucionando el acceso vehicular mediante una rampa recta con pendiente máxima del 12% en sentido transversal al sentido de la banqueta, como se puede observar en la figura 3.9.

La longitud de desarrollo de la rampa no puede ser mayor al ancho de la franja de mobiliario y vegetación o mayor a $\frac{2}{3}$ del ancho total de la banqueta. Si la pendiente es mayor al 12% deberán construirse rampas laterales.

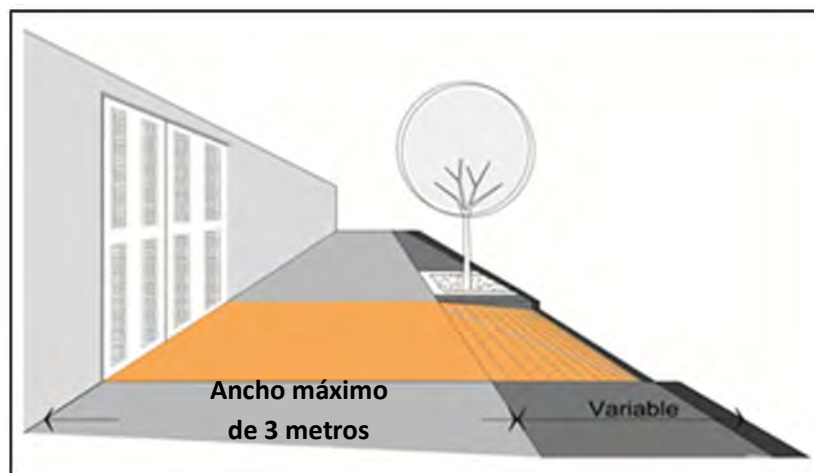


Figura 3. 9. Rampa transversal para acceso vehicular.

En caso de existir un desnivel entre el acceso vehicular y la franja de circulación peatonal, deberá solucionarse mediante la colocación de una rampa adicional a la rampa adyacente a guarnición. La rampa tiene que construirse dentro de propiedad privada; en caso de no ser posible, se deberá asegurar el ancho mínimo de 2 m para la circulación peatonal, como se puede observar en la representación de la figura 3.10.

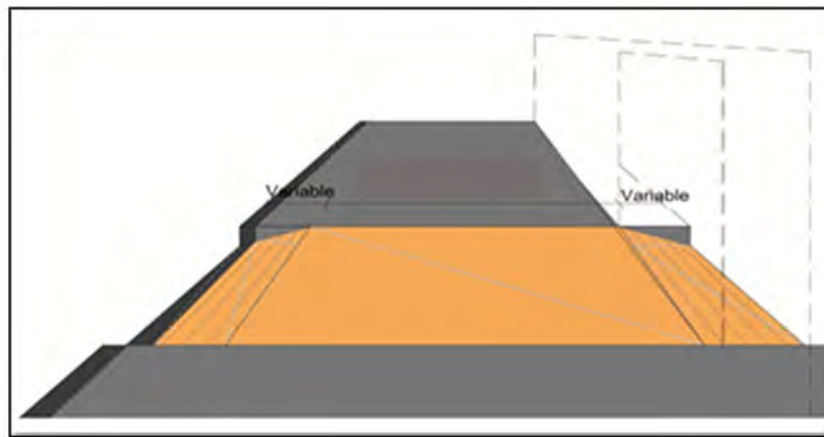


Figura 3. 10. Rampa adyacente a guarnición de acceso vehicular con desnivel.

3.1.4. Diseño de Intersecciones

Para el diseño de las intersecciones, previamente establecidas como indispensables a su intervención, es prioridad poner atención en la circulación peatonal de tal modo que se ofrezcan las condiciones óptimas para que el cruce se realice de una forma segura, accesible y cómoda. Además se deben tener presentes los ordenamientos para efectos del balizamiento, señalamiento horizontal y vertical que emita la Secretaría de Movilidad.

Los lineamientos generales para el diseño o rediseño de una intersección son:

- Minimizar la distancia de cruce entre un extremo y otro de la vialidad llevando a cabo la ampliación de sección de banqueta en las calles y avenidas perpendiculares al tramo de intervención y, particularmente, en las esquinas con espacios de remanentes viales.
- Reducir los radios de giro de las esquinas para minimizar las velocidades vehiculares al dar vuelta y generar trayectorias vehiculares predecibles.
- Aprovechar al máximo todo remanente vial que sea localizado en cualquiera de las intersecciones para reconvertirlos en parte de la sección banqueta.
- Si en las calles secundarias y avenidas principales que sean transversales al tramo de intervención se encuentran presentes estacionamientos de vía pública, debe evaluarse el llevar a cabo una ampliación de la banqueta en esquina.

Criterios de ampliación de la sección banqueta correspondiente a las vialidades perpendiculares al tramo de intervención.

- a) Si se localizan estacionamientos de vía pública, la ampliación de banqueta deberá corresponder al ancho del área de estacionamiento y no mayor a ésta.

- b) La continuidad entre la guarnición de la banqueta original y la ampliación deberá darse mediante una inflexión a 45° , boleando las esquinas con radios mínimos de 1.50 metros.
- c) Los puntos de inflexión en guarniciones deberán iniciar a partir de la línea de alto vehicular hacia el centro de la cuadra, de acuerdo a los siguientes casos:
- Si existe un acceso vehicular en la esquina hacia un inmueble, el punto de inflexión estará ubicado después de la línea de alto vehicular.
 - En caso de incorporar una parada de transporte público y que no existan accesos vehiculares a inmuebles ni otro tipo de obstáculo, el punto de inflexión se ubicará como mínimo a 15 metros del eje del paramento.
- d) Si no es encontrado estacionamiento se debe hacer una proyección de las guarniciones que convergen en las esquina y generar el radio de giro adecuado.

A continuación se ejemplifican en las figuras 3.11, 3.12 y 3.13 los casos que podría hallarse en la intervención de las intersecciones y la manera en que los cuatro criterios se deben desarrollar:

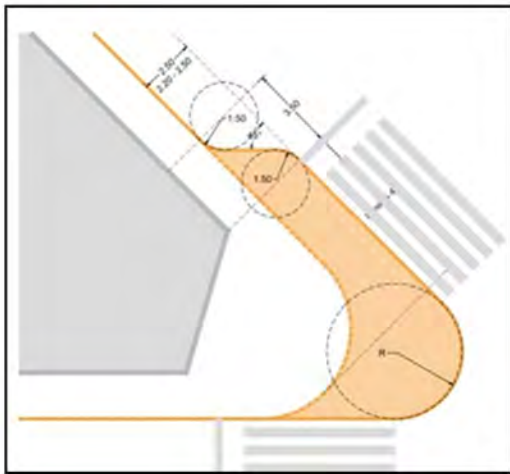


Figura 3. 12. Caso dos, continuidad entre la guarnición de la banqueta original boleando las esquinas.

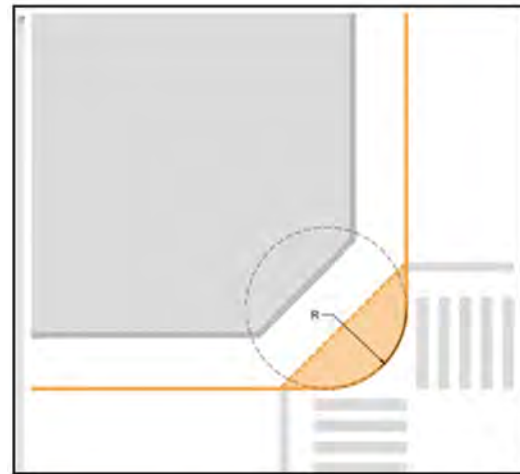


Figura 3. 11. Caso uno, ampliación de banqueta con respecto al ancho de estacionamiento.

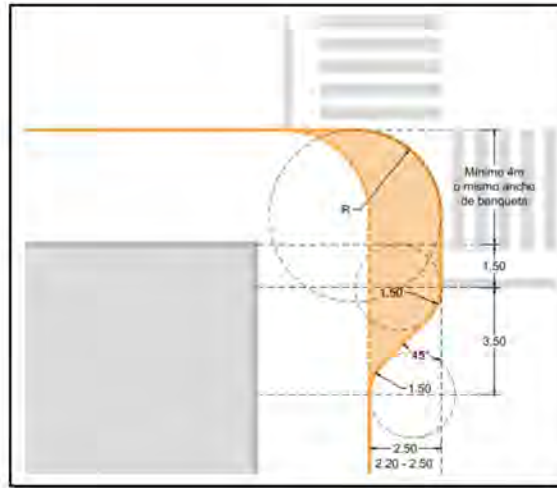


Figura 3. 13 Caso tres, representación de la continuidad y ampliación de banqueta en las esquinas dado el caso de no existir estacionamiento.

Radio de giro en esquinas

Es importante minimizar la longitud del radio de giro ya que es fundamental para la creación de intersecciones compactas con velocidades adecuadas. El diseño de los radios de giro tiene un impacto directo en la velocidad de los vehículos que dan vuelta a la derecha y en las distancias de cruce peatonal, por lo que también deberán tomarse en cuenta los ordenamientos que para tal efecto emita la Secretaría de Movilidad.

El radio de giro está directamente vinculado a la longitud del cruce peatonal. A mayor radio, más longitud de cruce, lo que se traduce en mayor tiempo para atravesar de un extremo a otro de la banqueta. Por lo tanto se debe contemplar el menor radio de giro posible al contexto vial de la intersección para permitir mayor área peatonal en la banqueta así como alinear y acomodar de mejor manera las rampas peatonales.

Para el desarrollo del proyecto ejecutivo se contemplaron los radios de giro que a continuación se enuncian de acuerdo al contexto vial de la vialidad perpendicular al tramo de intervención.

Radio de giro	Operación de vuelta
1	No Presente
6	Presente

Con estas especificaciones técnicas es posible cancelar aquellos movimientos que no estén permitidos y que ponen en riesgo la seguridad de los usuarios de la vía.

3.1.5. Rampas peatonales

La ubicación de rampas peatonales se llevará a cabo en todos los puntos del tramo a intervenir que intersecten con cruces. El diseño de las rampas peatonales debe tener entendimiento con los ordenamientos correspondientes a balizamiento de cruce peatonal y señalización horizontal y vertical. A continuación se detallan los criterios de ubicación y las diversas soluciones de rampas peatonales que se aplican de acuerdo a las dimensiones específicas de cada punto y a su configuración de franjas funcionales.

- **Ubicación**

Se colocarán rampas peatonales en aquellas partes de la sección de la banqueta que correspondan preferentemente a la línea de la franja peatonal. De no ser posible esta condición se deben situar en lo más próximo a la esquina, librando el radio de la guarnición.

En los cruces perpendiculares que se hallen en el tramo de intervención, las rampas peatonales deberán estar alineadas entre sí. Mientras que en los cruces en diagonal, las rampas se colocarán en el eje de la banqueta siguiendo la línea de deseo peatonal.

Cabe mencionar que en la mayoría de las esquina de tramo intervenido se localizaron obstáculos como jardineras e infraestructura de telecomunicaciones, por lo cual fue la mejor opción recurrir al anterior criterio, en el que la circulación del peatón con respecto a la rampa sea obligada sobre la franja peatonal y así mismo sobre el señalamiento horizontal, como se puede apreciar en la figura 3.14

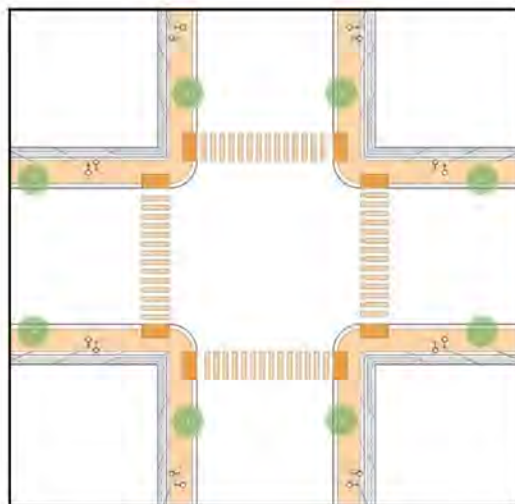


Figura 3. 14. Planta especificando la ubicación de colocación de rampas peatonales.

- **Rampa recta confinada**

La rampa recta confinada fue la opción que se empleó en el presente proyecto debido a sus características, estas se construyen en las esquinas de la sección banqueta, se constituyen por una rampa recta de 4.50 a 6 metros de ancho con pendiente del 8%. Se sugiere que incluya una franja de advertencia, la cual está delimitada por la guarnición que hace inflexión a 90° en ambos extremos. En la figura 3.15 se representa este tipo de rampa.

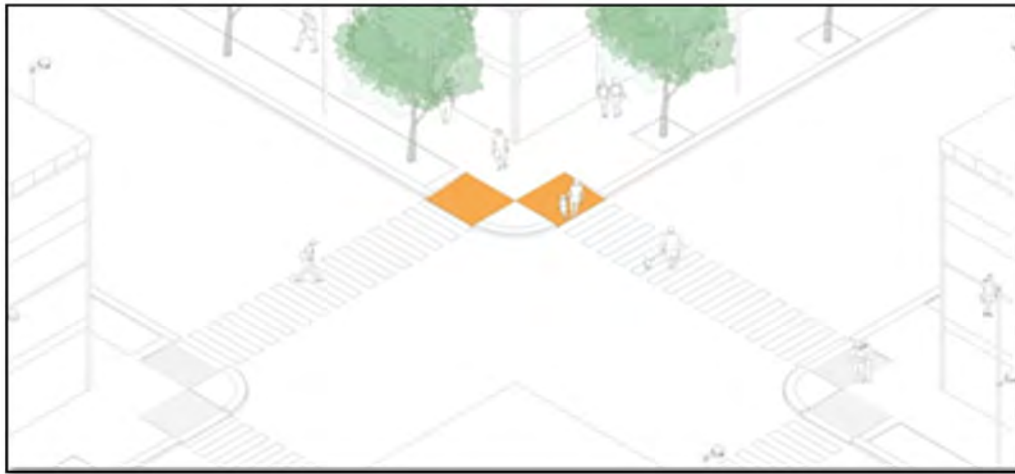


Figura 3. 15. Representación de rampa recta confinada en un cruce.

Criterios de diseño para cruces peatonales.

De acuerdo a los lineamientos expuestos en el “*Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda,*” los cruces peatonales se presentan en esquina o entre cuadra:

Las especificaciones que deberán de seguirse para el diseño de cruces peatonales en esquinas a lo largo del tramo a intervenir, son:

Trazar el cruce peatonal de acuerdo a la ruta natural del peatón y cumplir con los componentes:

- Área de aproximación (rampa peatonal).
- Marca de cruce peatonal en arroyo vehicular, con pintura termo plástica, sobre puesta o mediante cambio de materiales, la cual debe de cumplir con lo establecido en el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito vigente y con los ordenamientos que para tal efecto dicte la Secretaría de Movilidad y la Secretaría de Seguridad Pública.
- Semáforo peatonal audible, cuando se requiera y se apruebe, de acuerdo a los ordenamientos que para tal efecto emita de la Secretaría de Movilidad.
- Señalamiento horizontal y vertical preventivo, informativo y restrictivo, de acuerdo a los ordenamientos que para tal efecto emita la Secretaría de Movilidad.

Con la finalidad de reducir los hechos de tránsito, deberá realizarse ajustes geométricos en todas las intersecciones de cruce peatonal, excepción de la intersección con la calle Florencia y el andador Génova.

De manera ejemplificada en la figura 3.16 se puede observar el trazo de rampas peatonales, la proyección de la conformación de la franja peatonal con su respectivo acabado arquitectónico. Así mismo se puede apreciar la acotación de los anchos de vialidad, los cuales cumplen a las necesidades del flujo y velocidad requerida.

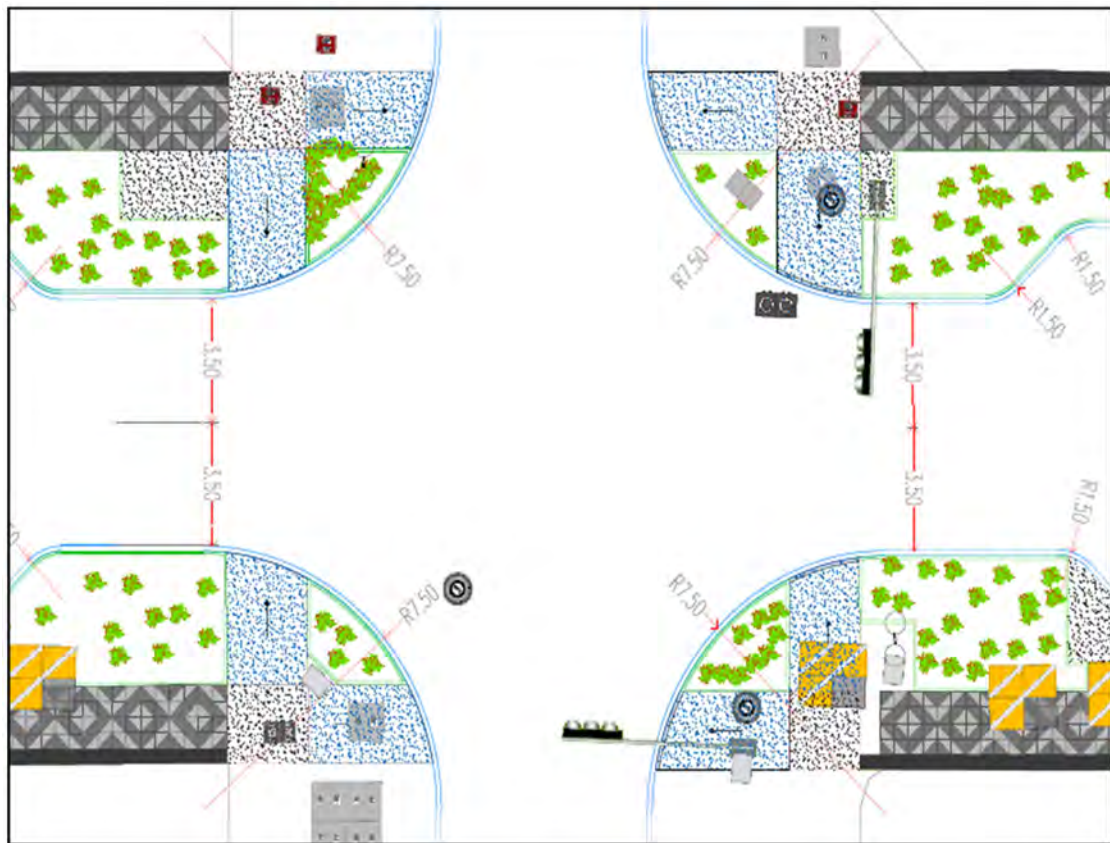


Figura 3. 16. Planta cruce de Varsovia con el tramo de intervención, calle Londres, en donde se muestra el trazo de rampas peatonales.

Habiendo realizado el rediseño del trazo geométrico del tramo intervenido bajo los parámetros señalados a lo que se refiere a la franja peatonal, banquetas, áreas verdes y guarnición, acceso peatonal y vehicular se puede proceder a la proyección del alineamiento vertical, dicha información se representa en un plano de índole arquitectónico.



3.2. Alineamiento vertical

El alineamiento vertical está formado por una serie de tangentes enlazadas, por arcos parabólicos. La inclinación de las tangentes verticales y la longitud de las curvas dependen principalmente de la topografía de la zona, del alineamiento horizontal, de la visibilidad, la velocidad, de los costos de construcción, costos de operación y nivelación en los accesos. El alineamiento vertical y horizontal se requiere que sean consistentes y balanceados, de tal forma que los parámetros del primero correspondan a las características del terreno y sean congruentes para el alineamiento horizontal.

Lo ideal en el caso de una rehabilitación de una vialidad urbana es que la rasante sea conformada al terreno existente, sin embargo de existir problemáticas de pendientes longitudinales, deterioro y deformaciones del pavimento existente, se debe de realizar las correcciones necesarias para un mejor funcionamiento tanto del corredor entorno a las velocidades, como de un adecuado escurrimiento y captación de agua pluvial.

3.2.1. Perfil de rasante

El perfil de rasante es la representación de la carpeta de rodamiento del tramo intervenido, está compuesto por líneas rectas que cuentan con pendientes en específico, las cuales son unidas por arcos de curvas parabólicas verticales en cada cambio de dirección. En la figura 3.17 se puede contemplar la representación de un perfil rasante proyectado con respecto a la altimetría de un terreno natural.

Las pendientes se proyectan al décimo, como por ejemplo: 4.1 %, 3.7%, etc. Según sea el sentido del cadenamamiento, las pendientes ascendentes se marcan con signo positivo y las descendentes con signo negativo.

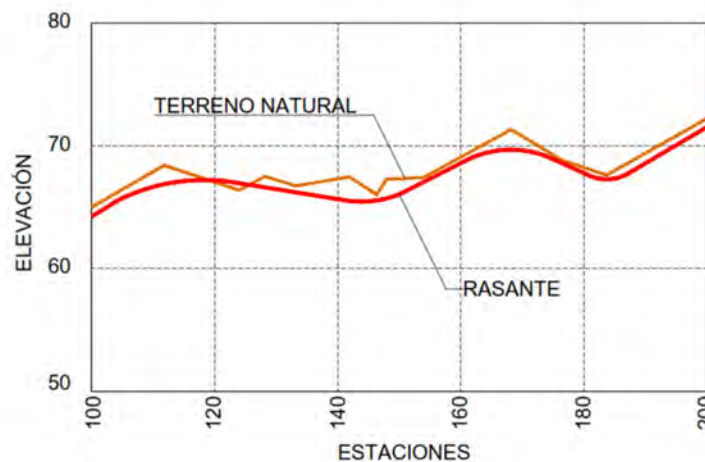


Figura 3. 17. Representación gráfica del perfil rasante en el perfil de terreno



La proyección de la rasante para el presente proyecto debe de tener ubicados los niveles establecidos por la traza urbana, teniendo en cuenta los accesos a los inmuebles sobre el tramo intervenido, de esta manera se respetan los puntos obligados y se evitan defectos que sean perjudiciales al funcionamiento óptimo del sistema de drenaje.

A lo que refiere a puntos obligados a toda la infraestructura como brocales de pozos de drenaje sanitario y fibra óptica y niveles guarnición que no se pueden alterar debido a las condiciones geométricas que presentan sobre el tramo intervenido.

En el cruce con el andador Génova, el cual está conformado por un reductor de velocidad, originalmente se tenía contemplado que las instancias que estaban haciendo el mantenimiento de estas redes iban a respetar los niveles de la rasante proyectada, sin embargo no fue así, por lo cual durante su ejecución de este cruce se tuvieron que condicionar los niveles al de los brocales de los pozos de fibra óptica.

Con la representación gráfica del perfil rasante se pueden apreciar los puntos de los niveles proyectados a partir de la creación de un corredor, cabe destacar que para la descripción del desarrollo de dicho perfil en el software Civil CAD 3D, este se realizara bajo la vinculación del alineamiento horizontal previamente trazado.

No obstante esto no representa una limitación, ya que si es requerido se puede realizar perfiles tanto del terreno natural y rasante con respecto a los hombros de la vialidad, a partir del trazo de alineamientos auxiliares, estos tienen la finalidad de apreciar con mayor detalle los niveles de los accesos a los inmuebles del tramo intervenido y realizar posteriores vinculaciones con las secciones de construcción.

3.2.2. Descripción del proceso creación de un perfil rasante en el software Civil CAD 3D.

Para la creación de un perfil rasante se debe seleccionar la vista del perfil de terreno natural, el cual fue previamente realizado, al momento de la selección se activa una barra de herramientas la cual tiene como función la edición del perfil, se localiza la sección “Centro de Recurso”, en esta se encuentra el icono de “Herramientas de creación de perfiles”, figura 3.18.

El icono “Herramientas de creación de perfiles”, tiene como opciones la creación de un perfil a partir de la composición de uno ya existente.

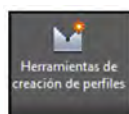


Figura 3. 18 Icono “Herramientas de creación de perfiles”.



La realización del trazo de la rasante es a mano alzada, esto es dibujando rectas tangentes las cuales posteriormente se especificaran las curvas verticales en cada PIV.

Crear perfil.

Cuando se da clic en el icono “Herramientas de creación de perfiles” aparecerá el cuadro de dialogo “Crear perfil”, el cual se puede apreciar en la figura 3.19.

