



Práctica Supervisada

**EJECUCIÓN DE LA OBRA AV. RAFAEL NÚÑEZ, TRAMO AV. DONATO
ÁLVAREZ- PASCUAL SPACESSI**

Autor: Moreno Lautaro

Tutor interno: Ing. Jorge Eduardo Del Boca

Supervisor externo: Ing. Eduardo Vincenti

Entidad receptora: EVER S.A.

Carrera: Ingeniería Civil- Plan 2005

Marzo 2018

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi mamá, Pilarica, por hacer posible que yo pudiera estudiar esta carrera, siempre apoyándome y acompañándome en cada paso, y brindándome todo su cariño y comprensión.

Agradezco a mi hermana, Coral, porque siempre fue un punto de apoyo importante, y la mejor amiga que uno podría desear.

Agradezco a mi papa, Ricardo, por darme sus consejos y su contención cada vez que lo necesité, ayudándome cuando las cosas se ponían duras.

Agradezco al resto de mi familia, en especial a mi primo Federico, por siempre haber compartido cosas buenas juntos, y por acompañarnos y ayudarnos en las malas también.

Agradezco a mis amigos y amigas, tanto de la carrera, como de la vida, porque todos aportaron en un momento u otro a que yo pueda llegar hasta acá, compartiendo momentos de estudio y fiesta por igual.

Agradezco a mi novia, Magdalena, porque ella me ayudó a coronar mucho tiempo de esfuerzo acumulado, a concretar planes, y a avanzar en mi vida.

RESUMEN

La presente Práctica Profesional Supervisada se ha llevado a cabo en la empresa constructora "EVER S.A.", durante los meses de mayo, junio y julio del año 2017.

Las tareas desarrolladas respondieron principalmente a la dirección ejecutiva, incluyendo la dirección técnica, logística y coordinación de insumos, ejecución de certificados y relación con la inspección, replanteos, nivelaciones y relevamientos de la obra "Avenida Rafael Núñez, tramo Avenida Donato Álvarez- Pascual Spacessi".

El objetivo principal de la obra es proveer a los barrios afectados de la infraestructura necesaria, para que en aquellos casos donde el servicio de transporte urbano circula, se desarrolle de modo más fluido y sin inconvenientes logrando de esta manera una mejor conexión barrial al vincular el tramo ejecutado con calles pavimentadas existentes. También se busca lograr una significativa mejora en el drenaje superficial de aguas pluviales, beneficiando además el tránsito vehicular y peatonal con la premisa de reducir los costos actuales de mantenimiento (perfilado de calles de firme natural).

La intención de estas obras de pavimentación en la Ciudad de Córdoba es plasmar principios de urbanización básicos y fundamentales, cual son los de concretar las líneas y niveles definitivos, asegurar los desagües, permitir la construcción de veredas de carácter permanente, brindando un mayor grado de consolidación de la urbanización existente.

También se detallan en el presente informe aspectos relacionados con cada una de las etapas en la ejecución de la obra, señalando analogías y contrastes entre la teoría y lo que realmente es llevado a cabo en la práctica.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN.....	2
INDICE.....	3
INDICE DE FIGURAS	5
INDICE DE TABLAS.....	7
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN	8
1.1 GENERALIDADES DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA.....	8
1.2 OBJETIVOS PERSONALES	8
1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO	9
CAPÍTULO 2: DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	10
2.1 UBICACIÓN	10
2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA	12
2.3 PROBLEMÁTICAS DEL ENTORNO DE LA OBRA.....	13
CAPITULO 3: ANALISIS DEL PRYECTO	15
3.1 ANALISIS DE SOLUCIONES PLANIALTIMETRICAS	15
3.2 ANALISIS DE SOLUCIONES DE DESAGÜE.....	16
CAPÍTULO 4: PERFIL ESTRUCTURAL.....	18
4.1 DESCRIPCION DEL PERFIL TRANSVERSAL.....	18
4.2 DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE ESTRUCTURAL	19
4.2.1 Paquete estructural rígido.....	19
4.2.2 Paquete estructural flexible	21
CAPÍTULO 5: PROCESO DE EJECUCIÓN	22
5.1 DESCRIPCIÓN DE TAREAS.....	22
5.2 SONDEO, NIVELACIÓN, RELEVAMIENTO PARA PROYECTO Y REPLANTEO DE OBRA	22
5.2.1 Relevamiento	22
5.2.2 Replanteo	24
5.2.3 Nivelación de subrasante, subbase, y base.....	25
5.3 DEMOLICIÓN Y RETIRO DE HECHOS EXISTENTES	25
5.4 MOVIMIENTO DE SUELOS	26
5.5 PREPARACIÓN DE SUBRASANTE	35
5.6 PREPARACIÓN DE SUBBASE GRANULAR.....	40
5.7 PREPARACIÓN DE BASE GRANULAR	45
5.8 PAVIMENTO DE HORMIGÓN SIMPLE (ESPESOR 0,15 M Y 0,18 M).....	47
5.8.1 Construcción de la calzada y cunetas.....	48
5.8.2 Distribución del hormigón	51