Este presenta opciones específicas que se llenan a partir de las caracterizas que se consideran para la creación del perfil rasante, dichas opciones son las siguientes:

- **Alineación:** Se especifica el alineamiento del tramo intervenido.
- General**
- **Estilo de perfil:** Se selecciona el de *RASANTE*, este estilo fue editado previamente con las características necesarias para el proyecto.
 - **Capa de perfil:** Se especifica la capa del trazo de la rasante.
 - **Conjunto de etiquetas de perfil:** Se especifica las etiquetas en conjunto previamente editadas para las necesidades del proyecto.

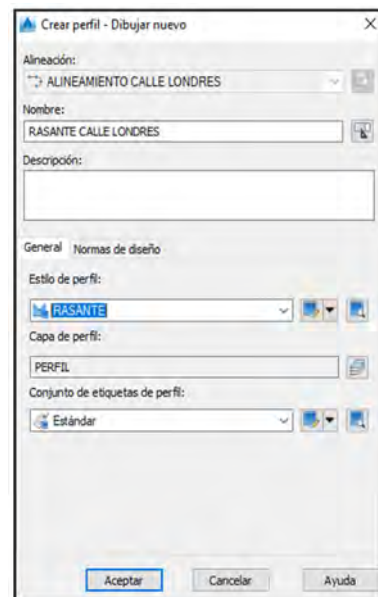


Figura 3. 19 Cuadro de dialogo crear perfil.

3.2.2.1.Herramientas de composición de perfil.

Al momento de dar clic en aceptar en el “Cuadro de dialogo crear perfil” con el cursor se podrá dibujar el trazo de las rectas tangentes, esto es a mano alzada, por lo cual se sugiere hacer la proyección al ras del perfil del terreno natural y posteriormente hacer su composición más exacta con la “herramienta de composición de perfil”, figura 3.20.

Las herramientas de esta barra de herramientas permiten dibujar y editar perfiles, así como analizar tangentes y acuerdos verticales. Las opciones que integran esta herramienta son especialmente útiles para editar perfiles mediante la adición de tangentes y curvas o el desplazamiento de VAV (vértice de acuerdo vertical).



Figura 3. 20 Barra de herramientas composición de perfil-rasante calle Londres.

Insertar VAV

La barra de herramientas de composición de un perfil contiene opciones para la edición del perfil trazado, de manera específica se utiliza la de “Operaciones de edición de VAV (vértices de acuerdo vertical)”.

Se localiza el siguiente icono “insertar VAV”, esta opción de edición nos sirve para la creación de tangentes, de igual forma las divide tangentes en dos tangentes adyacentes creando un vértice de acuerdo vertical (VAV) en una ubicación especificada de la visualización del perfil, la finalidad de realizar este proceso es que posteriormente de la colocación de los “VAV” se vinculan las curvas verticales sobre el perfil rasante.

3.3. Curvas verticales

Los elementos que constituyen el perfil longitudinal de la rasante deben enlazarse por medio de curvas verticales, convexas o cóncavas de longitud variable.

Las curvas verticales se emplean para pasar gradualmente de un tramo en que la rasante tiene una pendiente determinada a otro en que la pendiente es diferente, pudiendo presentar dos casos: uno en que vamos subiendo y luego bajamos, denominado cresta, y el otro en el cual primero se baja y luego se sube denominado columpio.

Únicamente se proyecta una curva vertical cuando la diferencia algebraica entre dos pendientes sea mayor de 0.5%, ya que en los casos de diferencia igual o menor a la indicada, el cambio están pequeño que el terreno se pierde durante la construcción.

El presente proyecto del tramo de la calle Londres, al tratarse de una rehabilitación o reconstrucción considera los siguientes puntos para el trazo del perfil rasante:

- Toda la infraestructura: pozos de visita, registros de CFE y pozos de fibra óptica, que no puedan cumplir con una nueva nivelación adecuada se considera como puntos obligados y por ende la rasante se debe proyectar respetando dicha infraestructura.



- En el cruce con el andador Génova se presenta un reductor de velocidad el cual tiene su propia su puntos nivelación y sea integrando con pendientes estandarizadas que permitan una adecuada circulación vehicular.
- Los puntos que se presentan a los hombros del corredor deben ser respetados con respecto a los accesos vehiculares y peatonales a los inmuebles.

Si bien dichos puntos ya se habían especificado en el levantamiento topográfico, es en esta parte de la elaboración del proyecto en donde se deben puntualizar con el objeto de brindar la proyección de la rasante más favorable.

Así mismo al tratarse de una vialidad urbana se debe considerar que las longitudes de las curvas verticales están entre los 10 y 20 metros, con K calculadas que rondan en entre los 5 y 30 metros, de igual modo se hace énfasis a los siguientes criterios para la selección de una longitud de curva vertical:

- **Criterio de seguridad**

Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para que en toda su trayectoria la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada. Es pertinente manifestar que en algunos casos el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales que satisfagan la distancia de visibilidad de adelantamiento (D_a).

- **Criterio de operación**

Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

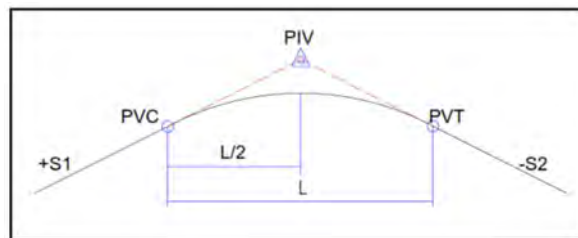
- **Criterio de drenaje**

Establece una longitud máxima que puede tener la curva vertical para evitar que, por ser muy extensa, en su parte central resulte muy plana dificultándose el drenaje del corredor.

3.3.1. Acuerdos convexos y cóncavos

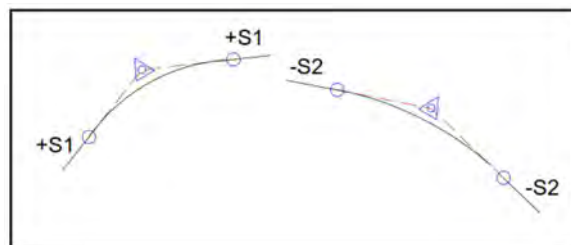
Los perfiles de rasante se componen de dos tipos de curvas: acuerdos convexos y acuerdos cóncavos.

Los acuerdos convexos se sitúan en cimas o lugares en los que la pendiente cambia a un valor inferior. Existen tres tipos de acuerdos convexos: transición de pendiente positiva a negativa, positiva a positiva y negativa a negativa, los cuales son representados de las figuras 3.21, 3.22, 3.23 y 3.24.



TIPO 01

Figura 3. 21 Acuerdo convexo tipo uno, con transición de pendiente positiva a negativa.



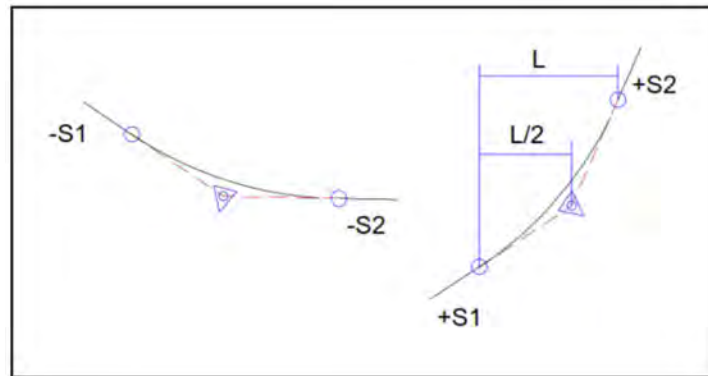
TIPO 02

Figura 3. 22 Acuerdo convexo tipo dos, con transición de pendiente positiva a positiva y de negativa a negativa.



TIPO 03

Figura 3. 23 Acuerdo cóncavo tipo tres con transición de pendiente de negativo a positivo.



TIPO 04

Figura 3. 24 Acuerdo cóncavo tipo cuatro con transición de pendientes negativa a negativa y de positiva a positiva.

3.3.2. Descripción del proceso de creación de curvas verticales en el software Civil CAD 3D.

En la barra de “herramientas de composición de perfil” se cuentan con las opciones que permiten añadir una curva a un perfil. Se pueden crear curvas seleccionando entidades con las que se enlazarán, especificando parámetros o seleccionando un VAV en el que se desee añadir una curva. Los parámetros se pueden especificar de forma numérica o gráfica.

Para precisar gráficamente la longitud, el valor de K o el radio de una curva, se utiliza el cursor para designar dos puntos en la pantalla separando la distancia adecuada.

3.3.2.1. Acuerdo vertical libre (parábola)

Se selecciona el icono “acuerdo libre parabólico”, el cual define un punto de paso, una longitud de curva, un radio o un valor de K determinados, a partir del VAV definido en el perfil rasante previamente creado, según las condiciones que presente el terreno natural y la conformación que más satisfaga a las pendientes longitudinales se hace la determinación de la longitud de la curva, como ya se mencionó para el caso del presente proyecto por ser una vialidad de orden urbano las longitudes son de 15 a 20 metros,



Figura 3. 25 Icono acuerdo libre parabólico.



Habiendo hecho la especificación de la longitud de la curva que se requiera bajo la condición antes mencionada, se da clic sobre el PIV (punto de inflexión vertical) del perfil rasante previamente creado por la condicionando de los puntos destinados al “VAV”.

Según las condiciones de la curva vertical con respecto a la del terreno natural conformado se ingresan los datos que integraran la curva vertical, ya sea una curva vertical de acuerdo convexo o cóncavo. El software nos proporcionara por medio de etiquetas los datos y características que conforman los elementos de la curva vertical, los cuales son: la estación y elevación del PCV, PIV Y PTV, así como el parámetro “K” y la longitud de la curva “L”, los puntos altos de elevación y estación, la representación de dichos datos se muestra en la figura 3.25.

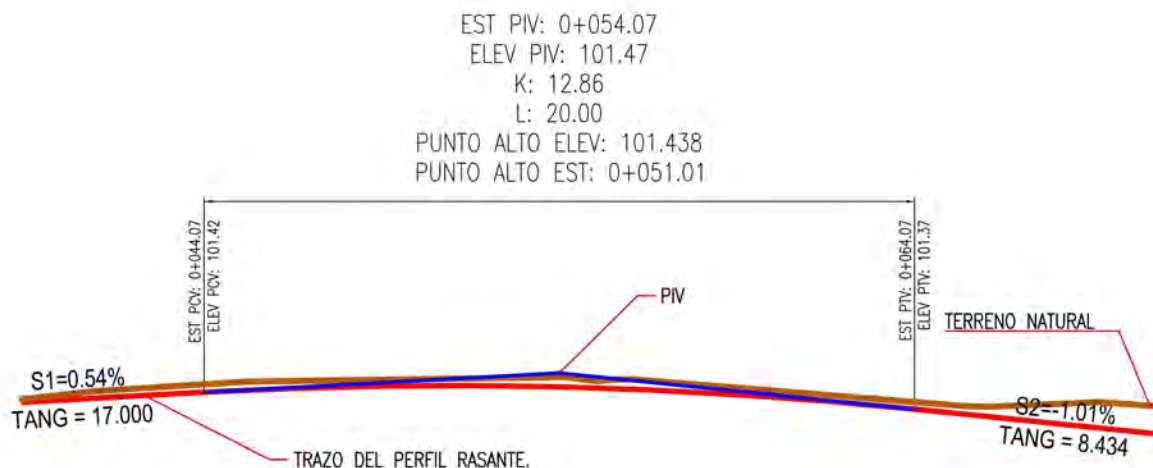


Figura 3. 26 Ejemplo de curva de acuerdo convexo, en donde se muestra la descripción de datos que componen la curva vertical, comprendida desde la estación 0+044.07 para el PCV y la estación 0+064.07 para el PIV.



3.4. Secciones de construcción

Teniendo los parámetros necesarios que vinculan el trazo del alineamiento con respecto a las correcciones de la conformación geométrica nueva de las banquetas, guarniciones y la proyección del perfil rasante, se puede proceder a la realización de las secciones de construcción.

Estas secciones se dibujan y se proyectan a partir de la capa base del pavimento a una escala 1:100. Por medio de la proyección de la rasante se puede conocer el espesor ya sea de corte y terraplén para cada estación completa a cada 10 metros o de cualquier punto intermedio que haya sido primordial por su nivelación con respecto a obras del sistema de drenaje.

Para las descripciones del proceso de la realización de las secciones de construcción, corredor y etiquetas de nivel con la utilización del software Civil CAD 3D, es necesario contar con el dato de los espesores de las capas que van a conformar el pavimento de concreto hidráulico MR-45.

Además de que el tramo intervenido cuenta con un anchos de carril variables que están definidos por la geometría de las guarniciones y banquetas que involucra bahías, cajones de estacionamiento y accesos a inmobiliario.

Además de que se debe considerar que se cuenta con pendientes transversales que varían a partir del eje proyectado, esto es debido a la conformación de niveles de los parámetros los cuales están condicionados por los accesos vehiculares y peatonales, y el estado en el que se encuentra la conformación de la traza urbana.

Sin embargo se debe analizar las pendientes que más favorezcan a una adecuada captación pluvial, es por ello que se deben elaborar los ensamblajes necesarios que representen las condiciones de las secciones de construcción que constituyen el tramo de intervención.

Los ensamblajes se ligan con el perfil rasante, con lo cual posteriormente se genera un corredor el cual cuenta con una capa de la cual se pueden obtener las elevaciones en cualquier punto que se requiera, estos puntos de niveles se representan en los planos en planta y dentro de las secciones de construcción.

Los espesores que se plantean para la elaboración del ensamblaje derivan de un diseño de pavimento realizado por una empresa especialista en este tipo de especificaciones, pruebas y estudios, de manera más detallada en el capítulo 4 se describe dicho diseño.



3.4.1. Descripción del proceso de la creación de secciones de construcción en el software Civil CAD 3D

3.4.1.1. Ensamblajes

Los ensamblajes se definen como componentes versátiles para el diseño de una obra lineal, con numerosos sub-ensamblajes y opciones estructurales disponibles para elegir que es brindada dentro de un catálogo que está integrado en el software.

Una característica del manejo de ensamblajes y sub-ensamblajes es que se van añadiendo en conjuntos de forma secuencial según su característica, por ejemplo un carril, un bordillo, una pendiente del talud o una cuneta. Las posteriores veces que se seleccione la línea base del ensamblaje se creará un grupo nuevo y los sub-ensamblajes sucesivos que se añadan pertenecerán al nuevo grupo de sub-ensamblajes, con ello se tiene un mejor control de la información que posteriormente se va vincular por medio de regiones al perfil rasante.

También es posible crear ensamblajes más avanzados, los cuales se denominan ensamblajes condicionales. Un ensamblaje condicional incluye uno o más sub-ensamblajes condicionales, que aplican los sub-ensamblajes posteriores cuando se cumplen las condiciones especificadas en un P.K. (estación) determinado.

Los siguientes componentes constituyen un objeto de ensamblaje, en la figura 3.27 se puede observar la representación de estos.

- **Punto de inserción:** Punto inicial del dibujo que se selecciona para crear el objeto de ensamblaje. Equivale al eje del objeto de obra lineal final. También se denomina punto de referencia de terreno y normalmente sigue una alineación, así como un perfil de diseño (alineación vertical).
- **Línea base:** La línea base de un ensamblaje normalmente aparece como una ayuda visual (marca) que representa un eje vertical en el punto de ensamblaje de la línea base. Si desea asociar un sub-ensamblaje al punto de la línea base, seleccione la marca de dicha línea. El método de asociación de varios sub-ensamblajes a un ensamblaje es en ocasiones más sencillo que la selección del punto de la línea base, especialmente cuando ya existen uno o más sub-ensamblajes asociados a este punto.
- **Punto de línea base:** Punto del ensamblaje que representa normalmente el punto inicial del primer sub-ensamblaje asociado al ensamblaje que se encuentra cerca de la alineación de control. Por defecto, el punto de línea base coincide con el punto de inserción y, por tanto, sigue el perfil y la alineación del eje. Si desea empezar con los elementos de sección que se orientan (horizontal y verticalmente) a partir del eje, debe alejar el punto de línea base del punto de inserción del ensamblaje.

- **Línea de desfase:** La línea de desfase suele ser una línea vertical que representa, de forma visual, un eje vertical en el punto de desfase. Si desea asociar un sub-ensamblaje a un punto de desfase, seleccione la marca de la línea de desfase en lugar del punto de desfase. Este método de asociación de varios sub-ensamblajes al punto de desfase de un ensamblaje es en ocasiones más sencillo que la selección del punto de desfase, especialmente cuando ya existen uno o más sub-ensamblajes asociados a este punto.
- **Punto de desfase:** Punto del ensamblaje que representa el punto de referencia fijo a lo largo de un desfase de alineación del objeto final de obra lineal. Los sub-ensamblajes asociados a este punto siguen un desfase de alineación y el perfil diseñado correspondiente. Por ejemplo, en el caso de una autopista con vías de servicio en una o en ambas direcciones, los ejes de las vías de servicio se representan mediante puntos de desfase. En un ensamblaje existe únicamente un punto de línea base, que puede ser cero o estar formado por muchos puntos de desfase de un ensamblaje. En cualquier momento se pueden añadir o eliminar puntos de desfase de un ensamblaje.

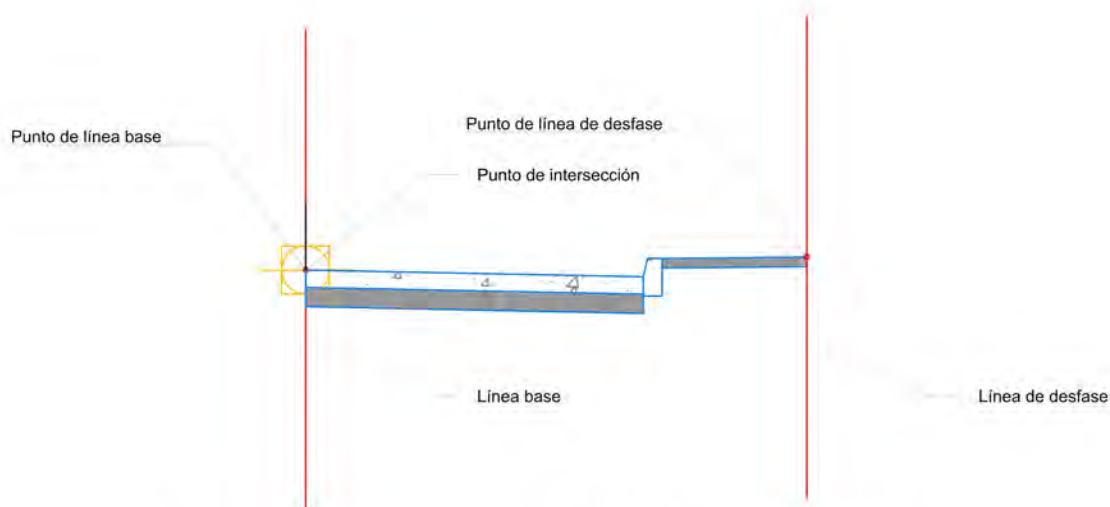


Figura 3. 27 Componentes que conforman un ensamblaje.

Para la creación de un ensamblaje se tiene que activar el cuadro de dialogo “propiedades de ensamblaje”, esto es en la barra de inicio en la sección de crear y añadir ensamblaje, con ello aparecerá dicho cuadro de dialogo.

Cuadro de dialogo propiedades de ensamblaje.

El cuadro de dialogo “propiedades de ensamblaje”, contiene apartados y fichas siguientes:

- **Ficha información**

Esta ficha se permite ver o editar información general sobre el ensamblaje, contiene los siguientes parámetros y se puede apreciar en la figura 3.28:

- **Nombre:** Indica el nombre del ensamblaje actual.
- **Descripción:** Especifica una descripción opcional del ensamblaje actual.
- **Estilo de objeto:** Precisa el estilo utilizado para mostrar el ensamblaje actual.
- **Mostrar información de herramientas:** Permite controlar si se muestra la información de herramientas para el objeto del dibujo (no sobre los iconos de la barra de herramientas).

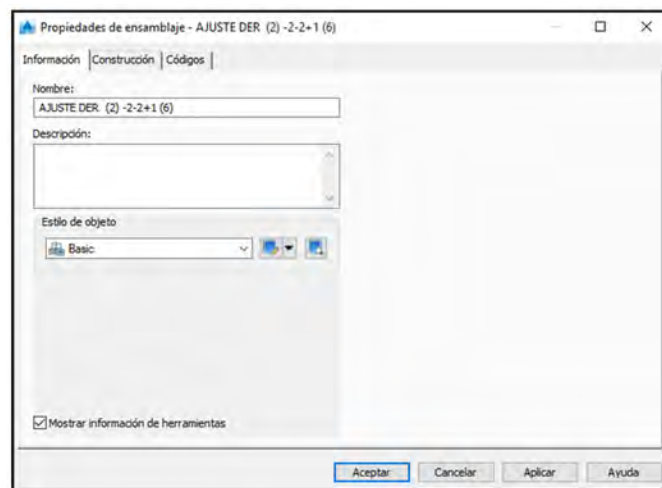


Figura 3. 28 Cuadro de dialogo propiedades de ensamblaje.

Ficha Construcción

Esta ficha permite ver la estructura organizativa de los sub-ensamblaje y grupos de sub-ensamblajes que componen el ensamblaje y se puede apreciar en la figura 3.29, contiene los siguientes parámetros:

- **Tipo de ensamblaje:** Especifica la clase de carretera o ferrocarril admitido por el ensamblaje. Cuando el ensamblaje se usa en una obra lineal que utiliza un eje de rotación de peralte, el tipo de ensamblaje debe coincidir con el tipo especificado.
- **Elemento:** En la vista en árbol del panel izquierdo se muestra la estructura que organiza el ensamblaje.

➤ **Referencia de parámetro**

Indica que el valor de salida de otro sub-ensamblaje se utiliza como valor de parámetro de entrada para el sub-ensamblaje seleccionado.

➤ **Utilizar:** el valor especificado en el campo Obtener valor desde se utiliza para el valor del parámetro de entrada, en lugar del valor de parámetro de entrada por defecto.

➤ **Obtener valor desde:** indica el valor de salida de otro sub-ensamblaje, que se utiliza como valor de parámetro de entrada para el sub-ensamblaje seleccionado.

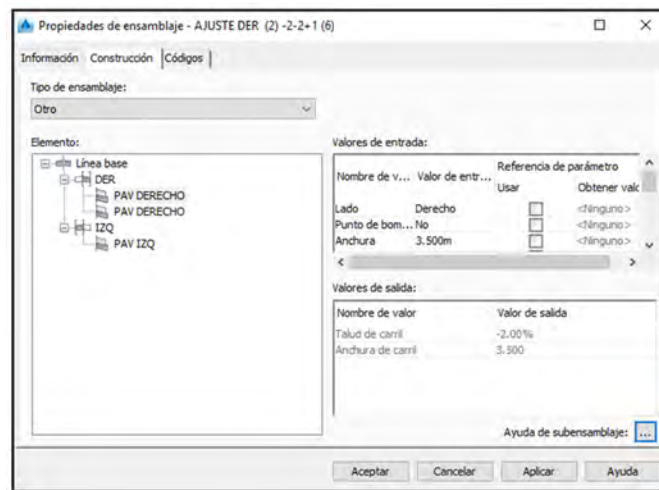


Figura 3. 29 Cuadro de diálogo propiedades de ensamblaje, ficha construcción.

Ficha de Códigos

Esta ficha permite editar los estilos de visualización para los códigos asociados con el ensamblaje seleccionado y se puede apreciar en la figura 3.30, esta ficha está constituida por los siguientes apartados:

➤ **Estilo de conjunto de códigos:** Especifica el estilo de conjunto de códigos actual del ensamblaje.

➤ La tabla de propiedades contiene las siguientes columnas:

➤ **Nombre:** Muestra un árbol expansible con una colección para cada tipo de código: Vínculo, Punto y Forma. Expanda las colecciones para mostrar los códigos individuales.

➤ **Descripción:** Muestra la descripción de cada código.

➤ **Estilo:** Muestra el estilo asignado a cada código.