5.8.3 Moldes laterales fijos	54
5.8.4 Juntas de dilatación	54
5.8.5 Juntas de contracción y de construcción	54
5.8.6 Sellado de juntas.....	56
5.8.7 Curado de hormigón	57
5.8.8 Protección del hormigón	59
5.8.9 Cordones curvos y rectos.....	60
CAPÍTULO 6: CÓMPUTO Y CERTIFICACIÓN	62
6.1 PRESUPUESTO	62
6.2 CERTIFICACIÓN DE OBRA.....	63
CAPITULO 7: CONCLUSIONES	65
7.1 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS DEL INFORME	65
7.2 CONCLUSIONES GENERALES DE LA EJECUCIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA.....	66
CAPÍTULO 8: BIBLIOGRAFÍA	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Ubicación de la obra.	10
Figura 2.2: Clasificación de áreas homogéneas.....	11
Figura 2.3: Traza del proyecto.	12
Figura 2.4: Manifestación de vecinos 1.	14
Figura 2.5: Manifestación de vecinos 2.	14
Figura 3.1: Planimetría del tramo trabajado por el alumno.	15
Figura 3.2: Altimetría del tramo trabajado por el alumno.	16
Figura 3.3: Niveles de inundabilidad.	17
Figura 3.4: Sentido de escurrimiento de las aguas superficiales.	17
Figura 4.1: Perfil transversal tipo.	18
Figura 4.2: Cordón cuneta externo.	19
Figura 4.3: Paquete estructural en badenes y bocacalles.	20
Figura 4.4: Paquete estructural en cunetas.	20
Figura 4.5: Paquete estructural flexible.	21
Figura 5.1: Relevamiento de puntos topográficos.	24
Figura 5.2: Nivelación geométrica.....	25
Figura 5.3: Demolición de badén de hormigón.	26
Figura 5.4: Minicargadora marca Bobcat.	27
Figura 5.5: Motoniveladora marca Huber Warco.	27
Figura 5.6: Camión volcador.	28
Figura 5.7: Compactador neumático propulsado por tractor.	28
Figura 5.8: Compactador vibrador liso autopropulsado.....	29
Figura 5.9: Minicargadora cargando suelo en camión volcador.....	30
Figura 5.10: Motoniveladora escarificando suelo en zona de desmonte.	30
Figura 5.11: Motoniveladora extrayendo material de desmonte.	31
Figura 5.12: Camión volcador depositando suelo de terraplén.....	31
Figura 5.13: Barrera provisoria para desvío de aguas grises.	32
Figura 5.14: Excavación de zanja provisoria con mini retroexcavadora.	32
Figura 5.15: Zanja provisoria para desvío de aguas grises.	33
Figura 5.16: Operario reparando conexión clandestina de agua.	34
Figura 5.17: Remoción de árbol dentro de la traza.	35