- **Material de renderización:** Muestra el material de renderización asignado a cada código o se deja vacío si no se ha asignado un material de renderización

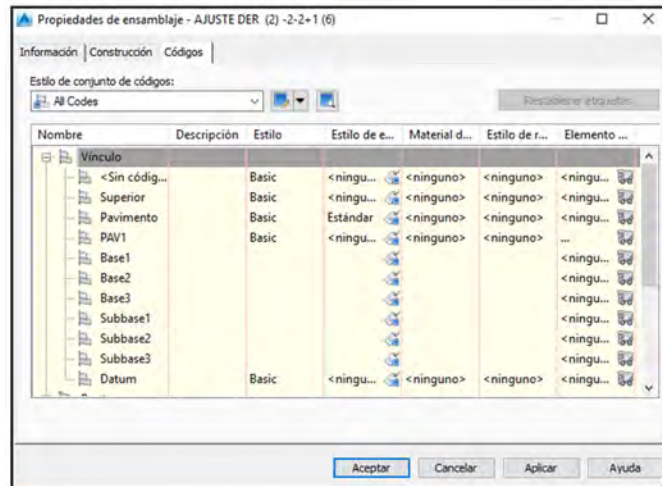


Figura 3. 30 Cuadro de dialogo propiedades de ensamblaje, ficha códigos.

En la figura 3.31 se muestran la construcción de tres ensamblajes que se utilizaron para el presente proyecto, por el motivo de hacer intervención con la nivelación de los accesos a los inmuebles se tienen secciones que no son tan típicas sin embargo los ensamblajes cumplen tal requerimiento y por el motivo de un manejo eficiente de pendientes para una adecuada captación de agua pluvial por medio de los sistemas de drenaje y con el objeto de que no existan encharcamientos de agua que perjudique al pavimento de concreto hidráulico.

De forma ejemplificada en la figura 3.32 se representa un perfil de terreno natural desde el cadenamiento 0+000 hasta el 0+100 del tramo intervenido, el cual que cuenta con la proyección del perfil rasante con tres curvas verticales que están integradas con sus elementos requeridos para su señalización durante la ejecución, además de que se puede apreciar una sección de constricción situada en el cadenamiento 0+050, la cual cuenta con su respectivo ensamblaje vinculado y sus etiquetas que refieren a su nivelación.

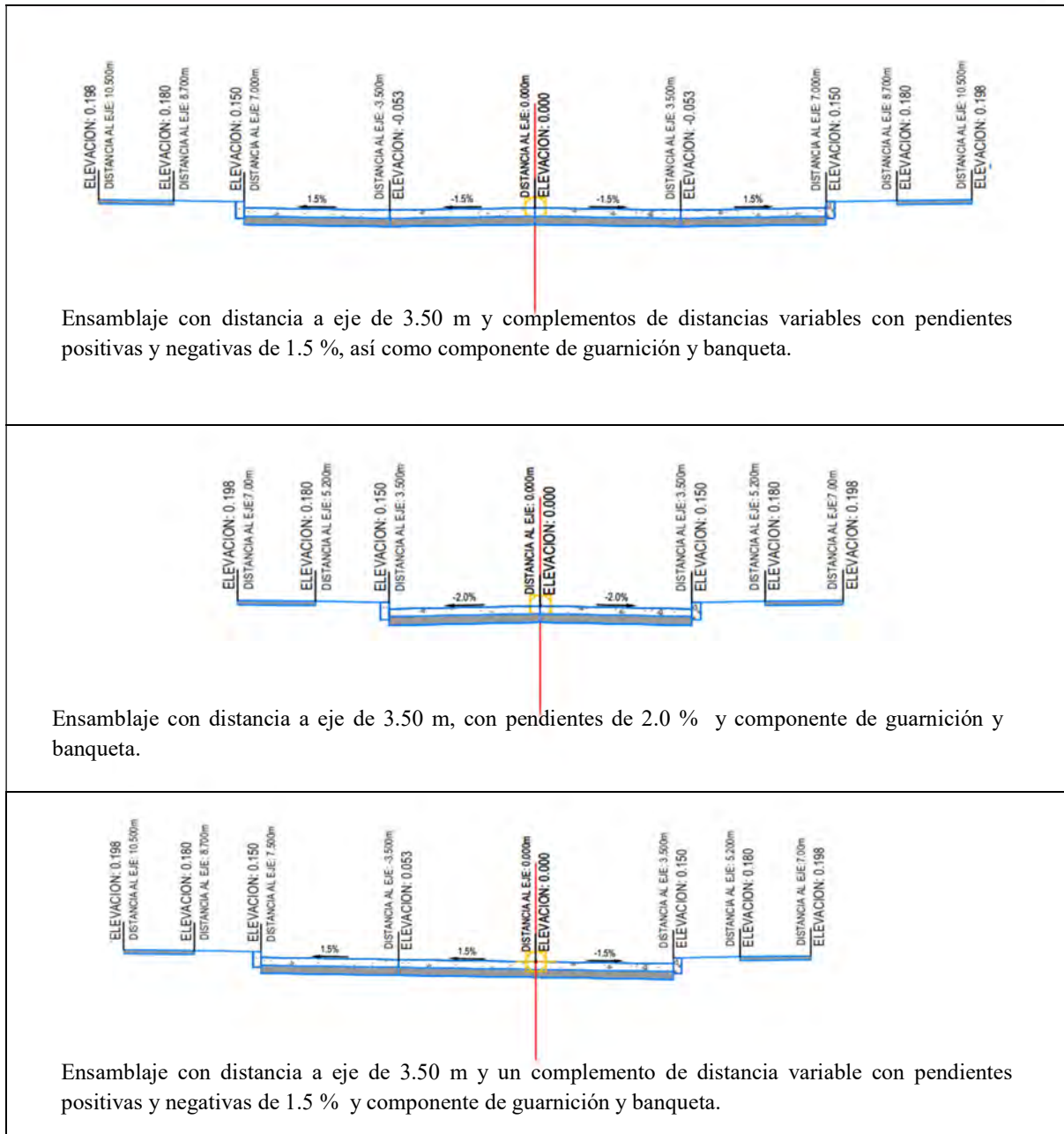


Figura 3. 31 Ejemplos de ensamblajes generados para la conformación del corredor dentro de la obra línea para el proyecto del tramo intervenido calle Londres.

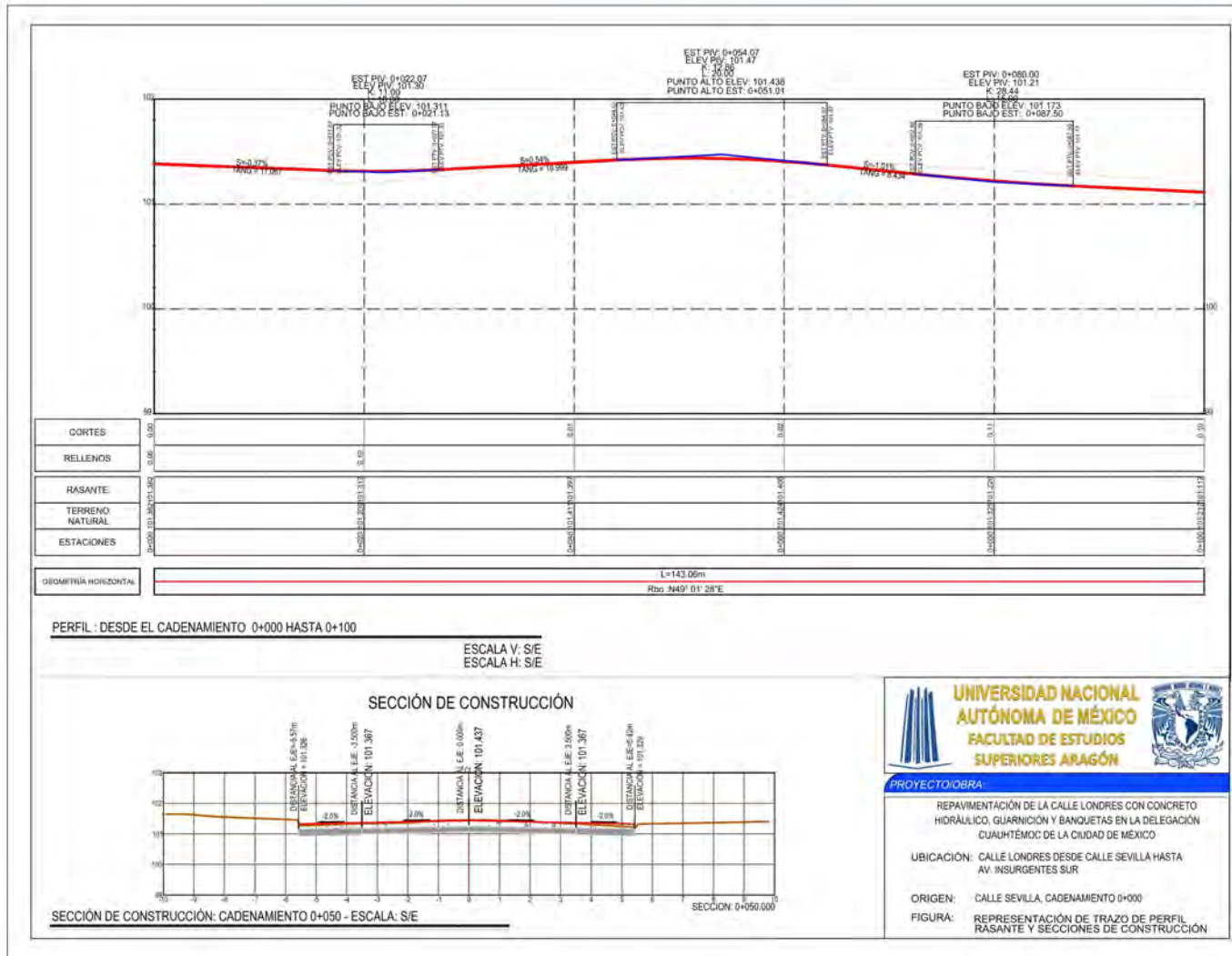


Figura 3. 32 Representación de trazo de perfil rasante desde el cadenamiento 0+000 hasta el 0+100 del tramo intervenido calle Londres y Sección de construcción del cadenamiento 0+050.

3.4.1.2. Obra lineal

La creación de una obra lineal es con el objeto de conformar por medio de los ensamblajes realizar un ligue con el perfil rasante y así hacer la creación de una superficie, con la cual nos servirá de apoyo para la localización y referencia de cualquier punto con su respectivo nivel dentro del tramo de intervención, ya sea tanto del arroyo vehicular o de la banqueta y guarnición.

El planteo de dicha información es necesario para su especificación dentro de planos con una vista en planta, los cuales serán utilizados dentro del formato de los planos as-build que son de apoyo al contratista.

En los siguientes apartados se realiza la descripción de la elaboración de una obra lineal en el software Civil CAD 3D.

Cuadro de dialogo Crear obra lineal

El cuadro dialogo crear obra lineal, que se puede apreciar en la figura 3.37, se puede activar haciendo clic en el icono “obra lineal”, que se encuentra en la sección “crear diseño” que está en la barra de inicio.

En este se especifican los parámetros para la obra lineal que se va a crear, por ejemplo la alineación, el perfil, el ensamblaje y la superficie de objetivo, cuenta con los siguientes apartados:

- **Nombre de obra lineal:** Permite especificar el nombre de la obra lineal.
- **Descripción:** Permite especificar una descripción para la obra lineal.
- **Estilo de obra lineal:** Muestra el estilo que se utiliza para mostrar los componentes de obra lineal, como contornos de región y P.K. de inserción de ensamblaje.
- **Capa de obra lineal:** Permite mostrar la capa en la que se creará la obra lineal.
- **Alineación:** Especifica la alineación de línea de la línea base por defecto. Esta lista muestra todas las alineaciones en el dibujo actual. Seleccione una alineación de la lista o haga clic en para designar una en el dibujo.

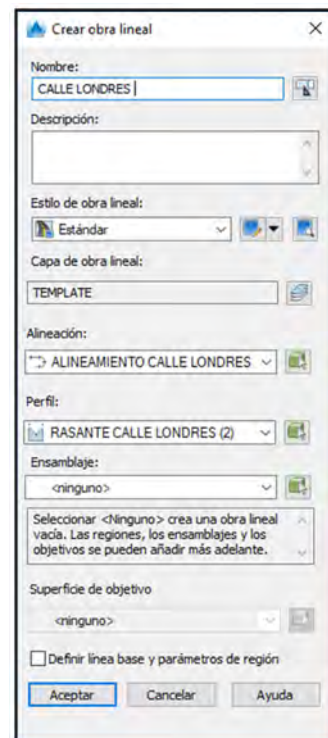


Figura 3. 32 Cuadro de dialogo Crear obra lineal.



- **Perfil:** Especifica el perfil de la línea base por defecto. Esta lista muestra todos los perfiles que están disponibles para la alineación seleccionada. Seleccione un perfil de la lista o haga clic en para designar uno en el dibujo.
- **Ensamblaje:** Especifica el ensamblaje por defecto. Esta lista muestra todos los ensamblajes del dibujo actual. Seleccione un ensamblaje de la lista o haga clic en para designar uno en el dibujo.

Descripción del ensamblaje

Superficie de objetivo: Especifica el valor por defecto de la superficie de objetivo para los sub-ensamblajes en el ensamblaje seleccionado. Esta lista muestra todas las superficies del dibujo actual.

- **Definir línea base y parámetros de región:** Abre el cuadro de diálogo Definir línea base y parámetros de región, que permite especificar los objetivos y las frecuencias, así como añadir varias líneas base y regiones, para el presente proyecto contamos con diversos tipos de ensamblajes los cuales se crearon para casos particulares dentro del tramo intervenido.

Los parámetros de región están sujetos a la ubicación dentro del tramo intervenido con respecto al cadenamamiento dado por el alineamiento.

Cuadro de dialogo de propiedades de obra lineal

Al momento que se llenan los apartados del y se da aceptar con ello se crea la obra lineal, esta se ha integrado en los elementos clasificado en la sección obras lineales del cuadro de dialogo “Tool Space”, para lo cual lo que procede es realizar la edición de la misma, para esto se debe abrir el cuadro dialogo “propiedades de obra lineal”, figura 3.33., que se activa haciendo clic derecho en la obra lineal creada y dando clic en propiedades.

El cuadro de dialogo cuenta con las siguientes fichas:

Ficha de información

Esta ficha permite ver o modificar información general de la obra lineal mediante los parámetros siguientes:

- **Nombre:** Permite especificar el nombre de la obra lineal actual.
- **Descripción:** Permite especificar una descripción opcional para la obra lineal actual.
- **Estilo de objeto:** Permite precisar el estilo de obra lineal por defecto que se utiliza para mostrar componentes de obra lineal, como contornos de región y P.K. de

inserción de ensamblajes. Seleccione un estilo de la lista o utilice las herramientas de selección estándar.

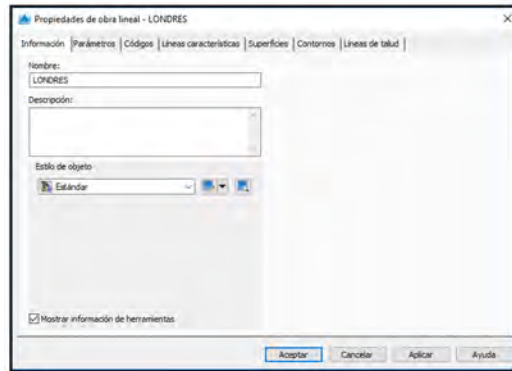


Figura 3. 33 Cuadro de dialogo propiedades de obra lineal, ficha información.

Ficha parámetros

Esta ficha permite ver y editar los parámetros de la obra lineal actual, incluidas líneas base, regiones y desfases de control, así como establecer objetivos, cuenta con los siguientes apartados:

- **Añadir línea base:** Permite añadir una línea base (alineación) a la definición de la obra lineal.
- **Establecer todas las frecuencias:** Abre el cuadro de diálogo Frecuencia para aplicar ensamblajes, el cual permite asignar objetivos de definiciones de sub-ensamblaje a nombres de objeto de dibujo adecuados para la obra lineal completa.
- **Establecer todos los objetivos:** Abre el cuadro de diálogo Asignación de objetivo, que permite asignar objetivos de definiciones de sub-ensamblajes a nombres de objeto de dibujo apropiados para la obra lineal completa.

Fichas de superficies.

Se utiliza esta ficha para crear superficies de la obra lineal. Permite crear una superficie vacía de la obra lineal a la cual se le pueden añadir posteriormente datos mediante los campos Añadir datos, cuenta con los siguientes apartados:

Añadir datos

- **Tipo de datos:** Especifica el tipo de datos con el que se creará una superficie de obra lineal: permite crear la superficie a partir de las líneas características que conectan los códigos de punto especificados.
- **Vínculos:** permite crear la superficie a partir de un vínculo especificado.



- **Especificar código:** Especifica los vínculos o las líneas características disponibles, según si el Tipo de datos se establece en Líneas características o Vínculos.
- Permite añadir los datos especificados con los campos Tipo de datos y Especificar código a la superficie seleccionada.

Habiendo especificado los parámetros de las características de la obra lineal se va poder observar en el model la creación de la capa de la obra lineal dentro del tramo intervenido, como se representa en la figura 3.35.

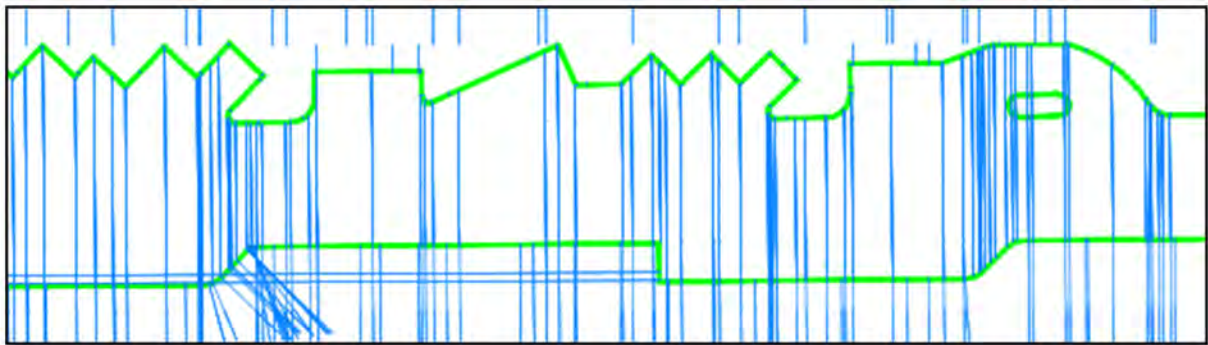


Figura 3. 34 Planta representando la obra lineal del tramo intervenido.

3.4.1.3. Etiquetas sobre superficie de la obra lineal

Con la opción de “etiquetas sobre una superficie de la obra lineal” nos brinda las cotas de las elevaciones de la capa conformada mediante la generación de la región asignada por cada ensamblaje y con respecto a la rasante previamente trazada en el perfil del terreno natural.

Estas cotas de elevación son proporcionadas como un dato que se visualizara sobre las plantas de los planos que conformen el proyecto geométrico, pueden presentarse de forma opcional debido a que de igual forma dichas cotas de elevación se presentan en las secciones de construcción, sin embargo se sugiere dicha opción se use para puntos en donde se requiera ser más específico.

Cuadro de dialogo Añadir Etiquetas

Para ello se activa el cuadro de dialogo “añadir etiquetas”, este se utiliza para etiquetar elementos generados a partir de un dibujo situado en el model, y presenta los siguientes apartados:

Elemento: permite especificar el elemento que se desea etiquetar, para el presente caso se utiliza el elemento superficie.

Tipo de etiqueta: permite especificar el tipo de etiqueta que se desea añadir. En esta parte seleccionamos Elevación de punto para que nos proporcione ese tipo de etiqueta.

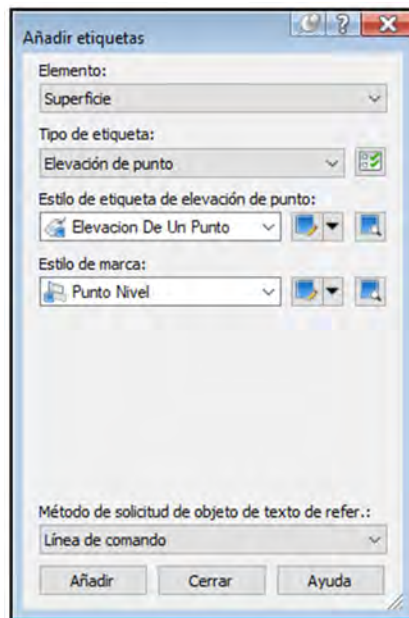


Figura 3. 35 Cuadro de dialogo Añadir Etiquetas.

Al llenar los parámetros de las características que necesitamos para el estilo de etiquetas se da clic en “añadir” y aparecerá un cuadro de dialogo donde nos mostrara las superficies dadas de alta, en este caso se selecciona la superficie correspondiente a la obra lineal que tiene el nombre que le asignamos en su edición, con ello se selecciona la zona donde queremos que nos muestre las cotas de elevación.

De manera ejemplificada en la figura 3.36 se muestra la representación con vista en planta de dichas etiquetas en la superficie de la obra lineal.



Figura 3. 36 Ejemplo de representación con vista en planta de etiquetas de cotas de elevación sobre superficie de obra lineal.



Capítulo 4 Proyecto de modulación para pavimento de concreto hidráulico.

4.1. Pavimento rígido.

En la ingeniería de pavimentos se maneja el concepto de dos tipos convencionales, identificados como flexibles o de concreto asfáltico y rígidos o de concreto hidráulico, con variantes en la conformación de sus capas, cada uno de estos dos tipos debido a sus características cuenta con trabajos específicos de rehabilitación y reconstrucción.

Se denomina pavimento rígido a los que están constituidos por losas de concreto hidráulico, armadas o no, que reposan generalmente sobre una base adecuadamente preparada y, a veces, sobre un tipo de terreno de explanada. A causa de su rigidez distribuyen las cargas transmitidas por el tráfico sobre en un área relativamente amplia de la base. Su vida útil varía entre los 20 y 40 años. Una de sus cualidades es que el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa comúnmente en las juntas de las losas.

Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, la distribución de esfuerzos se producen en una zona muy amplia, además que por sus características es capaz de resistir un cierto grado de esfuerzos de tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio, aun cuando existan zonas débiles en la sub-rasante.

Las capas que conforman un pavimento rígido en una vialidad urbana son los siguientes:

- **Terreno natural**

Esta capa está conformada con los materiales existentes del terreno existente. Podemos decir que para determinar el espesor de un pavimento se dependerá en gran medida de la calidad del suelo, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad.

- **Sub-rasante**

Está constituida para ser la capa de apoyo del pavimento, la cual puede estar formada por el propio terreno natural, perfilado y compactando adecuadamente.

Sin embargo, cuando el material local no tiene las características de expansión, bajo un valor relativo de soporte (VRS o CBR en sus siglas en inglés), se recurre a la utilización de materiales seleccionados de mejor calidad o bien a su tratamiento con productos



tales como cemento portland, cal, asfaltos, etc. Esto es dependiendo claramente de la su selección de aspectos prácticos y económicos.

La capacidad de respuesta estructural de la sub-rasante se determina mediante el módulo de reacción K, que constituye uno de los principales parámetros de diseños de un pavimento rígido.

- **Base**

Hay que puntualizar que la terminación empleada en mucha literatura de diseño pavimentos se tiene definida como capa "sub-base", sin embargo el termino se ha ido desplazando para caracteres técnicos y actualmente es definida como capa "base".

Esta capa subyace a la losa de concreto y está constituida con materiales granulares, materiales tratados o concreto pobre (relleno fluido). Su finalidad es absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y además repartir uniformemente los esfuerzos a la sub-base y sub-rasante.

El material que constituye esta capa para el presente proyecto es de relleno fluido, el cual es un material auto-compactante de baja resistencia con consistencia fluida, éste por sus características funciona como alternativa al relleno granular compactado.

- **Superficie de rodamiento (losa de concreto hidráulico)**

Es la capa superior constituida de concreto hidráulico, se construyen mediante la colocación de una mezcla de agregados pétreos, cemento y agua, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Tienen además la función de soportar y distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento.



4.1.1. Concreto profesional resistente a la flexión (MR).

De acuerdo con el criterio de los métodos internacionales para el diseño de losas soportadas sobre terreno, el concreto a emplearse en este tipo de losas será especificado en su resistencia a la flexión o módulo de ruptura (MR) como se conoce en México, en vez de la resistencia tradicional a la compresión ($f'c$) que es comúnmente usado en otro tipo de estructuras de concreto.

El concreto profesional resiste a la flexión o MR, es el concreto ideal para las condiciones repeticiones de vehículos ya sean ligeros o pesados, cargas uniformemente repartidas y cargas puntuales producto de estructuras típicas si fuera el caso de un pavimento sujeto a estar en áreas de almacén (naves industriales).

Podemos definir como losa de concreto hidráulico con juntas, a las losas que se construyen mediante el colocado de concreto hidráulico, al cual considerando su punto de fraguado específico se le es tratado por medio de cortes longitudinales y transversales, con el objeto de formar elementos rectangulares, en los cuales por medio de un armado a base de barras pasajuntas y varillas de amarre, se les coloca un junteo por medio de un material de polímeros, y así garantizar su preservación de la pavimento.

En la tabla 4.1 se presenta el módulo de ruptura recomendado según el funcionamiento y características del pavimento:

Tabla 4. 1. Módulo de ruptura recomendado según el tipo de pavimento.		
Funcionamiento y características	Módulo de ruptura (MR) recomendado	
	kg/cm^2	psi
Autopista	48	682.7
Carreteras	48	682.7
Zonas industriales	45	640.1
Urbanas Principales	45	640.1
Urbanas Secundarias	42	597.4

Fuente: Diseño de pavimento.

4.1.2. Especificaciones del pavimento según su diseño.

Para la consideración de un mejor desempeño de la conformación del pavimento es necesario solicitar la elaboración de pruebas de laboratorio para el material de la zona de desplante ubicado en el tramo intervenido.

En base a la exploración se obtuvieron las muestras fue a una profundidad de 0.60 metros, los estudios estaban contemplados para un material base. Con esta recabación dichos datos recabados y con los resultados de laboratorio se realizó el diseño de las capas del pavimento.

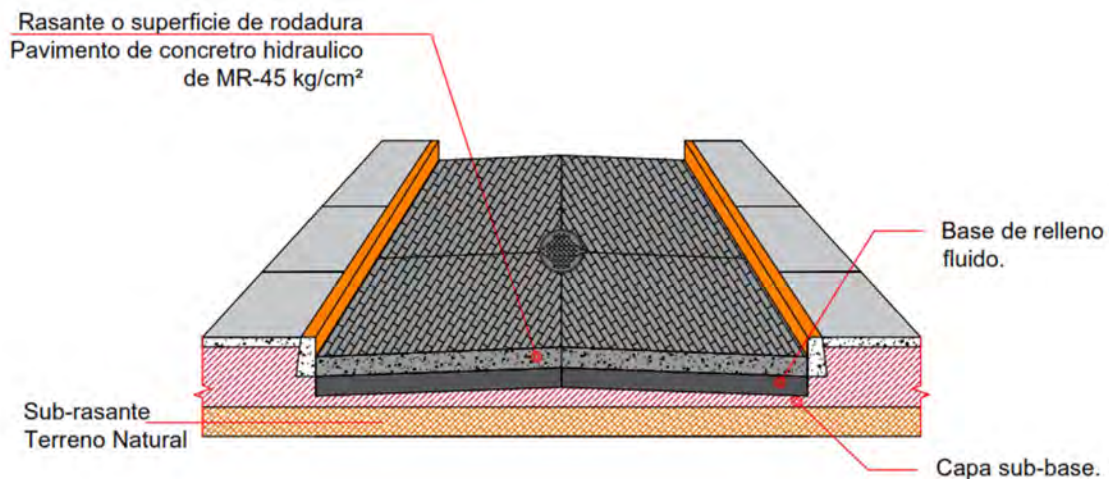


Figura 4. 1 Sección especificando las capas que conforman un pavimento rígido.

Localización de exploración a través de pozos a cielo abierto

Se realiza una investigación del subsuelo, con el objeto de realizar un pronóstico para conocer la distribución y propiedades de los materiales que lo constituyen, debiendo considerar la configuración topográfica, la posición de la rasante de proyecto y las condiciones de drenaje.

Las exploraciones que se practican es por medio de pozos a cielo abierto, preferentemente dichos pozos se hacen a una profundidad del orden de dos metros, sin embargo para el presente proyecto debido es debido a una condición de rehabilitación o reconstrucción, la profundidad se hizo a 0.60 centímetros.

Se debe de hacer la representación en un croquis de localización los puntos en donde se obtuvieron las muestras, en el caso del presente proyecto se realizo la intervención de cuatro pozos a cielo abierto, de los cuales en la figura 4.2 se muestra su perfil estratigráfico.

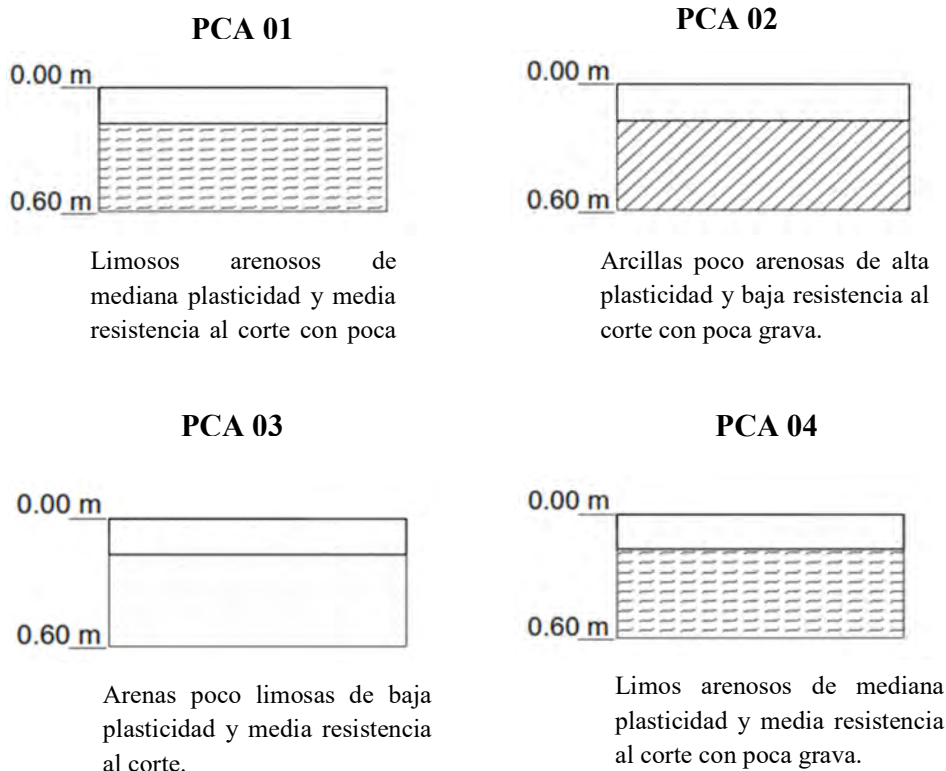


Figura 4. 2 Perfil estratigráfico de pozos a cielo abierto.

Las propiedades y límites de consistencia del suelo, derivados de las pruebas de laboratorio de los muestreos se pueden consultar en la tabla 4.2.



Tabla 4. 2 Resumen de resultados.				
Propiedad	PCA-01	PCA-02	PCA-03	PCA-04
CBR en %	34.30	15.70	39.30	29.10
VRS en %	49.00	22.40	56.10	41.50
Expansión en %	1.15	1.69	0.21	1.90
Masa vol. Seca máxima en kg/m ³	1580.00	1490.00	1620.00	1520.00
Humedad óptima en %	20.10	46.10	16.20	31.90
Límites de consistencia				
Límite líquido %	36.80	58.40	21.40	39.80
Límite plástico %	26.40	40.50	14.90	26.50
Índice plástico %	10.40	17.90	6.50	13.30
Contracción lineal %	3.10	4.90	1.10	2.90
Clasificación S.U.C.S	ML-GP	CH-GP	SC	ML-GP

Fuente: Diseño de pavimento.

A partir de los datos obtenidos con las pruebas de laboratorio se consideró la siguiente conformación y especificaciones de los materiales de las capas.

Sub-base

- Sobre la capa de suelo “in situ” se construirá una capa de sub-base hidráulica con 0.20 m de espesor. El material se deberá compactar al 98% de su peso volumétrico seco máximo (MVSM) de la prueba AASHTO T-180.

La capa sub-base, estará constituida por materiales granulares colocado en capas no mayores a 20 cm. El material tendrá que cumplir las siguientes características, de acuerdo a la norma N-CMT-4-02-001/11:

Tabla 4. 3 Características que debe cumplir La capa sub-base.	
Propiedad	Especificación
CBR %	60.00 Mín.
Expansión cm	1.00 Máx.
Peso vol. Seco máximo kg/m ³	1800.00 Mín.
Humedad optima %	15.00 Máx.
Densidad	2.40 Mín.
Absorción %	3.00 Máx.
Límite Líquido %	25.00 Máx.
Índice plástico %	6.00 Máx.
Desgaste por abrasión %	40.00 Máx.

Fuente: Diseño de pavimento.



Tabla 4. 4 Composición granulométrica	
Malla Abertura (mm)	% que pasa $\Sigma L > 10^6$
75	100
50	85-100
37.5	75-100
25	62-100
19	54-100
9.5	40-100
4.75	30-80
2	21-60
0.85	13-45
0.425	8-33
0.25	5-26
0.15	3-20
0.075	0-15

Fuente: Diseño de pavimento. (Las gráficas de la composición granulométrica se encuentran en el diseño de pavimento que se encuentra en los Anexos).

Base

- La conformación de la capa base es de relleno fluido calidad base 25 kg/cm^2 , con espesor de 20 centímetros.

El relleno fluido se puede definir como un material de baja resistencia controlada, es un cementante que se emplea principalmente en trabajos de nivelación de terreno, o Donde se requiera una compactación igual o mejor que la de un suelo compactado. Se le fábrica de la misma manera que el concreto premezclado y con los mismo principios de calidad. Su colocación es similar a la del concreto.

No se le puede considerar un concreto de baja resistencia, sino un material que se utiliza para relleno y nivelación. Tampoco se le considera un suelo-cemento ya que por sus características no requiere compactación, ni curado.

Es un material que es útil en la sustitución de materiales granulares inmediatamente al estar adjunto a la capa de rodamiento, rasante.

Parámetros utilizados para el diseño de concreto MR-45.

El método de diseño ASSHTO, fue desarrollado en Estados Unidos en la década de 1960, basándose en un ensayo a escala real realizado durante dos años en el estado de Illinois, con el fin de desarrollar tablas, gráficas y fórmulas que representa las relaciones deterioro.



A partir de la última actualización, en 1993, el método AASHTO comenzó a introducir conceptos mecanicistas para adecuar algunos parámetros a condiciones diferentes a las que se imperaron en el lugar del ensayo original.

Es importante resaltar que los modelos matemáticos utilizados en el método AASHTO, requiere una calibración de acuerdo a las condiciones particulares de cada proyecto, para determinar el espesor de la losa de concreto hidráulico.

Criterios de diseño

Se sabe que un pavimento rígido no sufre un deterioro solo por la aplicación de cargas vehiculares, sino que también se deben tener en cuenta otras variables como la temperatura, drenaje superficial y la calidad de los materiales, entre otros. Es por ello que para su diseño se requieren de diversas pruebas que nos permitan interpretar que comportamiento va tener nuestro pavimento al momento de estar sometido a su uso.

A continuación se hará mención de los criterios de diseño que destacan más para el diseño de pavimentos, con el objeto de tener una medida de su capacidad para brindar una superficie lisa y eficiente al usuario.

4.1.3. Criterios de comportamiento

- **Serviciabilidad**

La Serviciabilidad se usa como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional), cuando éste circula por la vialidad. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, etc., que podrían afectar la capacidad de soporte de las capas que componen el pavimento.

- **Índice de Serviciabilidad inicial (P0)**

Este índice es el que se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación.

- **Indicie de Serviciabilidad final (Pt)**

Este índice ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario.



- **Factor de carril (FC)**

Se define para el carril que recibe el mayor número de ejes equivalentes, para una vialidad de dos carriles, cualquiera de los dos puede ser el carril de diseño, ya que el tránsito por dirección forzosamente se canaliza de varios carriles.

- **Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)**

El tránsito es una de las variables más significativas del diseño del pavimento, sin embargo existe incertidumbre al momento de estimarse.

Según el método **AASHTO** “los pavimentos se proyectan para que estos resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está compuesto por vehículos de diferentes peso y número de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cual origina distintas fallas en éste. La información de tráfico que se es requerida son: cargas por eje, configuración de ejes y número de aplicaciones”.

- **Tasa de crecimiento anual**

Representa el crecimiento promedio anual del TMDA, generalmente las tasas de crecimiento son diferentes para cada tipo de vehículo.

- **Transferencia de carga**

Es la capacidad de una estructura de pavimento de concreto para transferir cargas a través de juntas o grietas.

En la tabla 4.5 se muestran los datos obtenidos que nos van a permitir saber el desempeño de las condiciones esperadas del pavimento de la vialidad.

Tabla 4. 5 Condición esperada de la vialidad	
Serviciabilidad	5.00
Índice de Serviciosibilidad inicial (Po)	4.70
Índice de Serviciosibilidad final (Pt)	2.00
Factor de carril (FC):	0.80
Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA):	7200.00
Tasa de crecimiento anual %	2.50

Fuente: Diseño de pavimento.



Proyección del tránsito

La proyección parte de los conteos del flujo vehicular actual hacia un futuro, se supone un volumen vehicular en el área de análisis según un crecimiento a una razón similar al promedio de valor al que ha crecido en los últimos años. Para ello se debe de disponer de datos estadísticos del flujo vehicular del sector de análisis.

- **Tasa de crecimiento**

Este factor depende del desarrollo económico y social de la capacidad de la vía, la capacidad de la vía y los tipos de vehículos que puedan transitar.

- **Factor de crecimiento del tráfico.**

Este factor nos prevé el crecimiento del tráfico, tomando en consideración la tasa de crecimiento anual.

- **Vida útil**

La vida útil mínima con la que se debe diseñar un pavimento rígido es de 20 años, es común que pese a esta condición se diseñen pavimentos para 30 a 50 años, ya que se puede considerar que si se hace un diseño excepcional y cumpliendo todas las especificaciones y controles de calidad durante la ejecución un pavimento rígido puede tener una vida útil más prolongada a la del diseño.

- **Confiabilidad**

La confiabilidad está definida como la probabilidad de que el sistema de pavimento se comporte de manera satisfactoria durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación.

- **Desviación normal estándar (Z_r)**

Define el conjunto de variables que comprende el espesor de las capas, características de los materiales, condiciones de drenaje, etc., que intervienen en un pavimento, el tránsito que puede soportar el mismo a lo largo de un periodo de diseño.

- **Coefficiente de transferencia de carga (J)**

Es la capacidad que tiene una losa del pavimento de transmitir las fuerzas cortantes con sus losas adyacentes, con el objeto de minimizar las deformaciones y los esfuerzos en la estructura del pavimento. Mientras mejor sea la transferencia de cargas, mejor será el comportamiento de las losas del pavimento.



En la tabla 4.6 se puede apreciar el resumen de los datos calculados para la proyección de la vialidad.

Tabla 4. 6 Proyección de la vialidad	
Porcentaje de ejes equivalentes %	100.00
Tasa de crecimiento del tránsito %	2.50
Factor de crecimiento del tránsito	0.03
Vida útil años	20.00
Confiabilidad	98.00
Desviación normal estándar Z_r	-2.05
Coefficiente de transferencia de carga (J):	2.70

Fuente: Diseño de pavimento.

Características de la rasante de concreto.

Las características de la rasante de concreto comprenden dos propiedades del concreto, las cuales influyen en el diseño y en el comportamiento a lo largo de su vida útil

- **Resistencia la tensión por flexión o Módulo de Ruptura (MR)**

Debido a que los pavimento de concreto trabajan principalmente a flexión es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con las condiciones, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión.

- **Módulo de elasticidad de concreto (E_c)**

Plenamente este módulo va ligado al módulo de ruptura y se determina mediante la norma *ASTM C469-94*. Este módulo es la representación de cualquier material en una medida del comportamiento esfuerzo-deformación. En el análisis mecanicista de pavimentos, el módulo de elasticidad del concreto tiene un fuerte efecto sobre la deflexión del pavimento y los esfuerzos en toda la estructura de pavimento.

En la tabla 4.7 se presentan las características del concreto que comprenden estos dos módulos.

Tabla 4. 7 Características de la rasante de concreto	
Módulo de ruptura del concreto (MR): kg/cm ²	45
Módulo de elasticidad del concreto (E_c): kg/cm ²	260673

Fuente: Diseño de pavimento.

Características de la subrasante.

- **Módulo de reacción del suelo de apoyo (k)**

Este módulo mide la capacidad portante que tiene la capa subrasante, que conforma la parte de terracerías de un pavimento, el cual soportará el cuerpo del pavimento. El valor del módulo se puede obtener directamente del terreno mediante la prueba de placa conforme a la norma *ASTM D1195* y *D1196*.

Dicho módulo al mostrar las características y condiciones del suelo de apoyo, dictamina directamente el espesor del pavimento

La tabla 4.8 nos muestra las condiciones en las que se debe de considerar el cuerpo del pavimento, siendo así que debe tener un módulo de reacción del suelo de apoyo (k) que nos permite saber la calidad del soporte de la capa sub-rasante, el cual está identificado en la figura 4.3.

Tabla 4. 8 Condicionantes del cuerpo de pavimento	
Módulo de reacción del suelo de apoyo (k):kg/cm ³	26
Coefficiente de drenaje (Cd):	1.05

Fuente: Diseño de pavimento.

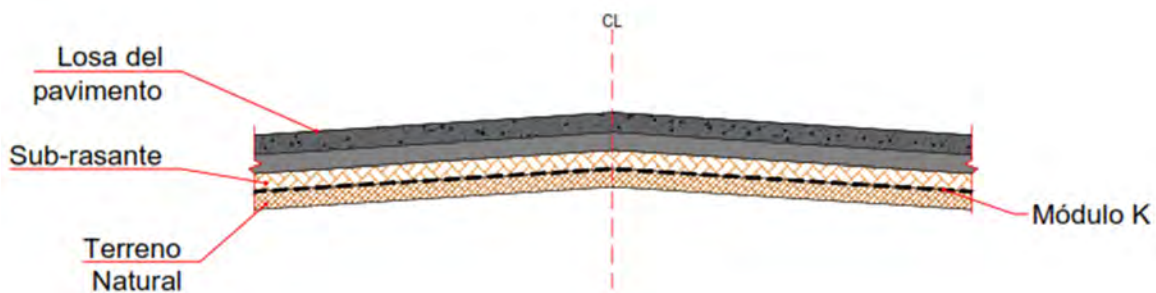


Figura 4.3 Sección de pavimento rígido en la cual se identifica el “módulo K”.

Especificaciones del concreto hidráulico

Teniendo el análisis y resultados, se dictaminaron las siguientes especificaciones de la composición del concreto hidráulico:

- Concreto con un Módulo de Ruptura igual o mayor de 45 kg/cm².
- Tamaño Máximo de Agregado: 40 mm
- Revenimiento: 10 cm

Este será colocado por medios mecánicos de tal manera que se logre impulsar y en arroyos no mejores de 3.50 metros de ancho, además tendrá que proyectarse la colocación de pasa juntas entre tableros de unión. Los cortes se realizan con el objeto de atenuar los embates por dilatación-contracción que reciba del concreto y por la acción de los gradientes de temperatura.

La figura 4.4 se presenta una sección de pavimento del proyecto del tramo intervenido, acotando las características que conforman los materiales.

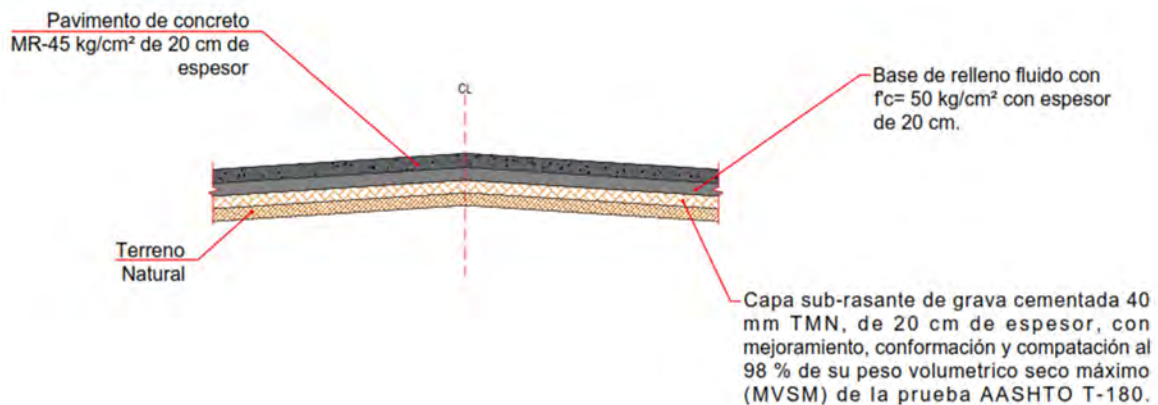


Figura 4. 4 Sección de pavimento del proyecto de rehabilitación Calle Londres, identificando los espesores y características de materiales y conformación de las capas, sub-base, base y pavimento.



4.2. Modulación

Con la finalidad de optimizar el pavimento de concreto hidráulico se realiza un proyecto de modulación, con el cual se elabora un sistema de unión que más se adecue a las características de la vialidad, asegurando la capacidad y la calidad de conducción del pavimento se mantengan en el nivel requerido para su eficiente funcionamiento.

El proyecto de modulación tiene como finalidad de la proyección, control y la geometría de los trazos de cortes transversales y longitudinales en el pavimento, con el fin de inducir las grietas que se generan a partir de las tensiones causadas por la contracción del secado del concreto, los variaciones de temperatura y humedad, y las cargas de tráfico aplicadas, si estos esfuerzos no se alivian, se producirán grietas incontrolables.

Para determinar un sistema de modulación adecuado, se debe considerar las condiciones climáticas y ambientales, el espesor de la losa, la transferencia de carga, la construcción de la guarnición, y el tránsito. Dichas pruebas han sido expuestas en el apartado anterior, hay que comentar que el contar con un diseño adecuado se va garantizar una mejora en el rendimiento.

Las prácticas de construcción apropiada y oportuna, además del diseño adecuado, son clave para obtener un sistema de modulado que funcione correctamente sobre el tramo intervenido. Una formación de cortes tardíos o inadecuados sobre el pavimento puede causar grietas en lugares distintos a los previstos. En la mayoría de los casos, el sellado es necesario para asegurar el correcto funcionamiento de las juntas.

La modulación se basa en controlar las grietas que ocurren a partir de las acciones naturales del pavimento de concreto hidráulico. Las juntas se colocan en el pavimento para controlar la ubicación y patrón de la grieta.

Una fuente importante de contracción temprana es causada por el cambio de temperatura del pavimento. El calor de la hidratación y la temperatura en todo el concreto normalmente alcanza un punto máximo en un corto tiempo, después del punto máximo, la temperatura del concreto disminuye debido a la reducción de la hidratación del cemento, a medida de que la temperatura baja, el pavimento de concreto se contrae.

La contracción del pavimento se resiste por la fricción de la sub-rasante lo que crea tensiones de tracción en la losa de concreto. Estas tensiones de tracción causan un patrón de grietas transversales, como el que se muestra en la figura.

El espaciado de las grietas varía, dependiendo de las propiedades y características del concreto, las variaciones punto a punto en la fricción con las demás capas del pavimento,

tales como la sub-base y sub-rasante, y las condiciones climáticas durante y después de la colocación.

Después de que el pavimento se endurece, las tensiones y deformación se desarrollan a partir de gradientes de temperatura y humedad en el concreto. La evaluación del efecto combinado de la flexión de la temperatura restringida y la deformación de la humedad es complicada debido a la naturaleza opuesta que se presenta. Por ejemplo, cuando la parte superior de la losa es más cálida que la inferior, lo que provoca que la parte superior se expanda, la parte inferior de la losa generalmente tiene un mayor contenido de humedad, lo que hace que se expanda. Por lo tanto, la cantidad de estrés desarrollado en la losa sea menor que la tensión debida solo a los gradientes de temperatura o humedad. Las cargas de tráfico repetitivas agravan el problema, propiciando deformaciones por la combinación por las cargas aplicadas por los vehículos que transitan, ocasionando agrietamientos transversales.

Las grietas transversales miden entre 3.00 y 6.00 metros, dependiendo de factores como el espesor del pavimento, las propiedades de contracción del concreto, las condiciones de la sub-base y la base, y las condiciones climáticas.

4.2.1. Transferencia de carga

Los pavimentos de concreto con juntas largas se comportan adecuadamente, las cargas del tráfico deben transferirse efectivamente de un lado de la junta al otro, a este efecto se le llama transferencia de carga, en la siguiente figura se muestra un sistema de modulación adecuado, para controlar el agrietamiento de la losa.