Figura 5.18: Ensayo del cono de arena.	37
Figura 5.19: Tanque regador propulsada por minicargadora.	38
Figura 5.20: Rastra propulsada por tractor.	38
Figura 5.21: Rodillo vibrador liso autopropulsado compactando subrasante.	39
Figura 5.22: Reemplazo de suelo no apto por suelo arena.	40
Figura 5.23: Ensayo de cono de arena en subbase.	41
Figura 5.24: Nivelación de estacas para subbase.	43
Figura 5.25: Acopio de suelo arena para subbase.	43
Figura 5.26: Descarga de material sobre subrasante.	44
Figura 5.27: Distribución de suelo arena con motoniveladora.	44
Figura 5.28: Compactación de suelo arena de subbase.	45
Figura 5.29: Descarga de material de base sobre subbase.	46
Figura 5.30: Distribución de base con motoniveladora.	47
Figura 5.31: Nivelación de clavos para colocación de moldes.	48
Figura 5.32: Compactación de badén con compactador de rodillo liso vibrador.	49
Figura 5.33: Colado de hormigón en badén.	50
Figura 5.34: Colado de hormigón en cuneta.	50
Figura 5.35: Colado de hormigón en cordón.	51
Figura 5.36: Vibrado de hormigón con vibrador monofásico de tipo aguja.	52
Figura 5.37: Palón de aluminio.	53
Figura 5.38: Cinta para alisar.	53
Figura 5.39: Diseño de juntas para bocacalles y badenes.	55
Figura 5.40: Aserrado de juntas en badén de hormigón.	56
Figura 5.41: Tomado de juntas.	57
Figura 5.42: Aplicación de membrana "Antisol".	58
Figura 5.43: Colocación de membrana plástica previo al hormigonado.	58
Figura 5.44: Ensayo de asentamiento con el tronco de cono de Abrams.	59
Figura 5.45: Marcas de tráfico vehicular en hormigón.	60
Figura 5.46: Hormigonado de cordón curvo en badén.	61
Figura 5.47: Estribos colocados en cuneta para posterior hormigonado de cordón. ...	61
Figura 6.1: Referencias para cómputo.	63

INDICE DE TABLAS

Tabla 5.1: Planilla de nivelación para subbase.	42
Tabla 6.1: Cómputo métrico del tramo analizado.	62
Tabla 6.2: Certificado mensual.	64

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

El presente informe es resultado de todas las actividades realizadas durante la Práctica Profesional Supervisada. Las tareas llevadas al cabo en este proceso se basan en resolver una actividad profesional, respondiendo a la formación académica obtenida, implicando de la mejor manera posible una transición del ámbito académico al profesional, lo cual es acompañado por personas experimentadas y responsables.

En el caso de la práctica presentada a continuación, la misma fue llevada al cabo en la empresa constructora EVER S.A. Estuvo bajo la supervisión constante de los ingenieros Eduardo Vincenti y Jorge Del Boca, quienes brindaron su tiempo, energía, experiencia, buen ánimo y dedicación para facilitar la labor del alumno.

En la práctica se pudieron reafirmar conceptos teóricos vistos a lo largo de la carrera, así como también remarcar la importancia de la gran variabilidad de materias, porque lógicamente en proyectos viales, tenemos muchas ramas de la ingeniería civil en juego y aplicación.

Dicha práctica fue desarrollada en base a una obra que tiene a la municipalidad de la ciudad de Córdoba como contratante, y a la empresa EDISUR S.A. como contratista. A su vez, la empresa EDISUR S.A. subcontrató a la empresa AFEMA S.A., la cual subcontrató a la empresa EVER S.A., que fue la encargada de la ejecución de las tareas. La obra consiste en la ejecución de un boulevard en el barrio Argüello Lourdes de Zona Norte, enlazando el acceso a la ciudad desde Villa Allende por la avenida Donato Álvarez con la avenida Rafael Núñez. Su principal objetivo es lograr una significativa mejora en las condiciones del tránsito vehicular, como así también para el drenaje superficial de aguas pluviales, el tránsito peatonal y sus conectividades. Complementariamente, quedaran materializadas las líneas de vereda, contribuyendo así a incrementar la consolidación de las urbanizaciones existentes.

Esta obra reviste un carácter de gran importancia para la ciudad, ya que favorece al desarrollo urbano, permitiendo que el mismo sea de manera adecuada y ordenada. Este tipo de obras es muy importante en estos barrios, ya que brinda una solución en múltiples aspectos como se mencionara anteriormente, tales como mejor conectividad, por ejemplo en épocas lluviosas sucede que existen zonas que son intransitables con todos los problemas aparejados que esto tiene, o la mejora en las condiciones de drenaje, de modo de solucionar en muchos casos problemas a ciertas viviendas, que debido a que el agua seguía su curso más favorable, en algunas ocasiones resultaban inundadas. La obra también tiene gran importancia para la ciudad de Córdoba y las ciudades vecinas de la zona noroeste, facilitando el tránsito entre las mismas de una forma más fluida, evitando el estrangulamiento que presenta la avenida Donato Álvarez en la zona de la universidad Blas Pascal.