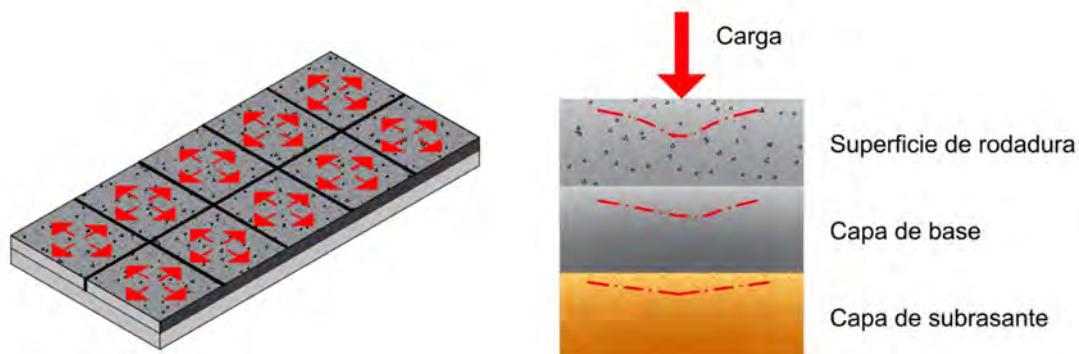


Figura 4. 5 Transferencia de cargas sobre un pavimento rígido.



Una transferencia de carga adecuada da como resultado deflexiones más bajas, lo que reduce la deformación de las fallas y aumenta la vida útil del pavimento. Las transferencias de cargas a través de juntas para pavimentos en vialidades urbanas se desarrollan mediante barras de amarre y pasajuntas.

4.2.2. Barras de amarre

En las juntas que se proyectan, se colocan barras de amarre con el propósito de evitar el corrimiento o desplazamiento de las losas. Las barras serán corrugadas, de acero estructura, con límite de fluencia de cuatro mil doscientos (4,200) kilogramos por centímetro cuadrado, estas deben quedar ahogadas en las losas, con las dimensiones y en la posición indicadas por las especificaciones del proyecto.

Las barras de amarre se colocan en las juntas longitudinales en forma perpendicular a estas y deberán espaciarse como indique el proyecto de modulación. Estas deben mantenerse en posición paralela a la superficie del pavimento y a la mitad del espesor de la losa, para procurar con esta especificación se adecuan las cimbras que se colocan a sobre el eje de proyecto como se muestra en la figura.

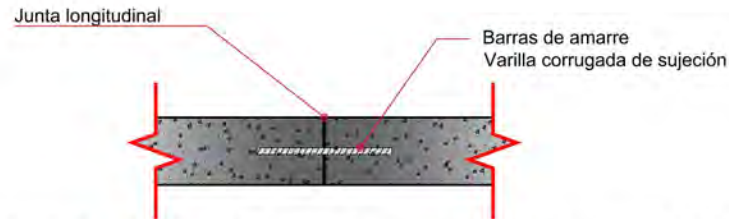
Para optimizar la transferencia de cargas se realizan los diseños y construcciones de juntas para que estas trabajen correctamente. Las juntas se construyen para aliviar los esfuerzos y evitar la generación de grietas por tránsito o temperatura. Las juntas de construcción dividen en secciones las losas por requerimientos constructivos y para fines de la planeación de la obra.

4.2.3. Pasajuntas

En las juntas transversales de construcción, se colocan pasajuntas como mecanismos para garantizar la transferencia efectiva de carga entre las losas adyacentes. Las barras serán de acero redondo liso y deberán quedar ahogadas en las losas en la posición y con las dimensiones indicadas por el proyecto. Ambos extremos de las pasajuntas deberán ser lisos, estar libres de rebabas cortantes y no tener deformaciones.

Las pasajuntas podrán ser instaladas en la posición indicada en el proyecto por medio de la instalación de canastillas metálicas de sujeción. Las canastillas de sujeción deberán asegurar la posición correcta de las pasajuntas según las indicaciones del proyecto durante el colado y acabado del concreto.

En las figuras se muestra la representaciones de una junta longitudinal de barra de amarre (varillas corrugadas de sujeción) y de una junta transversal con un pasajuntas



Colocación en junta longitudinal de barra de amarre, varilla corrugada de sujeción.

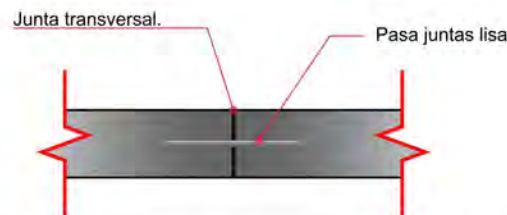


Figura 4. 6 Colocación en junta transversal, pasa juntas lisa.

4.3. Juntas

Las juntas deberán ajustarse al alineamiento, dimensiones y características consignadas en el proyecto. Después del curado de las franjas de concreto o losas se procede al corte de las juntas transversales y longitudinales, con discos abrasivos si se realizan los cortes en seco, o con discos de diamante en caso que se realicen con agua. El corte de las juntas deberá comenzar por las transversales de contracción, e inmediatamente después de las condiciones de endurecimiento propicias para su ejecución y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados.

El contratista será el responsable de elegir el momento propicio para efectuar esta actividad sin que se presente pérdida de agregado en la junta, sin embargo, una vez comenzado el corte deberá continuarse hasta finalizar todas las juntas, esto dentro de las siguientes 18 horas después del colado. Las losas que se agrieten por el aserrado inoportuno deberán ser demolidas o reparadas de acuerdo a los requerimientos del proyecto.

En la construcción de las juntas deberán considerarse la siguiente clasificación:

- Longitudinales de contracción con barras de amarre
- Transversales de construcción con pasajuntas.

En la figura 4.8 se puede apreciar la relación que refiere al tipo de junta de construcción con el sistema de transferencia de carga ya sea barras de amarre y pasajuntas respectivamente.



4.3.1. Juntas longitudinales

Estas se presentan con juntas existentes entre dos carriles construidos en diferentes etapas. Estas juntas se construyen para controlar las grietas longitudinales. Pueden ser aserradas o formadas a tope con o sin varillas de sujeción, o machihembradas. Normalmente se planean para que coincidan con las marcas de carril, a intervalos de 2.50 a 3.70 metros. No se recomienda sobrepasar este último límite por la relación que más adelante vamos a apreciar.

4.3.2. Juntas transversales

Se utilizan para controlar el agrietamiento transversal. Las del tipo de expansión sirven para aliviar los esfuerzos por compresión. Las de contracción contribuyen a aliviar los esfuerzos por tensión al contraerse la losa por un lado, y por el otro los esfuerzos de alabeo generados en las losas por cambios en los gradientes térmicos y variaciones de humedades a lo largo de las secciones de las losas. Tal como se ha ido mencionado, las juntas se forman mediante cortes una vez que el concreto ha fraguado, aunque también se pueden realizar insertando fajas preformadas en el concreto fresco. Esta decisión se basará en las características de los agregados, así como en las consideraciones económicas de cada proyecto en particular. En el caso del presente proyecto en el tramo intervenido se ha utilizado la formación de juntas a través de cortes después del fraguado del concreto colocado sobre sus respectivas franjas.

En la tabla 4.12 se muestran las dimensiones en pasajuntas para pavimentos urbanos.

Tabla 4. 9 Dimensiones en pasajuntas (Pavimentos urbanos)		
Espesor del pavimento	Diámetro de la pasajuntas en cm (pulgadas)	Longitud, en cm
12.50	1.60 (5/8)	30
15	1.90 (3/4)	36
18	2.06 (7/8)	36
20	2.50 (1)	36
23	2.86 (1 1/8)	40
25	3.18 (1 1/4)	46
28	3.49 (1 3/8)	46
31	3.81 (1 1/2)	51

Fuente: IMCYC.

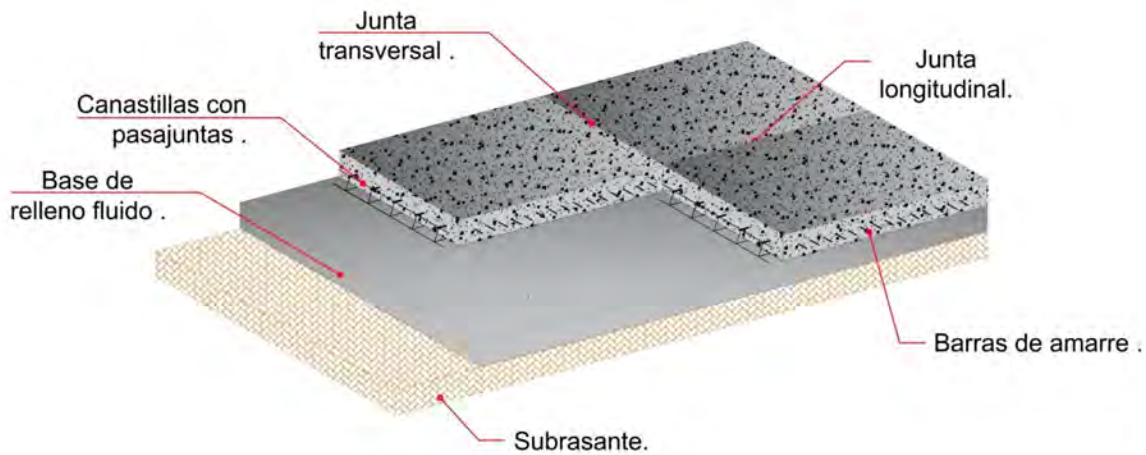


Figura 4. 7 Esquemas de la colocación de canastillas con pasajuntas en las juntas transversales y barras de amarre en las juntas longitudinales.

Tolerancias

Para dar por terminada la construcción de las losas de concreto hidráulico se verifica el alineamiento, la sección en su forma, espesor, anchura y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

Alineamiento de las pasajuntas

Se deberá revisar la posición y alineamiento correcto de las pasajuntas. Las tolerancias máximas permisibles en el alineamiento de las pasajuntas no deberán exceder del dos por ciento o de seis milímetros por cada tres cientos milímetros en el plano horizontal y vertical.

Espesor de la losa de concreto

Para la determinación del espesor de la losa de concreto se concibe, lo establecido en la norma” *N-CTR-CAR-1-04-009/06, Carpetas de concreto hidráulico*”.

A continuación se muestra en la siguiente tabla 4.9 el resultado del diseño, proporcionado por el concentrado de pruebas de laboratorio realizado a las muestras del material en la zona de desplante, a partir de la exploración de pozos a cielo abierto.



Tabla 4. 10 Resultados del diseño	
Espesor de rasante de concreto hidráulico (m)	0.193
Separación máxima de juntas transversales (m).	4.5
Rango de separación de juntas longitudinales (m)	4
Pasa juntas	
Diámetro (mm G-60)	25.4
Longitud (cm)	41
Separación (cm)	30
Varillas de amarre 15.80 mm @ 60 cm.	

Fuente: Diseño de pavimento.

4.4. Proyecto de modulaciones

Planificar la modulación de losas en el pavimento es importante por los siguientes puntos:

- Se requiere cumplir con los parámetros de diseño del pavimento relacionados con la distancia máxima entre juntas de contracción y los límites de relación largo/ancho de juntas.
- Las losas realizan la transferencia de cargas adecuadamente a través de barras pasa-juntas o por trabazón de agregados.
- Se genera economía en el sellado de juntas.
- Se genera economía en el uso de acero para transferencia de carga o amarre.
- Los carriles pueden ser coincidentes a las juntas de construcción.
- En los elementos ahogados se puede hacer coincidir las juntas de contracción o construcción.

Consideraciones generales

- Considerar el ancho de la vialidad y acotamientos
- Ubicación y tamaño de obra inducida.
- Cantidad de carriles con respecto a la especificación de proyecto
- La profundidad de corte de las juntas de contracción debe ser de 1/3 del espesor de la losa.

Directrices para modular un pavimento

Una modulación debe respetar un diseño geométrico, tomando como criterios el espesor del pavimento, el ancho de calzada y los anchos mínimos de carril.

A continuación se hace mención de las condiciones que se deben evitar para modulación del pavimento.



- Losas < a 1.00 m.
- Losas > a 4.50 m.
- Ángulos entre planos de juntas < 60°
- Esquinas interiores (reentrantes)
- Figuras irregulares (el uso de figuras cuadradas o rectangulares son las mejores)

La relación largo/ancho debe estar en el rango de 0.71 a 1.4, como se muestra en la figura 4.8

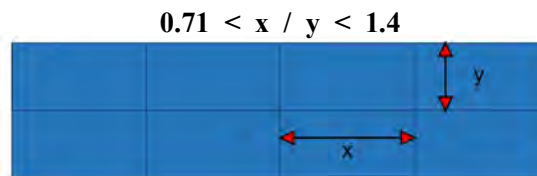


Figura 4. 8 Relación largo/ancho para modulación.

El largo máximo deber ser:

$$L_m = e \times C_s$$

En donde:

- L_m = Largo máximo, no debe exceder de 4.5 m.
- e = espesor de la losa
- C_s = Constante de acuerdo al “*ACPA (American Concrete Pavement Association, este de 20 a 24)*”

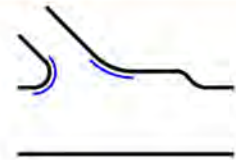

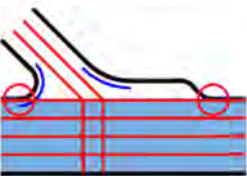

Crear juntas de aislamiento o expansión en:

- En el perímetro de elementos ahogados
- En una intersección o en un crucero
- Cuando el pavimento ha sido construido en temperatura ambiente $\leq 4^\circ \text{C}$


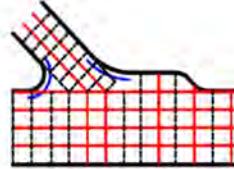
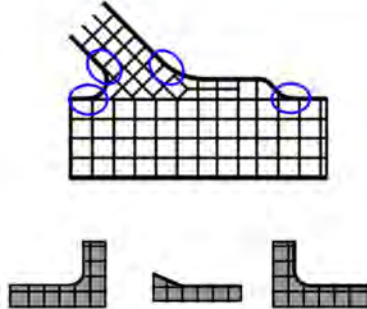
4.4.1. Metodología para proyectar la modulación de un pavimento de concreto hidráulico.

Como se ha comentado en el capítulo de proyecto geométrico, se realizan las correcciones necesarias considerando una adecuada simetría de los anchos de calle y el nuevo trazado de guarniciones librando los accesos a los inmuebles del tramo intervenido, con el dibujo donde se trazó esta nueva conformación geométrica es donde se va a trabajar la proyección de la modulación. A continuación se desglosa una descripción de la metodología para proyectar la modulación de un pavimento de concreto hidráulico.

Tabla 4. 11 Metodología para proyectar la modulación de un pavimento de concreto hidráulico.

Descripción del proceso	Esquema ilustrativo
<p>Se remarcan las vueltas de la circunferencia, el cambio de dirección lineal y las líneas de los cruceros. Se deberá trazar una proyección de control de 0.45 m a 0.90 m en donde existan cambios de dirección y líneas de cruceo, como se muestra en la siguiente figura</p>	
<p>De acuerdo al ancho de carril y en función de los trazos de las guarniciones se deberán trazar los carriles, considerando la ubicación de las líneas de control.</p>	
<p>A continuación se define la logística de pavimentación en carriles principales y de igual forma se definen las zonas de riesgo o puntos críticos en donde el carril se intersecta con los puntos de control, con el fin de identificar las zonas en donde se pueden presentar aristas.</p>	
<p>Se trazan los cortes transversales en los puntos críticos localizados en las líneas de control, se identifican y trazan las juntas de expansión, procedemos con el trazo de la modulación en función de las juntas transversales realizada, las cuales deben cumplir con la relación largo/ancho 0.71-1.40.</p>	

Fuente: Anexo 2 de recomendaciones para el proyecto de modulaciones CEMEX.

Tabla 4. 12 Metodología para proyectar la modulación de un pavimento de concreto hidráulico.	
Descripción del proceso	Esquema ilustrativo
Se proyectan las líneas del ancho de calzada de cada sentido hacia las líneas de control para definir la caja de intersección de carriles, de igual manera se obtienen las distancias entre la caja de intersección de carriles y las juntas trazadas, transversales y longitudinales.	
De acuerdo a las distancias obtenidas se procederá a trazar las líneas transversales acercándonos en lo posible a figuras regulares (90°) cumpliendo con las relación largo/ ancho.	
Se proyectan los cortes faltantes con referencia al radio de las líneas de control, hacia las aristas de las losas.	

Fuente: Anexo 2 de recomendaciones para el proyecto de modulaciones CEMEX.

4.4.2. Modulación con infraestructura.

En función de la ubicación de los elementos incorporados dentro del pavimento, obra inducida e infraestructura, se deberá de hacer coincidir los cortes de acuerdo a la modulación de las losas previamente definida, con el objeto de que se induzca la grieta al eje o paño de la infraestructura.

La distribución geométrica de las juntas se inicia con la definición de las zonas en las cuales se tendrá que colocar juntas de expansión o aislamiento. Las juntas de expansión se colocan alrededor de los elementos que estén incorporados dentro del pavimento, estas deben estar con un mínimo a 300 mm de los bordes de dichos elementos y su forma debe ser poligonal, circular o semicircular, como se muestra en la figura 4.7.

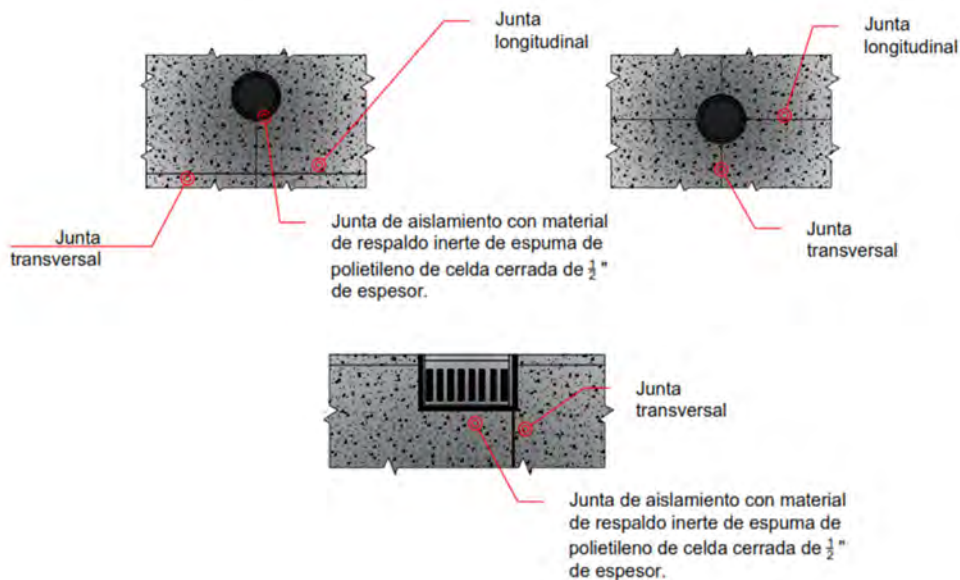


Figura 4. 9 Junta transversal y junta de aislamiento realizada en infraestructura como pozo de visita, de CFE, fibra óptica y rejillas de banqueteta.

Cuando se trate de juntas de expansión o aislamiento con una forma poligonal, hay que construir juntas longitudinales o transversales, contracción, en cada uno de los vértices del polígono. Si la junta de aislamiento tiene forma circular o semicircular, de ella debe de salir al menos una junta longitudinal o transversal de contracción. En la figura Ejemplo de modulación representando las juntas transversal y longitudinal y junta de aislamiento realizada en infraestructura como pozo de visita, de CFE, fibra óptica y rejillas de banqueteta.

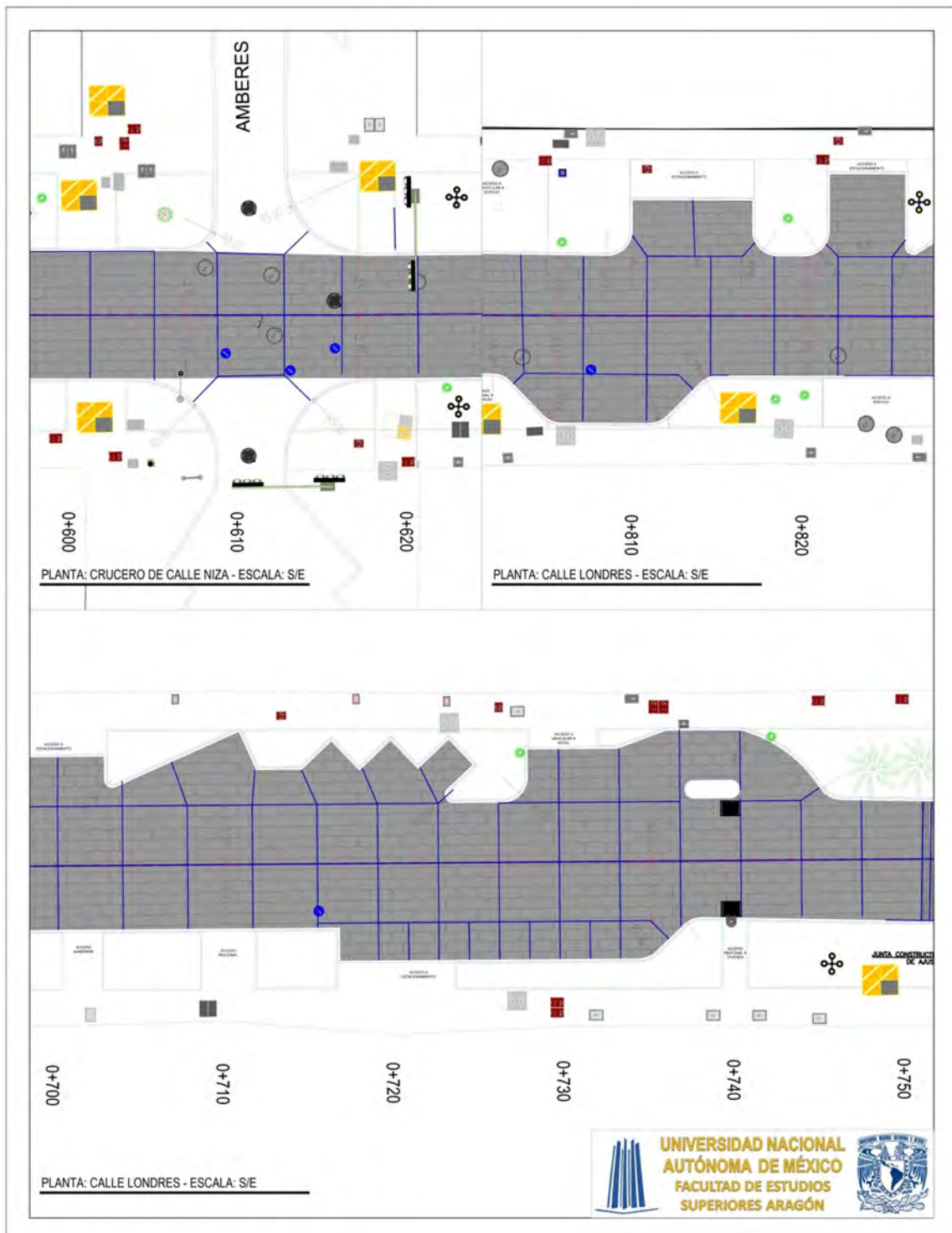


Figura 4. 10 Ejemplo de modulación representando las juntas transversal y longitudinal y junta de aislamiento realizada en infraestructura como pozo de visita, de CFE, fibra óptica y rejillas de banqueta.



4.5. Método constructivo de la colocación de pavimento de concreto hidráulico y trazado de la modulación.

Como se ha comentado en la anterior sección del presente capítulo, se han realizado las pruebas necesarias para tener un diseño adecuado bajo el criterio que las capas del pavimento de concreto hidráulico trabajen de forma efectiva, pero hay que destacar que para que el desarrollo constructivo sea realizado por dichas especificaciones se deben de presentar planos al contratista con todos los detalles constructivos que se puedan existir dentro de la ejecución, a continuación se hará la descripción de las especificaciones para el método constructivo de las capas que componen el pavimento y del trazo de la modulación para el tramo de intervención.