1.2 OBJETIVOS PERSONALES

Entre los objetivos del desarrollo de la Práctica Profesional Supervisada, se pueden distinguir los siguientes:

- Completar la formación académica con experiencia laboral asesorada y supervisada.

- Aplicar a un proyecto los conocimientos, habilidades y destrezas aprendidas en la carrera profesional.
- Comprender la responsabilidad que implica el desarrollo de una actividad profesional y toda la decisión tomada en cada paso de un proyecto.
- Tomar conciencia sobre los plazos de obra y conceptos técnico-económicos que se manejan en esta clase de obras.
- Interactuar con el personal de la obra para lograr un buen desenvolvimiento en el campo laboral.
- Adquirir habilidades en el manejo y control de obras.
- Analizar los problemas que se presentan a diario en la obra, de manera de incursionar en la toma de decisiones en cada paso de un proyecto.

1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO

Se enuncian los siguientes objetivos específicos:

- Ejecutar el proyecto de manera tal de lograr un uso eficiente de los recursos, buscando una optimización de los tiempos e insumos, como ser maquinaria, materiales y mano de obra.
- Realizar la construcción cumpliendo con todas las normas reglamentarias y Pliego de Especificaciones Técnicas, controlando la calidad de las mismas conforme a los pedidos de la Inspección con el fin que se realicen satisfactoriamente.
- Verificar que el avance de obra se realice como lo establece el contrato de obra, adoptando las medidas necesarias, para evitar de esta manera ciertos inconvenientes que se pudieran presentar, como por ejemplo la aplicación de multas.

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 UBICACIÓN

La obra se emplaza en el límite entre los barrios Argüello Norte y Argüello Lourdes, en el sector noroeste de la ciudad de Córdoba, capital de la provincia homónima. En la figura 2.1 se observa la ubicación general respecto a la mancha urbana.

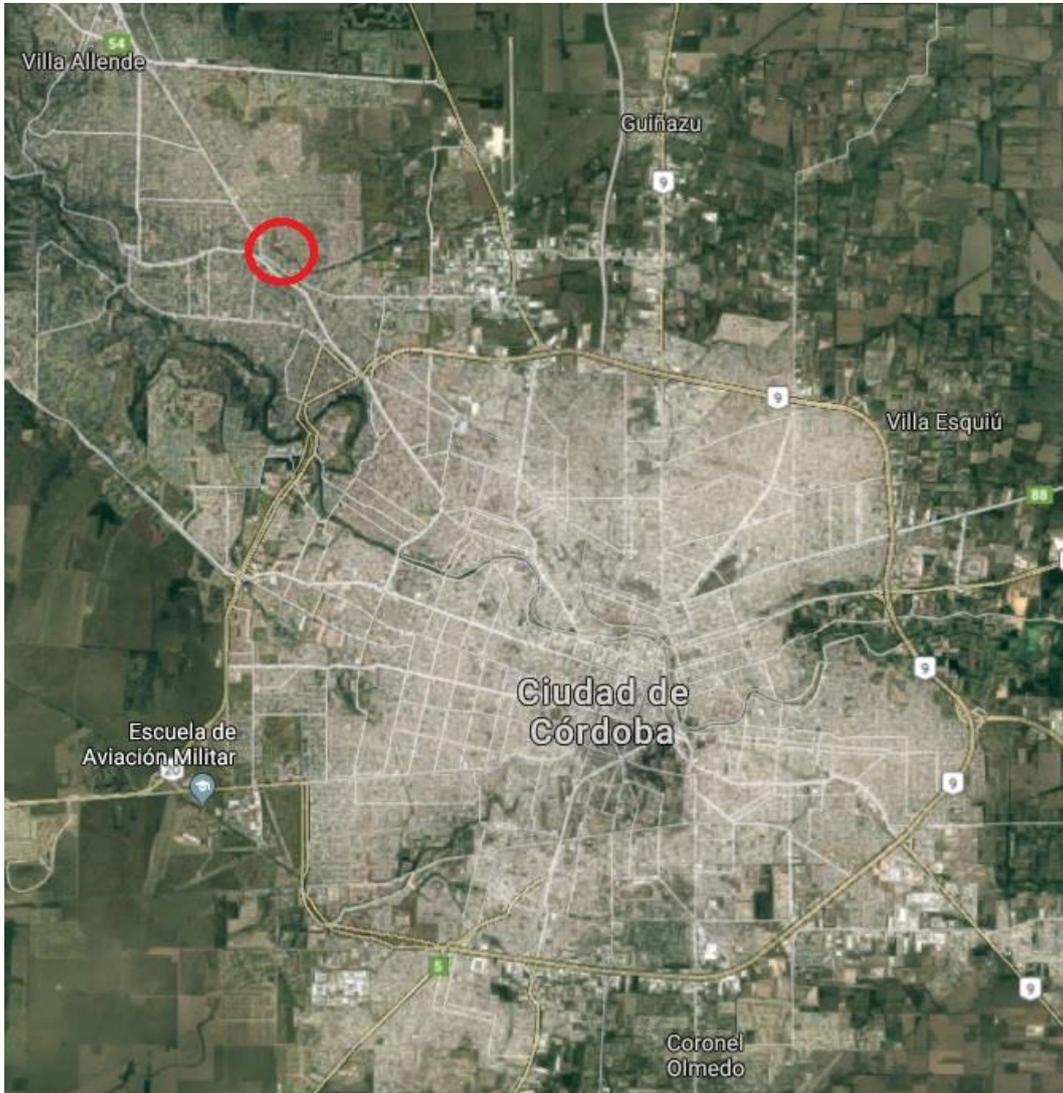


Figura 2.1: Ubicación de la obra.

Se puede decir que esta zona pertenece al área periférica dentro de la sectorización que se realiza a la totalidad del asentamiento actual de la Ciudad de Córdoba. De esta manera se identifican porciones del territorio con determinadas características de uso y ocupación del suelo, representadas en la figura 2.2, las cuales son representativas de los diferentes niveles sociales, económicos y culturales tales como:

- Área Central
- Área peri central- barrios tradicionales: sería la primera expansión de la ciudad, de fines del siglo XIX y comienzos del XX.

- Área intermedia: integrada por un conjunto de asentamientos barriales que han sido el resultado de la expansión urbana desarrollada a partir de la década del 50.
- Periferia: es la zona externa a la avenida de Circunvalación en la que se identifican diferentes situaciones en relación al resto del asentamiento. Son espacios que completan el territorio del ejido municipal y que alojan usos productivos, rurales, industriales, reservas naturales y militares, campus universitarios, barrios residenciales, etc.

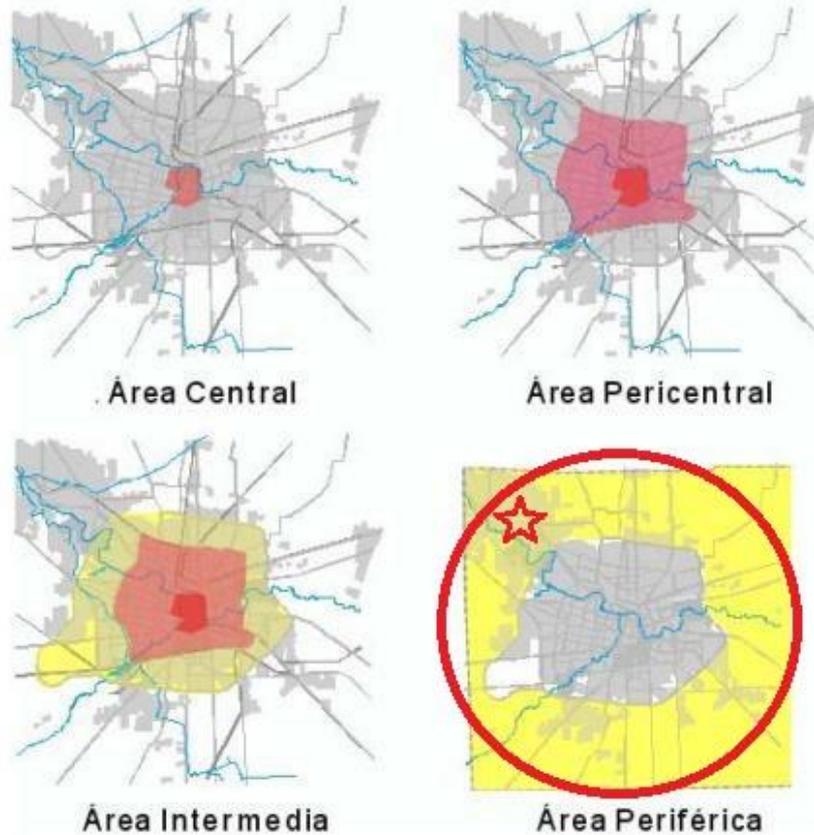


Figura 2.2: Clasificación de áreas homogéneas.