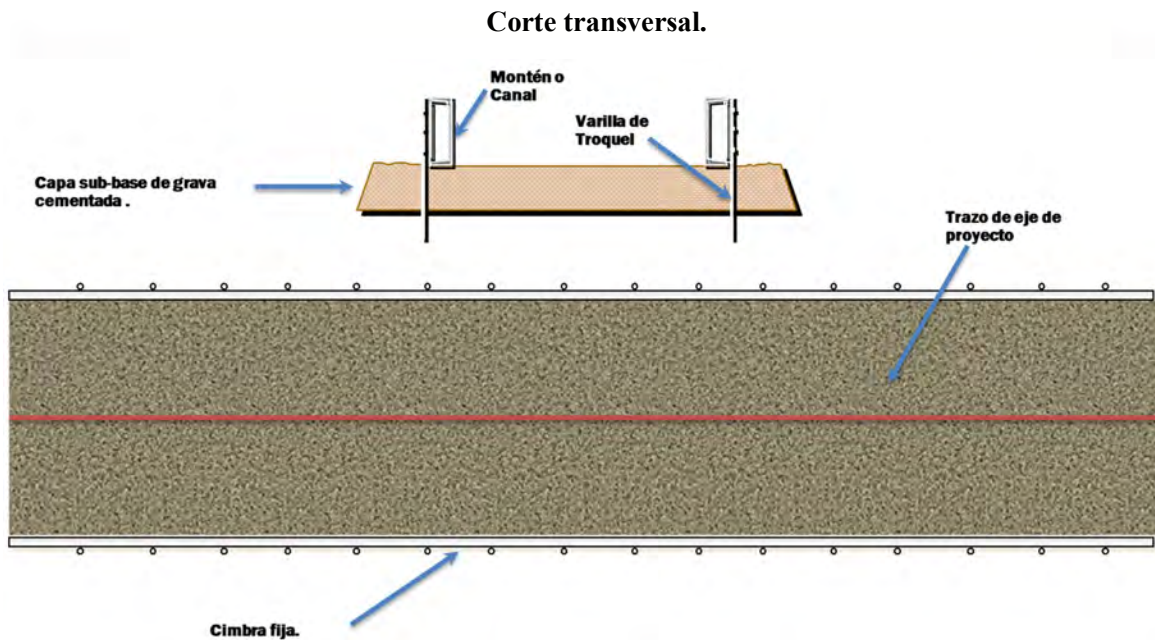
Se procede a la conformación de las capas del pavimento teniendo en cuenta la elaboración de las actividades que se contemplan como preliminares, las cuales son; desmantelamiento, demolición, limpieza del terreno, trazo y nivelación, excavación, acarreo dentro y fuera de la obra del tramo.

La colocación de la capa sub-rasante se realiza por medio de una compactación mecánica por medio de equipo de motoconformadora y compactadores de tambor liso. La compactación se realiza bajo la especificación de su espesor y los niveles correspondientes, cuando es necesario el material se humedece con equipo de riego, con esto se está cuidando la humedad óptima del material, este aspecto es menos crítico para materiales granulares que en materiales finos como limos y arcillas. Es importante que antes de colocar el material de la capa, se tenga que limpiar de la capa de terreno natural.

Una vez liberando la compactación y tratado de la capa sub-rasante, se hace el trazado del alineamiento horizontal para efectos de una correcta referencia con los anchos de calle y nivelación de la capa base y la rasante, procurando tener mayor atención en los puntos bajos para un adecuado manejo de las pendientes tanto longitudinales como transversales y sostener así uno de los aspectos más necesarios para un buen funcionamiento y eficiencia de la captación de pluvial.

Se revisan los niveles de proyecto y se señalizan, posteriormente se hace la colocación de un cimbrado fijo en las secciones donde se tenga programada la colocación de relleno fluido.

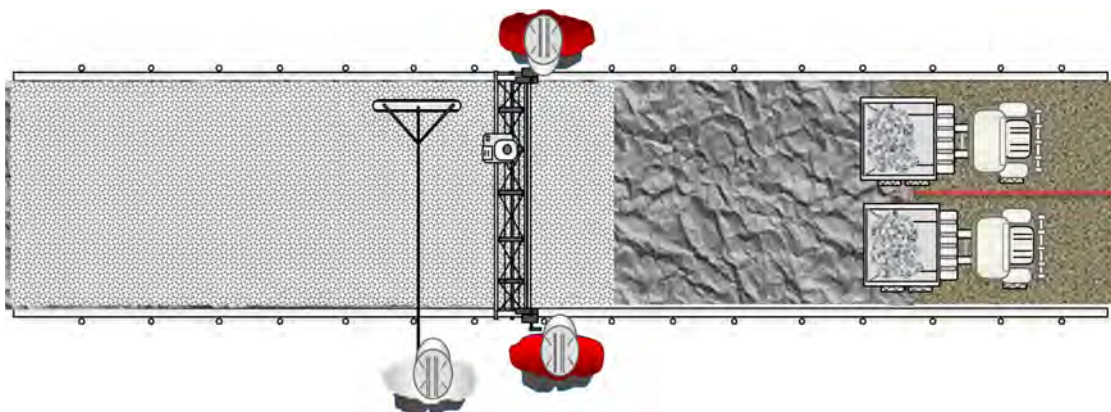
Dicho cimbrado está conformado de un monten o canal y es fijado con varillas, por lo regular este tipo de cimbra se emplea tanto para la colocación de la capa base y capa de la rasante. En la figura 4.11 se hace una descripción en corte transversal y planta del desarrollo de la nivelación de la cimbra fija y el trazo del alineamiento.



Planta

Figura 4. 11 Trazo de eje de proyecto y colocación de montel con sujeción de varilla de troquel.

A continuación se realiza la formación de la capa base con la colocación de relleno fluido que es elaborado en planta, por medio de camiones de volteo sobre las franjas que se tengan cimbradas, al momento de su colocación se debe de tener un control de los niveles con regla y perfilado.



Planta

Figura 4. 12 Colocación de capa base por medio de camiones de relleno fluido elaborado en planta.

Cuando se tenga constituida la capa base, se procede a la una nueva revisión de niveles y se especifica la señalización del trazo de la modulación de forma tanto longitudinal como

transversalmente, teniendo en cuenta la relación de distancias entre objetos de infraestructura, los cuales están constatados dentro del planos de proyecto.

Se procede a realizar el tendido de las líneas guía y a la colocación de canastillas con pasa juntas, las cuales están colocadas a las distancias dictaminadas según lo que marque el proyecto.

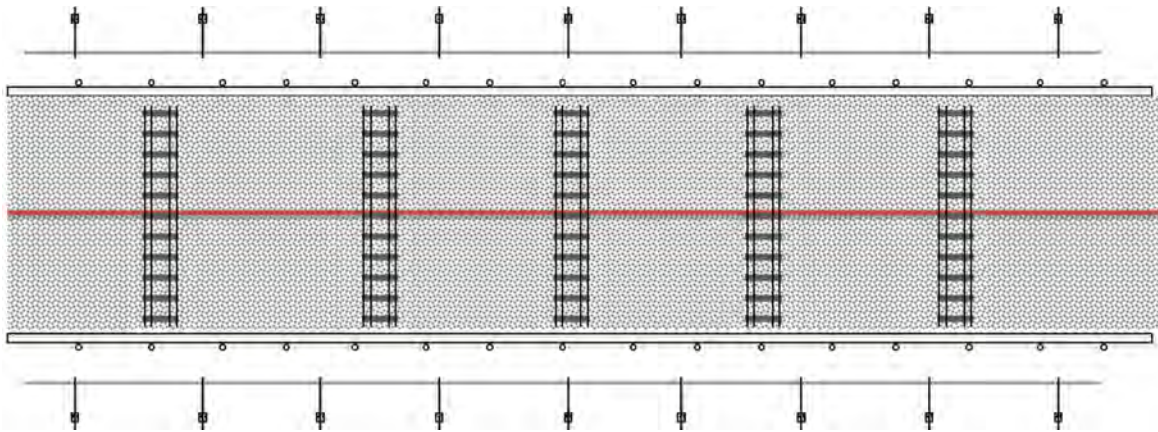


Figura 4. 13 Elaboración de tendido de líneas guía y colocación de canastillas con pasa juntas.

Se procede a la colocación del concreto hidráulico con camiones de volteo, el concreto es elaborado en planta bajo las especificaciones de un módulo de ruptura 45 kg/cm^2 , se revisa que se realice una adecuada distribución, el vibrado se realiza con regla y perfilado teniendo control de los niveles del concreto.

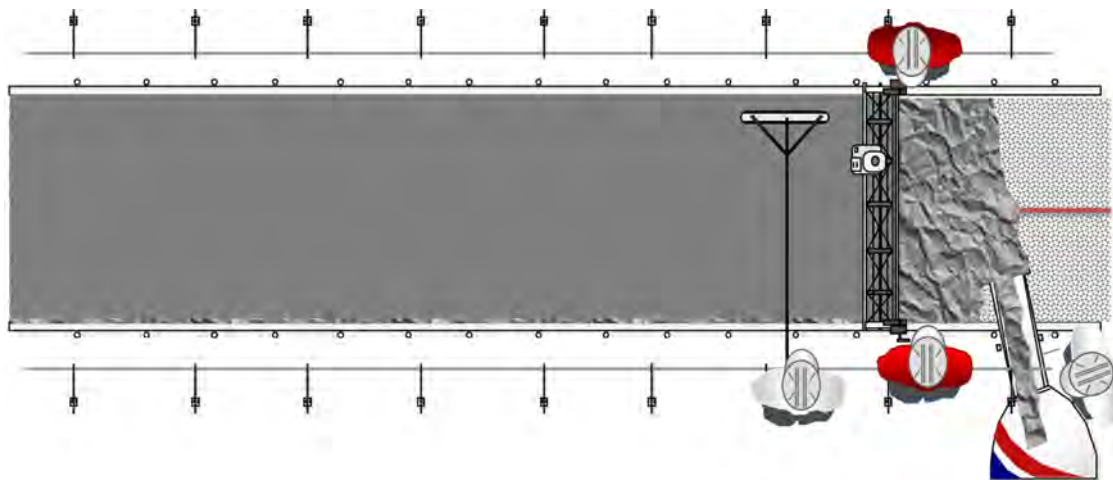


Figura 4. 14 Colocación de concreto hidráulico con camiones de volteo.

De manera continua se coloca un texturizado longitudinal con moldes de estampado, se le coloca colorante para dar le un acabado según su diseño arquitectónico.



Figura 4.15 Patrón de texturizado arquitectónico.

Para tener un control adecuado del correcto fraguado del concreto hidráulico se hace la aplicación de una membrana, la cual por efectos de la reacción calórica realizada por los componentes del concreto comenzara a traspasar un porcentaje del contenido de agua, al estar en contacto con dicha membrana se realizara una condensación que provocará un suministro cíclico del agua.

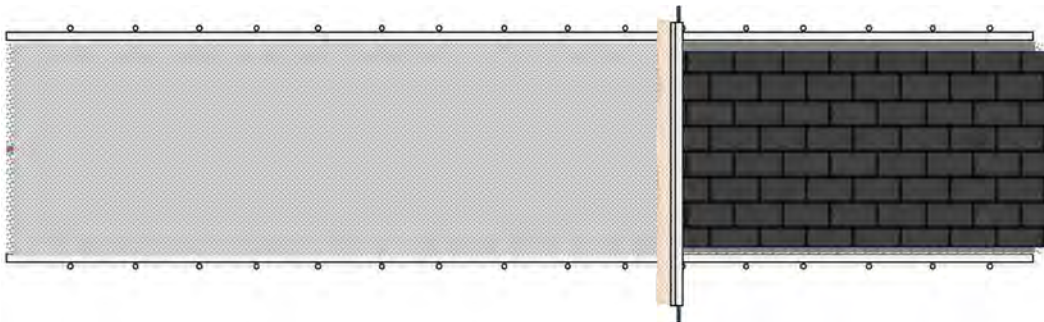


Figura 4.16 Aplicación de membrana para fraguado de concreto hidráulico.

Finalmente teniendo el concreto con su resistencia total después de un curado a catorce días, se procede al corte de las juntas transversales y longitudinales con un espesor de 6 mm a 1/3 del peralte de la losa, posteriormente se hace la limpieza y sellado de juntas con la colocación de tirillas de poliuretano de 9.5 mm (3/8") de diámetro de backer-rod y sellado para nivelación de 6 mm x 13 mm de poliuretano.

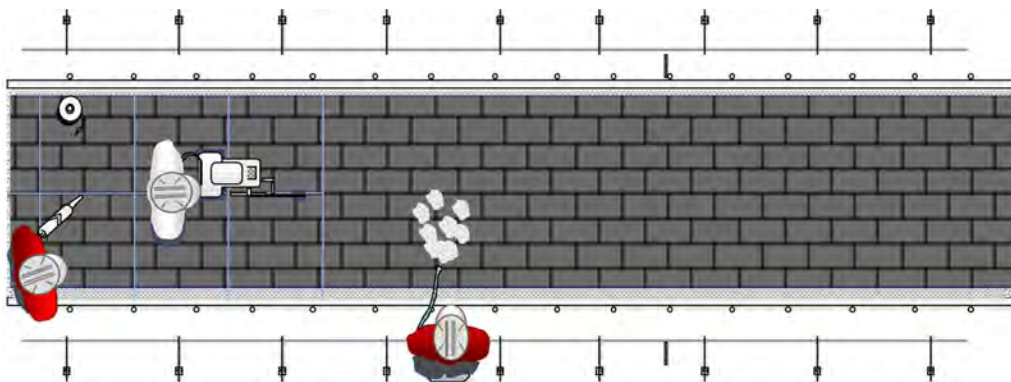


Figura 4.17 Elaboración de cortes de juntas transversales y longitudinales, y colocación de sellado de juntas y nivelación.



Conclusiones

El tramo de intervención cuenta con características de tránsito vehicular, que dentro de una clasificación dada por el “*Reglamento de Tránsito de Ciudad de México*”, se considera como “como una vialidad secundaria (colectora), con velocidades de diseño entre los 40 y 60 km/hora”, no obstante dado que las intersecciones que contiene y la zona con un alto impacto comercial, es destacable y primordial su rehabilitación y/o reconstrucción, considerando prioritariamente cumplir y ejecutar un proyecto que implique un sustento de mejoramiento y adecuación para el beneficio de la zona.

El desarrollo de la descripción del presente proyecto ejecutivo, cubrió los puntos de importancia de la integración precisa y prioritaria de la información que tiene más realce para que de forma determinante, se realizara una rehabilitación y/o reconstrucción adecuada a las características del tramo intervenido, por las características en las que se encontraba la vialidad urbana se llevó a cabo la sustitución del tipo de pavimento, esto es de uno flexible (existente) a uno rígido, de igual manera se tuvo que realizar una proyección satisfactoria de la conformación geométrica, brindando la seguridad y satisfaciendo las necesidades del tránsito vehicular y peatonal.

De manera sustancial siempre se tuvo el objetivo de brindar los datos exactos, útiles y necesarios que contribuyeran a una ejecución más óptima del proyecto ejecutivo, con el fin de realizar una vinculación que beneficiara el desarrollo de trabajo del contratista de forma eficiente.

Esto fue a partir del cumplimiento de las especificaciones que exigía el proyecto, se demarco dentro de los aspectos de la regulación, que el diseño de la reconformación del trazo geométrico siempre se acatara bajo las normas de señalización y movilidad de la ciudad de México, con el fin de garantizar y brindar un mejor desempeño directamente al tránsito vehicular y al flujo cómodo y seguro de los peatones. Para llevar todo los objetivos que demandaba el proyecto fue necesario desglosar los entregables en términos de actividades, tener fijada una secuencia propia de cada concepto concebido dentro del programa de obra, por lo que se fijó un inicio y un final para cada fase, entregable y actividad.

Por las características que demandaba del proyecto fue necesario el uso del software Civil CAD 3D, con la finalidad de contar con un dinamismo y coordinación de las actividades de ejecución vinculadas directamente al mismo proyecto y a su vez a la ejecución, que como es sabido, siempre están susceptibles a modificaciones y cambios dentro de algunas actividades del programa de obra, esto se puede adjudicar al desconocimientos de las condiciones en las que se puede encontrar una vialidad urbana. Este punto recae en que tan primordial representa tener un conocimiento de toda la infraestructura que interactúa y se



aloja en la franja peatonal y el pavimento, por lo cual es necesario cumplir con las características primordiales y necesarias de un proyecto topográfico, el cual además de brindarnos datos de altimetría y planimetría, necesarios para realizar la proyección geométrica, también se requiere que se cumpla con la localización de los puntos de infraestructura que se alojen a lo largo del tramo intervenido, es bajo este requerimiento en donde las cualidades que presenta el software ya mencionado, nos brinda las herramientas necesarias para tener una correcta clasificación y orden de la basta información captada por la brigada topográfica.

En el aspecto que cumple este software con la alta gama de herramientas que contiene para la elaboración del proyecto geométrico, facilita obtener el alcance visado del proyecto, de tal manera que nos da opciones para hacer modificaciones que enlazados todos los elementos que integran la proyección, ya que se encuentran directamente vinculados con el “alineamiento” o “eje de proyecto”. A partir de este elemento se vincula la proyección del perfil rasante, por lo cual cuando alguno de estos dos elementos se vean necesario modificarse por aspecto principalmente de altimetría y sujetos al cambio de condiciones de las pendientes longitudinales y transversales, con el objeto de optimizar una buena captación de agua pluvial.

Sobre las mismas herramientas proporcionadas, se puede destacar la aplicación del concepto “ensamblaje”, con este se hace la caracterización de cualquier tipo geométrico de sección que se encuentre en el tramo de intervención, de tal modo que con los espesores asignados por el diseño del pavimento y bajo las condiciones geométricas que se contemplan desde el ancho de la vialidad y las franjas peatonales, se puede realizar de forma ordenada los cambios de sección de construcción. Esta herramienta es muy importante ya que se pueden crear las secciones de construcción necesarias a las condiciones de la “geometría urbana”, para que posteriormente se pueda ordenar según las características que las ligue dentro de la composición del alineamiento del proyecto geométrico.

Por los aspectos tratados anteriormente y que se describen dentro del desarrollo del presente trabajo, claramente se pueden apreciar las cualidades y ventajas que benefician la realización de la proyección dentro de este software, de las cuales la que tienen mayor importancia es la que se refiere a la vinculación entre elementos, esto es porque genera las condiciones de agilizar y sacar provecho cuando sea necesario realizar un cambio, los cuales se garantizan que sean correctos por la misma interfaz que presenta el software. Haciendo una comparación con otros softwares como el “módulo de Civil CAD” y el programa de “Curva masa de la SCT”, estos cuando se sujetan a cambios existe la necesidad de realizar por completo todas las rutinas debido a que no existe integración entre todos los elementos geométricos, lo cual ocasiona retrasos” importantes” que afectan los entregables, y que obviamente perjudica el desarrollo del proyecto.



Así mismo otra ventaja del software empleado, es la generación de datos de forma simultánea, que a partir de capas de capas (*layouts*), esto da como resultado una forma ordenada de las cifras y cuadros de construcción a lo que se refiere a las cantidades volumétricas, altimétricas y planimétricas. A partir de los elementos formados por el perfil rasante y los ensamblajes, estos datos se pueden consultar y destinar en informes necesarios para el contratista.

Por los dos puntos mencionados, se puede constatar que el uso de este software nos proporciona todas las herramientas útiles, primordiales y eficientes dentro de la proyección y la creación de los entregables, e incluso se puede mencionar que cuenta con herramientas para elaborar todo proyecto en donde se vea interferida la topografía, algunos ejemplos pueden ser; el manejo de cuencas hidrológicas, obras de drenaje sanitario, redes abastecimiento de agua potable, y en el caso de infraestructura de vías terrestres aparte de abarcar carreteras y vialidades urbanas, también se puede usar para proyectos ferrocarriles y aeropuertos.

La proyección de la modulación y diseño del pavimento de concreto hidráulico cumplen un aspecto muy primordial, el cual conlleva dos aspectos principales de acción, primeramente durante la elaboración del proyecto, y en forma subsecuente en la ejecución, en la labor de brindar con certeza los datos para que la construcción se realizará a detalle y que en puntos específicos donde se presentaran complicaciones, ya fuera por captación de drenaje pluvial, alojamiento de infraestructura que atentara con la ejecución y que por ende perjudicara a la calidad del pavimento, se tuvo que realizar a fondo toda la especificación de la modulación, tarea que tuvo su complicación por la geometría y la gran cantidad de infraestructura que se aloja en el tramo intervenido. Analizando las propuestas de la proyección de la modulación del concreto hidráulico, existía la incertidumbre a que se originaran agrietamientos entre la infraestructura y por una mala relación entre el largo y ancho entre las juntas de construcción. Es por ello que existió la necesidad de asistir con la brigada topográfica, que se encargada de recrear toda la información plasmada en los planos del proyecto “ass-built”, los cuales se corroboraban y efectuaban, según lo proyectado, lineamientos y detalles especificadas, durante la ejecución, estos se debe constatar al solicitar los formatos, que contienen el registro de los datos de altimetría y planimetría correspondientes a lo efectuado durante la ejecución.

En el aspecto que rige la eficiencia aplicada durante la ejecución de la metodología constructiva, conlleva objetivamente que se especifique según los estándares de la calidad de los materiales, personal, equipo y maquinaria fundamental para su desarrollo. Como se apreció esta metodología está sustentada con pruebas de laboratorio y diseños sobre los comportamientos de los materiales, por lo cual garantiza un desempeño factible a las necesidades del proyecto. Sin embargo de existir alguna modificación en los materiales e



implementación de nueva maquinaria, donde se vea un beneficio para acortar los tiempos del programa de obra, se deben consultar la normativa y los distribuidores, la situación demuestra que el problema a considerar fundamentalmente para que se mejore la red de vialidades urbanas en las Ciudad de México, es tratar de consolidar un sistema que aisle totalmente la infraestructura que se aloja comúnmente dentro del pavimento y sobre la franja peatonal, esto sería un gran desarrollo sobre cualquier problemática de captación pluvial y sobre el mantenimiento mismo de las redes que se presentan como; de CFE, telecomunicaciones, de agua potable, y otros servicios, sin duda alguna de contar con un sistema con estas características, podríamos concebir que en cualquier tipo de pavimento se tenga una durabilidad, mantenimiento, rehabilitación y/o reconstrucción, que sustente un mejor desarrollo de circulación vehicular y peatonal.

Hay destacar la existencia de factores que interfieren durante la ejecución de un proyecto, pese a que se tenga una planeación, existen aspectos que son fundamentales para la determinación de un proyecto, como lo es el financiamiento, los intereses del cliente y los tiempos de desarrollo de la ejecución, estos son factores claves se contemplan en la selección de los métodos del programa de obra que dictamine la “gerencia”. Esto no quiere decir que se debe hacer a un lado los estudios preliminares; topográficos y geotécnicos, y en general todo análisis de ingeniería que conlleve el proyecto según sus características, lo que se trata de transmitir es que no se entorne reemplazada la ingeniería por intereses económicos. De manera puntual es una obligación del ingeniero elaborar un proyecto que sea efectivo, con estándares adecuados a la economía y que se pueda llevar a cabo dentro del tiempo que la emergencia lo requiera.

También hay que tener siempre fijado, que se puede contar con diversos tipos de solución para aplicar, pero el “ideal es aquel que sea más económico y a la vez, el más efectivo”.

Finalmente puntualizo que es labor esencial de un profesionalista, actualizarse con paqueterías de softwares, y conjuntamente de conocimiento teórico y práctico, para que conjuntamente se obtenga un desempeño óptimo al momento de encarar las problemáticas ingenieriles que se presentan en nuestro país.



Bibliografía

- **ACI, Construcción de losas y pisos de concreto ACI-302, Editado por IMCYC, edición 2004.**
- **ACI, Juntas en las construcciones de concreto, ACI 224. 3R, Editado por IMCYC, edición 2004.**
- **Alfonso Rico y Hermilio Del Castillo. Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Ed. Limusa.**
- **Comisión Nacional Del Agua, CONAGUA. “Manual CONAGUA”. CONAGUA, México, D.F., 30 de abril de 2000.**
- **Crespo Villalaz Carlos, Vías de Comunicación, México, Editorial Limusa, 2004.**
- **Delatte N. “Concrete Pavement, Desing. Construction and Performance”. Taylor and Francis. 2008.**
- **Facultad de Ingeniería, UNAM Diseño de Pavimentos. División de Estudios Superiores.**
- **IMCYC, Práctica recomendada para el diseño de pavimentos de concreto hidráulico, México, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. 1998**
- **Juan Yamal Chamoun Nicolás, Administración Profesional de Proyectos – La Guía, Editorial McGraw Hill, México, 2002.**
- **Juárez Badillo, Rico Rodríguez Mecánica de Suelos Tomo I, II y III. Ed. Limusa.**
- **Montes de Oca Miguel, Topografía, México, Editorial Alfaomega, 2007.**
- **Secretaría de comunicación y Transportes. Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras. Dirección General de Servicios Técnicos.**
- **SCT-IMT, Normativa para la infraestructura del transporte, México, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2008.**



Anexos

Anexo 1 Tabla de alineamiento vertical, Rasante Calle Londres.