Al encontrarse este barrio en las afueras de Av. Circunvalación, sufre problemáticas derivadas de su posición, en cuanto a disponibilidad de servicios y equipamientos.

En la figura 2.3 se puede observar una imagen satelital en la que se resalta la traza del proyecto, y su ubicación con respecto a arterias principales tales como la Av. Rafael Núñez y la Av. Donato Álvarez. El desarrollo de la obra se dividió en dos etapas, la primera abarcando la traza al norte del Canal Maestro Norte, y la segunda abarcando la traza al sur del mismo. El alumno desempeñó sus tareas en la primera etapa de la obra, es decir, en el tramo al norte del canal.

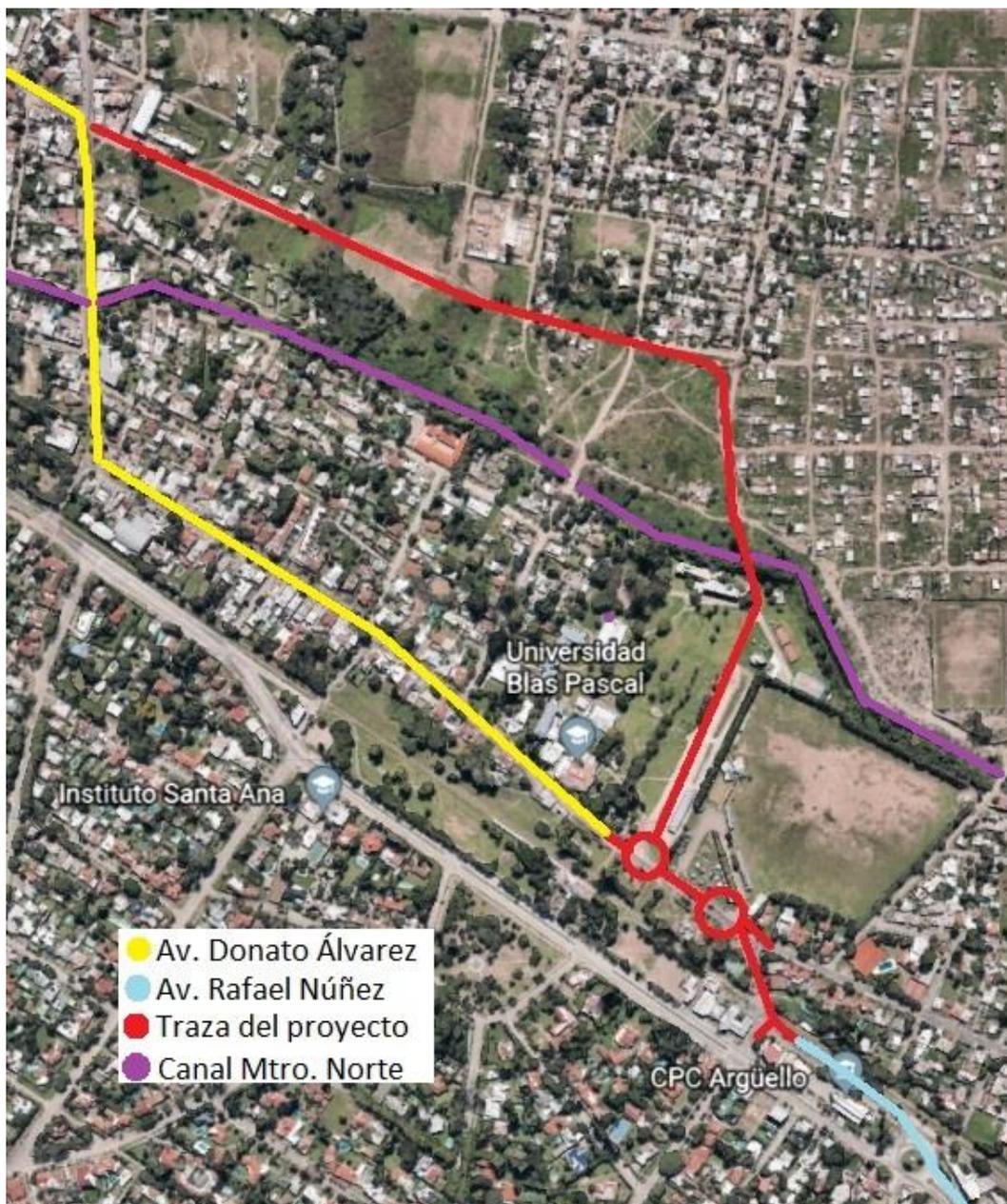


Figura 2.3: Traza del proyecto.

2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA

Esta obra es de vital importancia para la zona noroeste de la ciudad de Córdoba, ya que sirve para aliviar el tráfico entre las avenidas Donato Álvarez y Rafael Núñez a la altura de la Universidad Blas Pascal. En ese tramo, la Av. Donato Álvarez sufre un estrangulamiento, pasando de tener cuatro carriles, dos para cada sentido, a tener solamente dos, uno para cada sentido. Por allí circulan gran cantidad de vehículos en las horas pico del día que ingresan a la ciudad capital desde las localidades satélites de la misma, como son Villa Allende, Mendiolaza, Unquillo, etc. Es así, que queda definido el objetivo principal de la ejecución de esta obra.

A su vez, la obra tiene un objetivo secundario, que es brindar una mejor conectividad al barrio Argüello Lourdes, que solo tenía acceso desde su lado norte por la calle Oscar

Cabalén. Una vez finalizada la obra, este tendría vinculación directa desde su lado sur hacia la Av. Rafael Núñez, posibilitando que por allí circulen líneas de transporte urbano, que actualmente pasan relativamente lejos del barrio.

Un tercer objetivo de la obra sería la mejora del escurrimiento de las aguas de la zona. No solo las provenientes de las lluvias y los desagües domésticos, sino las aguas grises que son depositadas directamente en la vía pública por la gente del barrio Argüello Lourdes. Esto genera una situación insalubre para los vecinos, que no se solucionará completamente, pero será reducida al poder escurrir las aguas sin estancarse en la zona que incluye la traza de la obra.

La obra consiste en tramos de pavimento flexible con veredas, badenes de hormigón simple en las bocacalles, y rotondas de pavimento rígido.

Fue adjudicada a la empresa EDISUR S.A. por la Municipalidad de la Ciudad de Córdoba en el marco de un convenio urbanístico. El presupuesto oficial de la obra fue de \$27.985.625 (veintisiete millones, novecientos ochenta y cinco mil, seiscientos veinticinco pesos) con precios correspondientes al mes de octubre del año 2014. Estos convenios urbanísticos se definen como “intervenciones en infraestructura implicando una inversión, provenientes de desarrollistas privados a cambio de excepciones en normativas por parte del municipio”.

Al no ser la especialidad de la empresa EDISUR S.A. el desarrollo de obras viales, ésta subcontrató a la empresa AFEMA S.A., la cual a su vez subcontrató a la empresa EVER S.A. para la ejecución de la primera etapa de la obra (sector norte) en la cual el alumno desarrolló esta práctica supervisada.

2.3 PROBLEMÁTICAS DEL ENTORNO DE LA OBRA

En el terreno donde se proyectó la obra, específicamente sobre la calle Juan Masramón, entre David Cetra y Zatuscek, había varios asentamientos clandestinos de familias en viviendas precarias. Por esto, para poder ejecutar la obra, la Municipalidad de la Ciudad de Córdoba destinó dos manzanas del barrio Argüello Lourdes que se encontraban sin uso, para la construcción de aproximadamente cuarenta viviendas sociales, lo que permitía reubicar a estas familias y liberar la traza. Una vez realizado el acuerdo, se comenzó con los trabajos desde el lado del cruce con la avenida Donato Álvarez avanzando hacia el este.

La construcción de las viviendas se comenzó de manera conjunta a la ejecución del boulevard, lo que resultó ser un problema para la empresa contratista ya que los vecinos tenían la preocupación de que la municipalidad no cumpliera lo acordado, entonces cada vez que observaban una disminución en los trabajos de las viviendas, procedían a cortar los trabajos de la obra vial mediante quema de gomas. Esto fue motivo de grandes atrasos, ya que en ocasiones se detuvo el trabajo por hasta cuatro semanas consecutivas, y también generó pérdidas para las empresas involucradas debido al deterioro que sufrieron varias tareas que estaban en plena realización al momento de las interrupciones. Ejemplo de esto fueron capas del paquete estructural que se estaban regando y compactando al momento de los cortes, tarea que hubo que comenzar de cero una vez retomado el trabajo. También resultaron afectadas las ejecuciones de varios trabajos de hormigonado, que fueron interrumpidos a la mitad del colado del material, y quedando completamente arruinados una vez retomada la actividad.