Alineación vertical: Rasante Calle Londres				
Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 0+982.06				
VAV	P.K.	Inclinación de rasante T.S.	Longitud de curva	
1	0+022.07	0.54%	10.000m	
Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)				
	P.K. de PAV:	0+017.07	Elevación:	101.319m
	P.K. de VAV:	0+022.07	Elevación:	101.300m
	P.K. de PTV:	0+027.07	Elevación:	101.327m
	Punto bajo:	0+021.13	Elevación:	101.311m
	Inclinación de rasante T.E.:	-0.4%	Inclinación de rasante T.S.:	0.5%
	Cambiar:	0.91%	K:	11
	Longitud de curva:	10.000m		
2	0+054.07	-1.01%	20.000m	
Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)				
	P.K. de PAV:	0+044.07	Elevación:	101.419m
	P.K. de VAV:	0+054.07	Elevación:	101.473m
	P.K. de PTV:	0+064.07	Elevación:	101.372m
	Punto alto:	0+051.01	Elevación:	101.438m
	Inclinación de rasante T.E.:	0.5%	Inclinación de rasante T.S.:	-1.0%
	Cambiar:	1.56%	K:	13
	Longitud de curva:	20.000m		
3	0+080.00	-0.49%	15.000m	
Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)				
	P.K. de PAV:	0+072.50	Elevación:	101.286m
	P.K. de VAV:	0+080.00	Elevación:	101.210m
	P.K. de PTV:	0+087.50	Elevación:	101.173m
	Punto bajo:	0+087.50	Elevación:	101.173m
	Inclinación de rasante T.E.:	-1.0%	Inclinación de rasante T.S.:	-0.5%
	Cambiar:	0.53%	K:	28
	Longitud de curva:	15.000m		



4	0+123.03	0.41%	20.000m	
	Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)			
	P.K. de PAV:	0+113.03	Elevación:	101.049m
	P.K. de VAV:	0+123.03	Elevación:	101.000m
	P.K. de PTV:	0+133.03	Elevación:	101.041m
	Punto bajo:	0+123.94	Elevación:	101.022m
	Inclinación de rasante T.E.:	-0.5%	Inclinación de rasante T.S.:	0.4%
	Cambiar:	0.89%	K:	22
	Longitud de curva:	20.000m		
5	0+223.08	0.84%	20.000m	
	Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)			
	P.K. de PAV:	0+213.08	Elevación:	100.883m
	P.K. de VAV:	0+223.08	Elevación:	100.852m
	P.K. de PTV:	0+233.08	Elevación:	100.936m
	Punto bajo:	0+218.57	Elevación:	100.875m
	Inclinación de rasante T.E.:	-0.3%	Inclinación de rasante T.S.:	0.8%
	Cambiar:	1.16%	K:	17.29754988
	Longitud de curva:	20.000m		
6	0+251.73	-1.06%	20.000m	
	Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			
	P.K. de PAV:	0+241.73	Elevación:	101.008m
	P.K. de VAV:	0+251.73	Elevación:	101.092m
	P.K. de PTV:	0+261.73	Elevación:	100.986m
	Punto alto:	0+250.57	Elevación:	101.045m
	Inclinación de rasante T.E.:	0.8%	Inclinación de rasante T.S.:	-1.1%
	Cambiar:	1.90%	K:	11
	Longitud de curva:	20.000m		
7	0+270.86	1.29%	15.000m	
	Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)			
	P.K. de PAV:	0+263.36	Elevación:	100.969m
	P.K. de VAV:	0+270.86	Elevación:	100.889m
	P.K. de PTV:	0+278.36	Elevación:	100.986m
	Punto bajo:	0+270.13	Elevación:	100.933m
	Inclinación de rasante T.E.:	-1.1%	Inclinación de rasante T.S.:	1.3%
	Cambiar:	2.35%	K:	6
	Longitud de curva:	15.000m		



8	0+320.64	-1.97%	15.000m	
Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)				
	P.K. de PAV:	0+313.14	Elevación:	101.106m
	P.K. de VAV:	0+320.64	Elevación:	100.967m
	P.K. de PTV:	0+328.14	Elevación:	100.820m
	Punto alto:	0+313.14	Elevación:	101.106m
	Inclinación de rasante T.E.:	-1.9%	Inclinación de rasante T.S.:	-2.0%
	Cambiar:	0.12%	K:	12
	Longitud de curva:	15.000m		
9	0+341.41	-0.45%	15.000m	
Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)				
	P.K. de PAV:	0+333.91	Elevación:	100.706m
	P.K. de VAV:	0+341.41	Elevación:	100.558m
	P.K. de PTV:	0+348.91	Elevación:	100.524m
	Punto bajo:	0+348.91	Elevación:	100.524m
	Inclinación de rasante T.E.:	-2.0%	Inclinación de rasante T.S.:	-0.5%
	Cambiar:	1.52%	K:	10
	Longitud de curva:	15.000m		
10	0+424.54	1.91%	20.000m	
Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)				
	P.K. de PAV:	0+414.54	Elevación:	100.228m
	P.K. de VAV:	0+424.54	Elevación:	100.183m
	P.K. de PTV:	0+434.54	Elevación:	100.374m
	Punto bajo:	0+418.37	Elevación:	100.219m
	Inclinación de rasante T.E.:	-0.5%	Inclinación de rasante T.S.:	1.9%
	Cambiar:	2.36%	K:	8
	Longitud de curva:	20.000m		
11	0+478.44	0.44%	20.000m	
Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)				
	P.K. de PAV:	0+468.44	Elevación:	100.326m
	P.K. de VAV:	0+478.44	Elevación:	99.892m
	P.K. de PTV:	0+488.44	Elevación:	99.937m
	Punto bajo:	0+486.58	Elevación:	99.933m
	Inclinación de rasante T.E.:	-4.3%	Inclinación de rasante T.S.:	0.4%
	Cambiar:	4.78%	K:	4
	Longitud de curva:	20.000m		



12	0+637.57	0.61%	20.000m	
Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)				
	P.K. de PAV:	0+627.57	Elevación:	100.196m
	P.K. de VAV:	0+637.57	Elevación:	100.043m
	P.K. de PTV:	0+647.57	Elevación:	100.103m
	Punto bajo:	0+641.90	Elevación:	100.086m
	Inclinación de rasante T.E.:	-1.5%	Inclinación de rasante T.S.:	0.6%
	Cambiar:	2.14%	K:	9
	Longitud de curva:	20.000m		
13	0+663.16	-0.43%	23.861m	
Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)				
	P.K. de PAV:	0+651.23	Elevación:	100.125m
	P.K. de VAV:	0+663.16	Elevación:	100.198m
	P.K. de PTV:	0+675.09	Elevación:	100.147m
	Punto alto:	0+665.19	Elevación:	100.168m
	Inclinación de rasante T.E.:	0.6%	Inclinación de rasante T.S.:	-0.4%
	Cambiar:	1.04%	K:	23
	Longitud de curva:	23.861m		
14	0+743.46	2.55%	15.000m	
Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)				
	P.K. de PAV:	0+735.96	Elevación:	99.885m
	P.K. de VAV:	0+743.46	Elevación:	99.852m
	P.K. de PTV:	0+750.96	Elevación:	100.044m
	Punto bajo:	0+738.13	Elevación:	99.880m
	Inclinación de rasante T.E.:	-0.4%	Inclinación de rasante T.S.:	2.6%
	Cambiar:	2.98%	K:	5
	Longitud de curva:	15.000m		
15	0+843.77	1.61%	15.000m	
Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)				
	P.K. de PAV:	0+836.27	Elevación:	99.822m
	P.K. de VAV:	0+843.77	Elevación:	99.782m
	P.K. de PTV:	0+851.27	Elevación:	99.903m
	Punto bajo:	0+839.99	Elevación:	99.812m
	Inclinación de rasante T.E.:	-0.5%	Inclinación de rasante T.S.:	1.6%
	Cambiar:	2.14%	K:	7
	Longitud de curva:	15.000m		



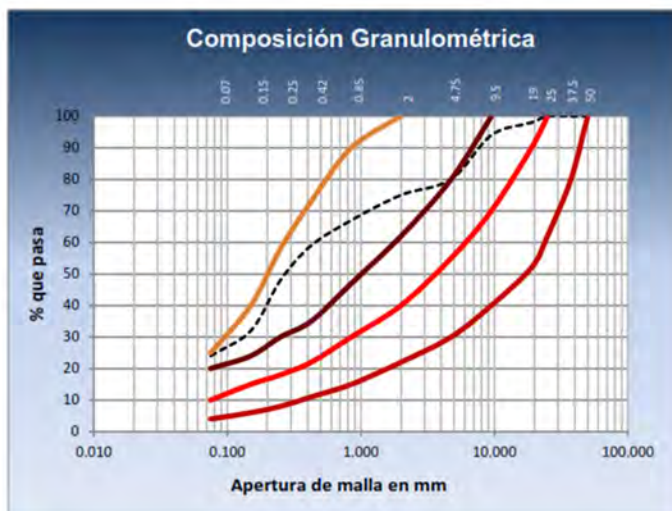
16	0+862.00	0.91%	20.000m	
	Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			
	P.K. de PAV:	0+852.00	Elevación:	99.915m
	P.K. de VAV:	0+862.00	Elevación:	100.075m
	P.K. de PTV:	0+872.00	Elevación:	100.167m
	Punto alto:	0+872.00	Elevación:	100.167m
	Inclinación de rasante T.E.:	1.6%	Inclinación de rasante T.S.:	0.9%
	Cambiar:	0.69%	K:	29
	Longitud de curva:	20.000m		
16	0+948.75	-0.35%	20.000m	
	Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)			
	P.K. de PAV:	0+938.75	Elevación:	100.153m
	P.K. de VAV:	0+948.75	Elevación:	99.980m
	P.K. de PTV:	0+958.75	Elevación:	99.945m
	Punto bajo:	0+958.75	Elevación:	99.945m
	Inclinación de rasante T.E.:	-1.7%	Inclinación de rasante T.S.:	-0.4%
	Cambiar:	1.38%	K:	15
	Longitud de curva:	20.000m		



Anexo 2 Concentrado de pruebas de laboratorio para material en zona de desplante y diseño de pavimento. “PCA 1”

		INFORME No.	LIE.CAR. 0001
DESCRIPCIÓN:	LIMO ARENOSO CON POCA GRAVA	FECHA DE MUESTREO:	2017-02-15
PROCEDENCIA:	PCA-01 PROF. 0,50 m		

TABLA DE RESULTADOS		
PROPIEDAD	VALOR	ESPECIFICACIÓN
CBR en %	34.3	---
VRS en %	49.0	---
EXPANSIÓN en %	1.15	---
MASA VOL. SECA MÁXIMA en kg/m ³	1580	---
HUMEDAD ÓPTIMA en %	20.1	---
LÍMITES DE CONSISTENCIA		
LÍMITE LÍQUIDO %	36.80	---
LÍMITE PLÁSTICO %	26.40	---
ÍNDICE PLÁSTICO	10.40	---
CONTRACCIÓN LINEAL %	3.10	---
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	ML - GP	---



COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA						
Criba (mm)	Designación	% QUE PASA (MUESTRA)	LÍMITES ESPECIFICADOS SCT			
			25	20	10	4
0.075	200	24				
0.15	100	32	40	24	15	6
0.25	60	48	58	30	18	8
0.425	40	59	73	35	22	11
0.85	20	67	90	47	30	15
2	10	75	100	62	40	22
4.75	4	80		80	55	30
9.5	3/8	94		100	70	40
19	3/4	98			90	52
25	1	100			100	62
37.5	1 1/2	100				80
50	2	100				100

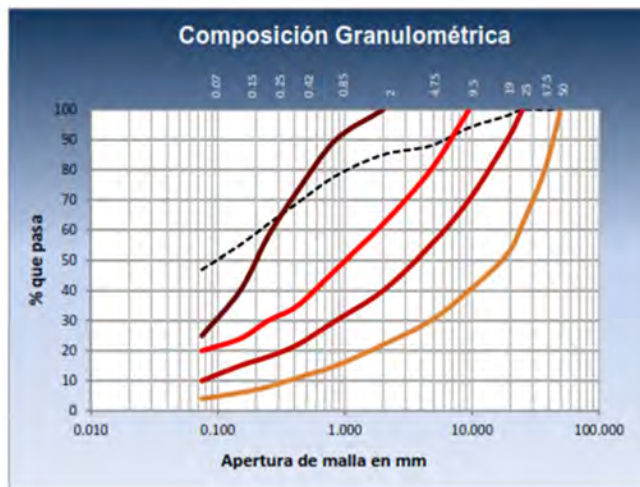
OBSERVACIONES:	ANÁLISIS INFORMATIVO
MÉTODOS DE PRUEBA EMPLEADOS: NMX-C-416 ONNCE (EN VIGOR)	



Anexo 3 Concentrado de pruebas de laboratorio para material en zona de desplante y diseño de pavimento. "PCA 2"

		INFORME No.	LIE.CAR. 0002
DESCRIPCIÓN:	ARECILLA POCO LIMOSA CON POCA GRAVA	FECHA DE MUESTREO:	2017-02-15
PROCEDENCIA:	PCA-02 PROF. 0,50 m		

TABLA DE RESULTADOS		
PROPIEDAD	VALOR	ESPECIFICACIÓN
CBR en %	15.7	---
VRS en %	22.4	---
EXPANSIÓN en %	1.69	---
MASA VOL. SECA MÁXIMA en kg/m ³	1490	---
HUMEDAD ÓPTIMA en %	46.1	---
LÍMITES DE CONSISTENCIA		
LÍMITE LÍQUIDO %	58.40	---
LÍMITE PLÁSTICO %	40.50	---
ÍNDICE PLÁSTICO	17.90	---
CONTRACCIÓN LINEAL %	4.90	---
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	CH - GP	---



COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA						
Criba (mm)	Designación	% QUE PASA (MUESTRA)	LÍMITES ESPECIFICADOS SCT			
			25	20	10	4
0.075	200	47	25	20	10	4
0.15	100	55	40	24	15	6
0.25	60	62	58	30	18	8
0.425	40	69	73	35	22	11
0.85	20	78	90	47	30	15
2	10	85	100	62	40	22
4.75	4	88		80	55	30
9.5	3/8	94		100	70	40
19	3/4	98			90	52
25	1	100			100	62
37.5	1 1/2	100				80
50	2	100				100

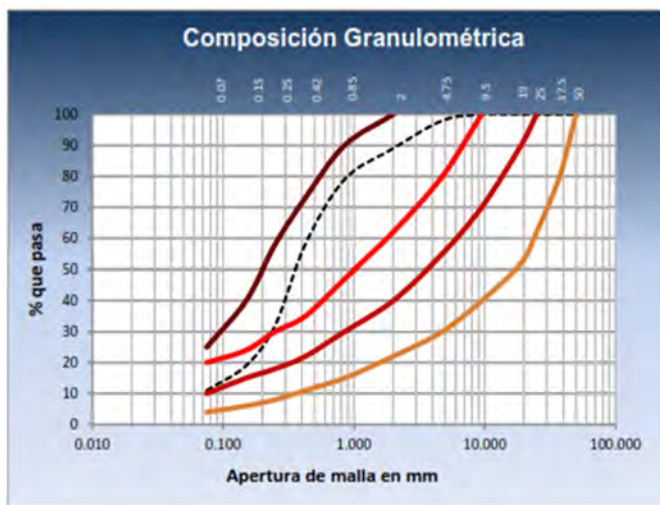
OBSERVACIONES:	ANÁLISIS INFORMATIVO
MÉTODOS DE PRUEBA EMPLEADOS: NMX-C-416 ONNCC (EN VIGOR)	



Anexo 4 Concentrado de pruebas de laboratorio para material en zona de desplante y diseño de pavimento. “PCA 3”

		INFORME No.	LIE.CAR. 0003
DESCRIPCIÓN:	ARENA POCO LIMOSA	FECHA DE MUESTREO:	2017-02-15
PROCEDENCIA:	PCA-03 PROF. 0,50 m		

PROPIEDAD	VALOR	ESPECIFICACIÓN
CBR en %	39.3	---
VRS en %	56.1	---
EXPANSIÓN en %	0.21	---
MASA VOL. SECA MÁXIMA en kg/m ³	1620	---
HUMEDAD ÓPTIMA en %	16.2	---
LÍMITES DE CONSISTENCIA		
LÍMITE LÍQUIDO %	21.40	---
LÍMITE PLÁSTICO %	14.90	---
ÍNDICE PLÁSTICO	6.50	---
CONTRACCIÓN LINEAL %	1.10	---
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	SC	---



Criba (mm)	Designación	% QUE PASA (MUESTRA)	LÍMITES ESPECIFICADOS SCT			
			25	20	10	4
0.075	200	11	25	20	10	4
0.15	100	19	40	24	15	6
0.25	60	32	58	30	18	8
0.425	40	58	73	35	22	11
0.85	20	79	90	47	30	15
2	10	89	100	62	40	22
4.75	4	98		80	55	30
9.5	3/8	100		100	70	40
19	3/4	100			90	52
25	1	100			100	62
37.5	1 1/2	100				80
50	2	100				100

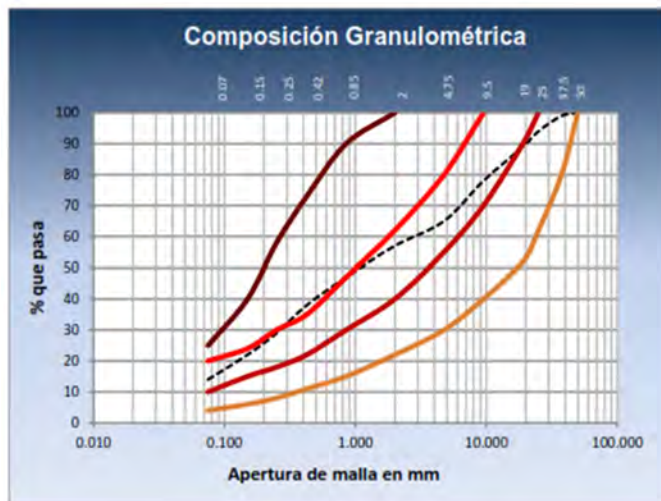
OBSERVACIONES:	ANÁLISIS INFORMATIVO
MÉTODOS DE PRUEBA EMPLEADOS: NMX-C-416 ONNCCCE (EN VIGOR)	



Anexo 5 Concentrado de pruebas de laboratorio para material en zona de desplante y diseño de pavimento “PCA 4”

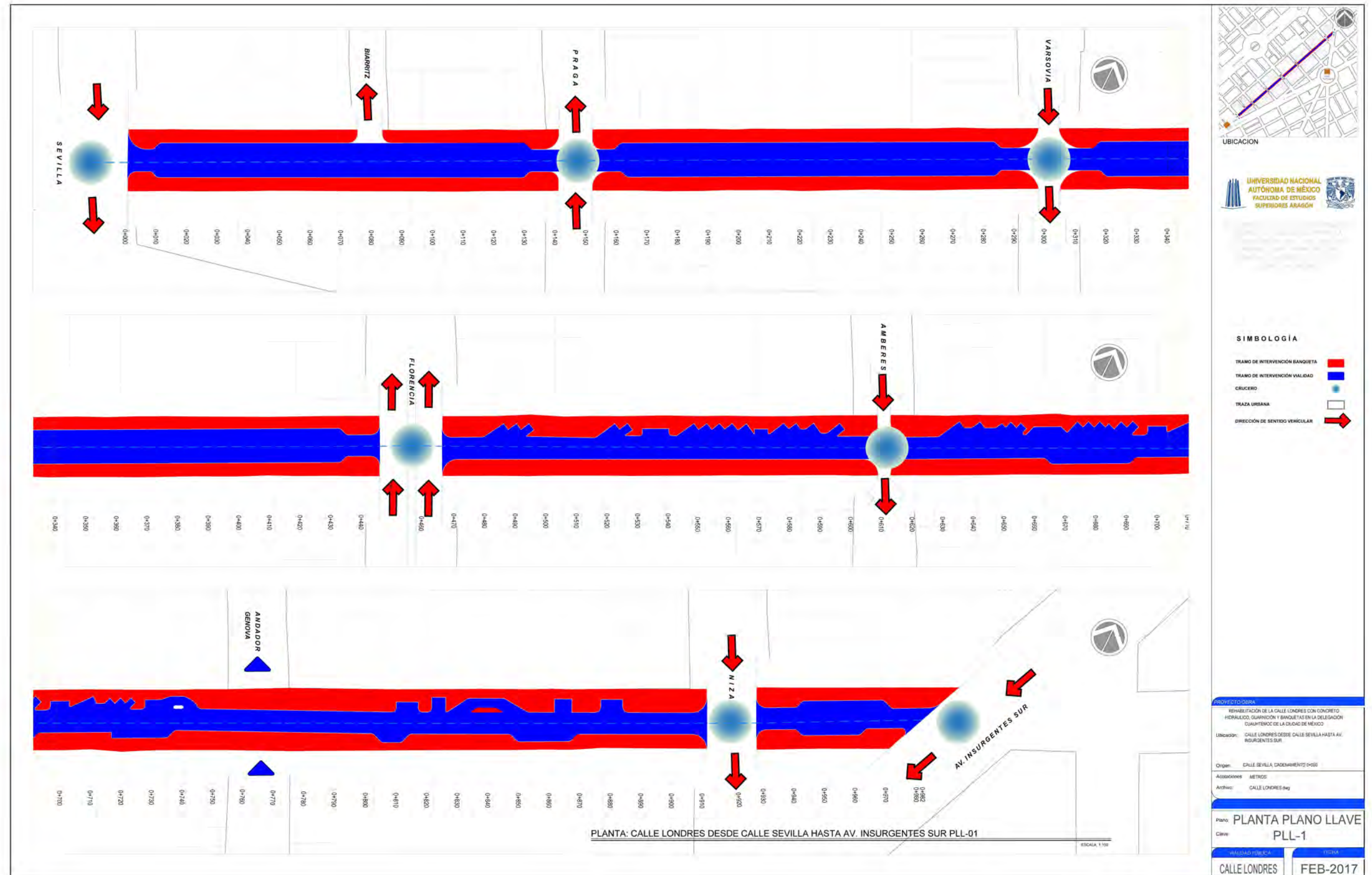
		INFORME No.	LIE.CAR. 0004
DESCRIPCIÓN:	LIMO ARENOSO CON POCA GRAVA	FECHA DE MUESTREO:	2017-02-15
PROCEDENCIA:	PCA-04 PROF. 0,50 m		

TABLA DE RESULTADOS		
PROPIEDAD	VALOR	ESPECIFICACIÓN
CBR en %	29.1	---
VRS en %	41.5	---
EXPANSIÓN en %	1.19	---
MASA VOL. SECA MÁXIMA en kg/m ³	1520	---
HUMEDAD ÓPTIMA en %	31.9	---
LÍMITES DE CONSISTENCIA		
LÍMITE LÍQUIDO %	39.80	---
LÍMITE PLÁSTICO %	26.50	---
ÍNDICE PLÁSTICO	13.30	---
CONTRACCIÓN LINEAL %	2.90	---
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	ML - GP	---

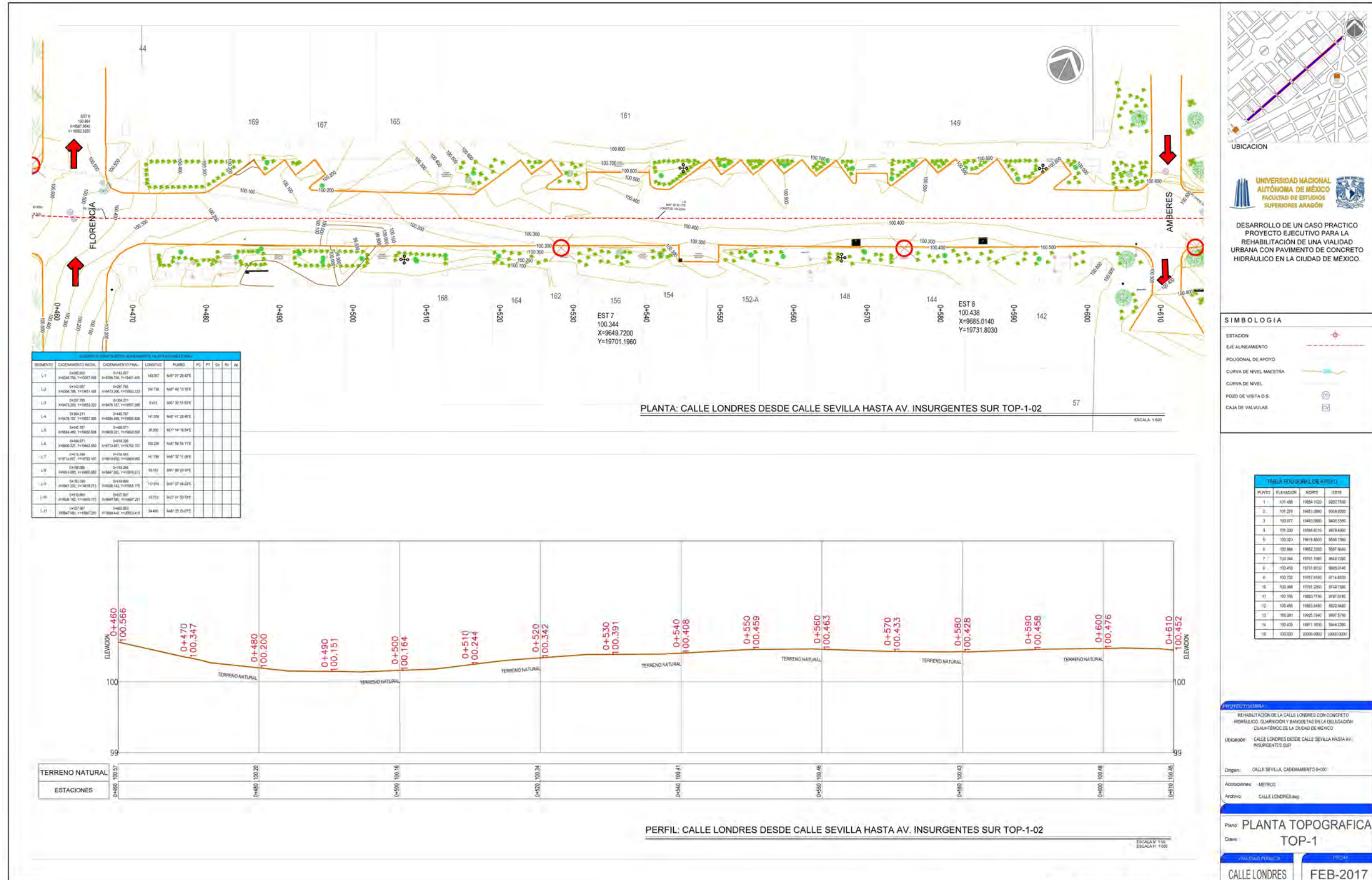


COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA						
Criba (mm)	Designación	% QUE PASA (MUESTRA)	LÍMITES ESPECIFICADOS SCT			
			25	20	10	4
0.075	200	14	25	20	10	4
0.15	100	22	40	24	15	6
0.25	60	29	58	30	18	8
0.425	40	38	73	35	22	11
0.85	20	47	90	47	30	15
2	10	57	100	62	40	22
4.75	4	65		80	55	30
9.5	3/8	78		100	70	40
19	3/4	89			90	52
25	1	94			100	62
37.5	1 1/2	99				80
50	2	100				100

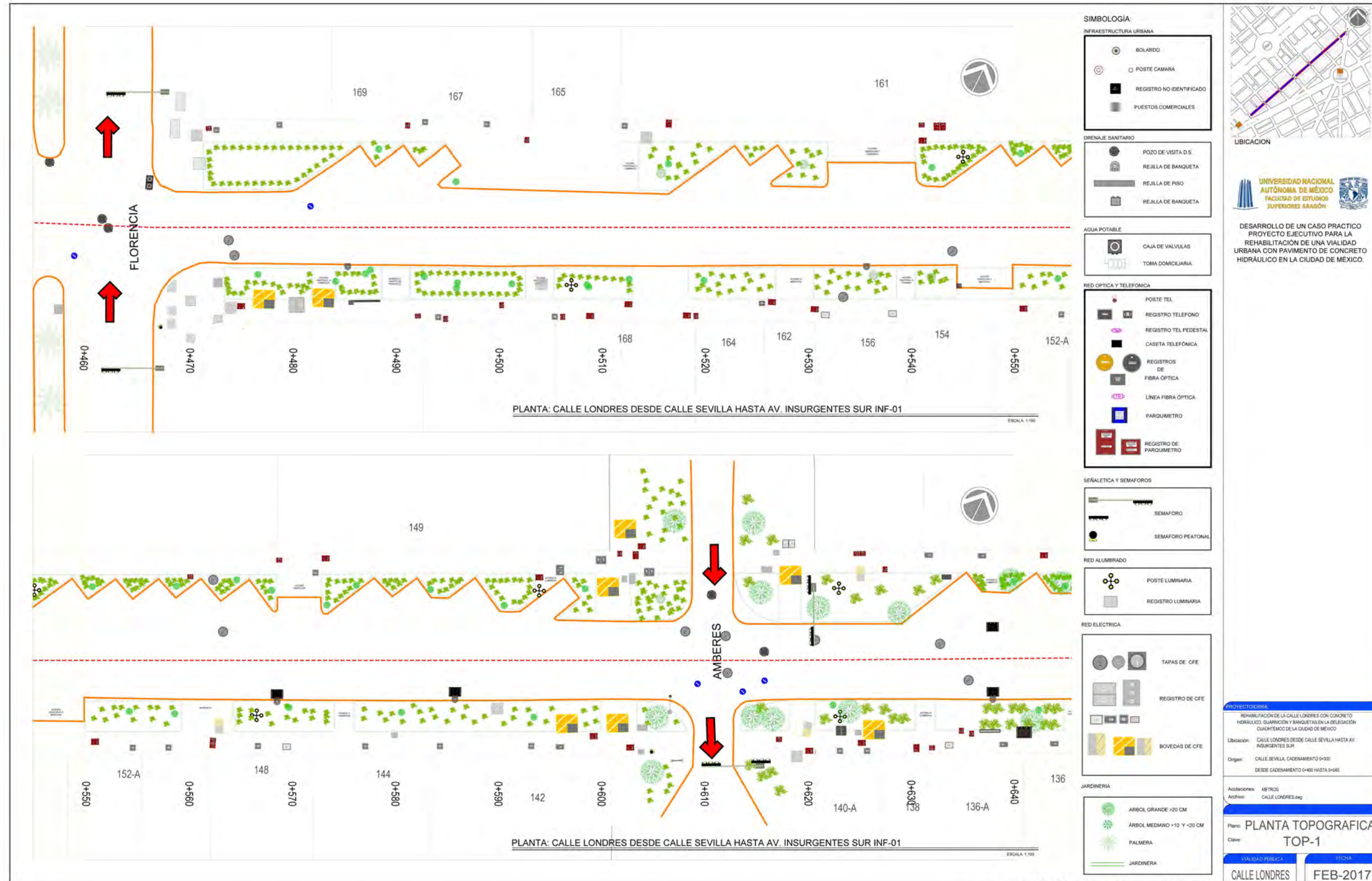
OBSERVACIONES:	ANÁLISIS INFORMATIVO
MÉTODOS DE PRUEBA EMPLEADOS: NMX-C-416 ONNCE (EN VIGOR)	



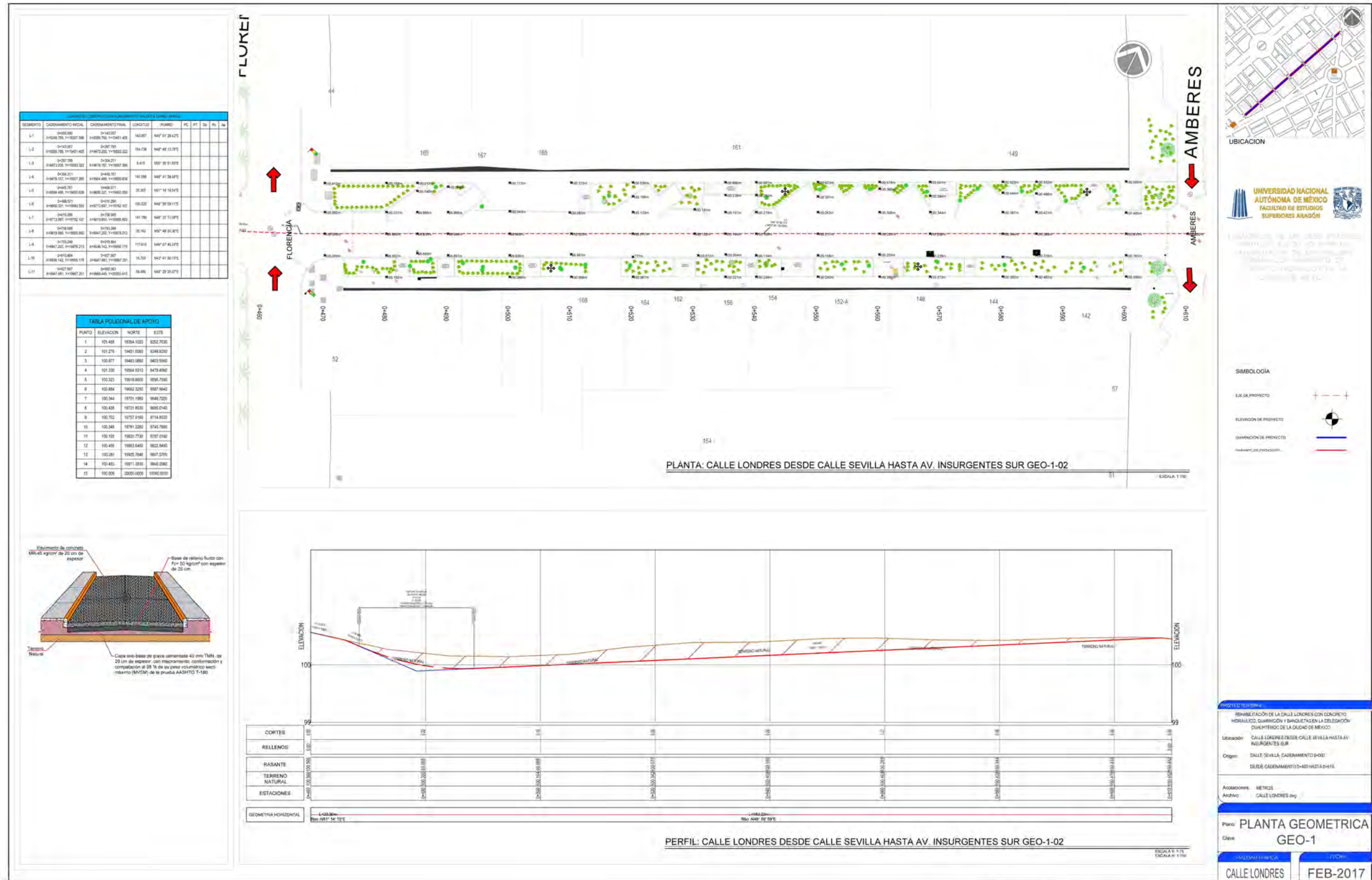
Anexo 6 Planta-Plano llave, código PLL-1



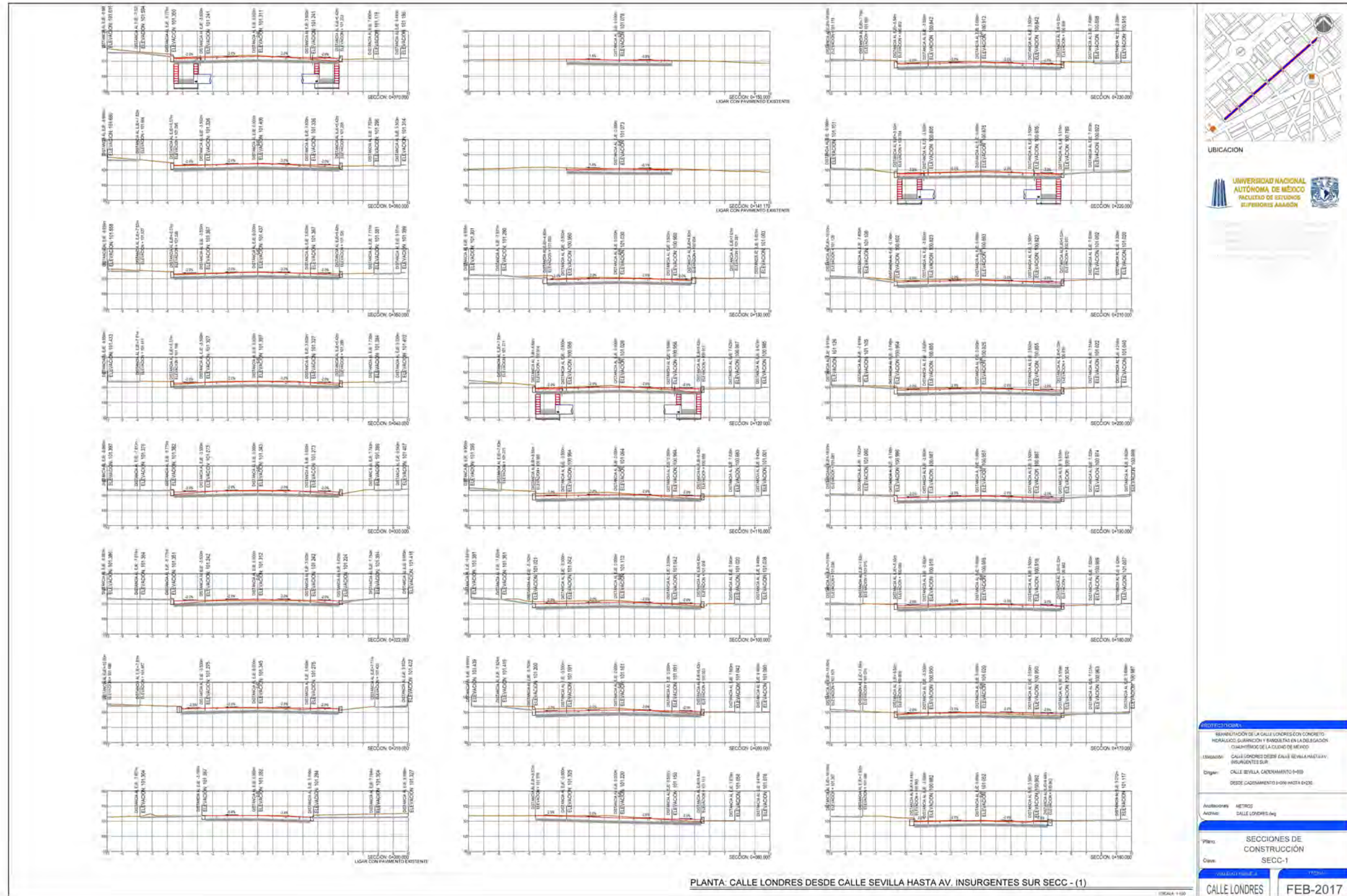
Anexo 7 Planta-Perfil Topográfica, código TOP-1



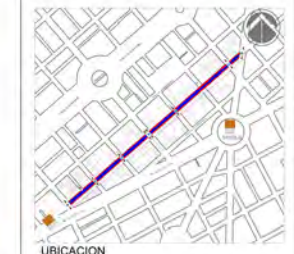
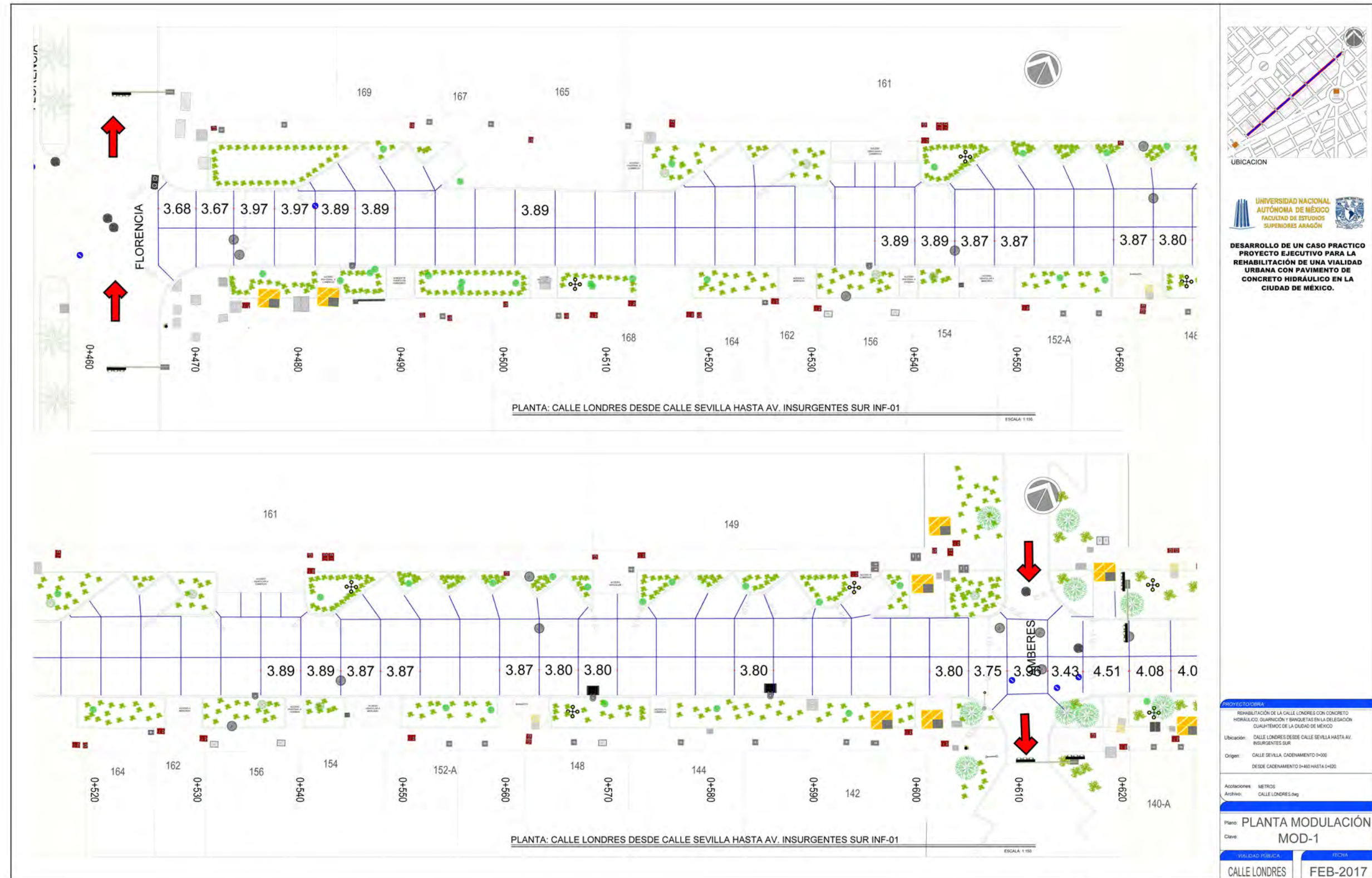
Anexo 8 Planta Topográfica (Infraestructura), código INF-1



Anexo 9 Planta y perfil Geométrico, código GEO-1



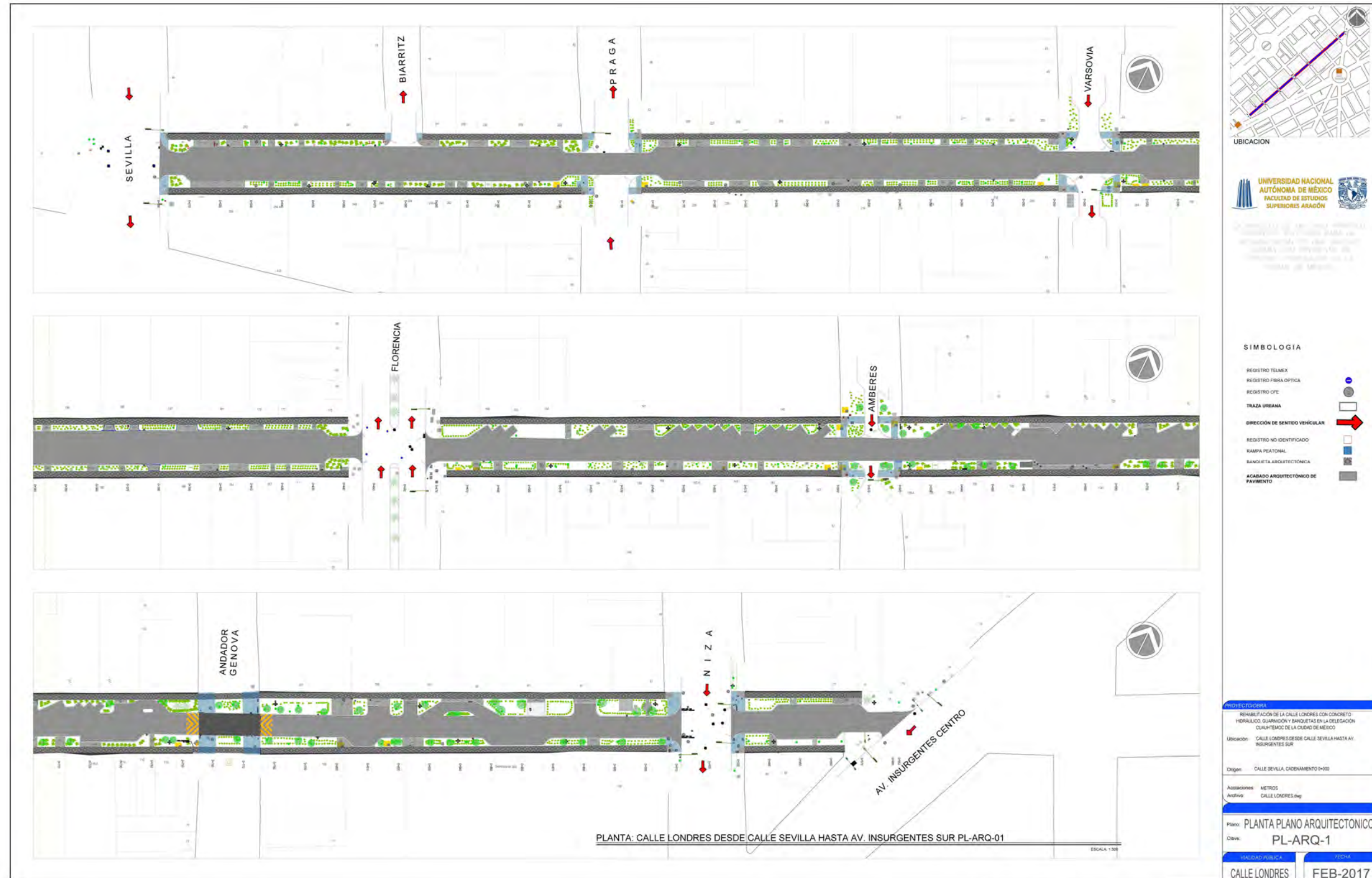
Anexo 10 Secciones de construcción, código SECC-1



DESARROLLO DE UN CASO PRACTICO
PROYECTO EJECUTIVO PARA LA
REHABILITACIÓN DE UNA VIALIDAD
URBANA CON PAVIMENTO DE
CONCRETO HIDRÁULICO EN LA
CIUDAD DE MÉXICO.

PROYECTO ORIGINAL	
REHABILITACIÓN DE LA CALLE LONDRES CON CONCRETO HIDRÁULICO, GUARNICIÓN Y BANQUETAS EN LA DELEGACIÓN CUAUHTEMOC DE LA CIUDAD DE MÉXICO	
Ubicación: CALLE LONDRES DESDE CALLE SEVILLA HASTA AV. INSURGENTES SUR	
Origen: CALLE SEVILLA, CADENAMIENTO 0+000 DESDE CADENAMIENTO 0+400 HASTA 0+800	
Asociaciones:	METROS
Archivo:	CALLE LONDRES.dwg
Plano: PLANTA MODULACIÓN	
Clave: MOD-1	
VALIDAD PÚBLICA	FECHA
CALLE LONDRES	FEB-2017

Anexo 11 Planta de Modulación, código MOD-1



Anexo 12 Planta Arquitectónica, código PL-ARQ-1