Una vez que se trasladó a las familias que residían sobre la traza, se pudo avanzar con los trabajos sobre el área liberada, pero con el inconveniente de que las familias que no habían sido reubicadas aun, seguían con las interrupciones a los trabajos por encontrarse sus viviendas en la cercanía de la obra.

Hasta el final del trabajo del alumno, no se habían terminado las viviendas faltantes y los cortes a los trabajos continuaban.

A continuación, en las figuras 2.4 y 2.5 se observan las manifestaciones mencionadas anteriormente.



Figura 2.4: Manifestación de vecinos 1.



Figura 2.5: Manifestación de vecinos 2.

calle y en contrapendiente del 2% respecto al eje, valor que para una distancia lateral horizontal de 8,50m representa aproximadamente un descenso de 0,17m por debajo del eje, siendo este nivel coincidente con la línea de agua de la cuneta.

La figura 3.2 muestra una parte del perfil longitudinal del proyecto, en donde se puede observar en color magenta la rasante, en verde el terreno natural, también se muestran las pendientes y longitudes de cada. En la "guitarra" se proporciona la información sobre progresivas, cotas de rasante proyectada y de terreno, sirviendo de ayuda para una mejor interpretación en obra.

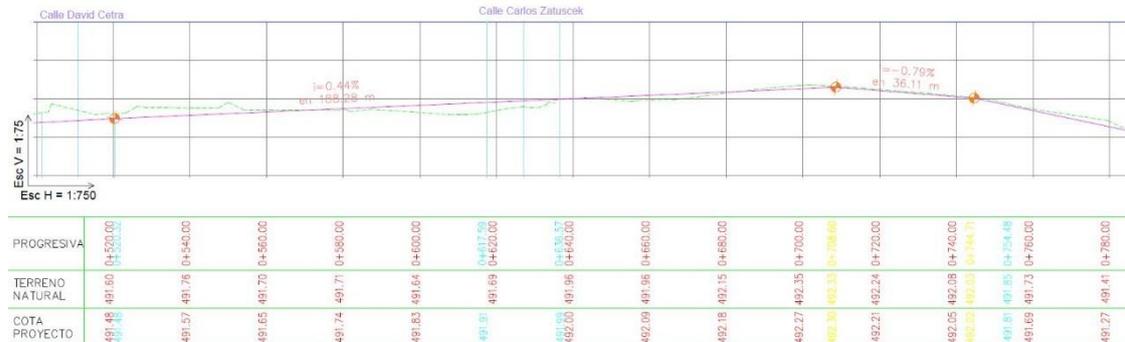


Figura 3.2: Altimetría del tramo trabajado por el alumno.

Finalmente, el diseño altimétrico de los badenes se realizó con una pendiente transversal de 2,00%, para favorecer el rápido escurrimiento de las aguas. En las zonas previas a cada badén, se realizaron transiciones en las pendientes transversales de cada calzada para que, al llegar el tránsito a un badén, el cambio de pendiente que sintieran no fuera tan brusco.

3.2 ANALISIS DE SOLUCIONES DE DESAGÜE

A modo introductorio, se puede mencionar que esta obra al desarrollarse sobre una zona urbana con muchas viviendas consolidadas, existían cotas de umbrales y desagües pluviales determinadas, confiriendo condicionantes al diseño de la rasante, por constituir puntos de paso a los que no se podía ignorar puesto que se debía garantizar, por un lado, el escurrimiento de los desagües pluviales de patio mediante conductos o albañales hacia la calzada haciendo coincidir en lo posible el intradós inferior con el fondo de cuneta, y por otro lado, cumplir con los límites de inundación para la función básica y función complementaria de las "Normas para la presentación de Proyectos de Infraestructura Vial y de drenaje"- Dirección de Obras Viales de la Municipalidad de Córdoba.

Las especificaciones a cumplir son las expresadas en los siguientes conceptos:

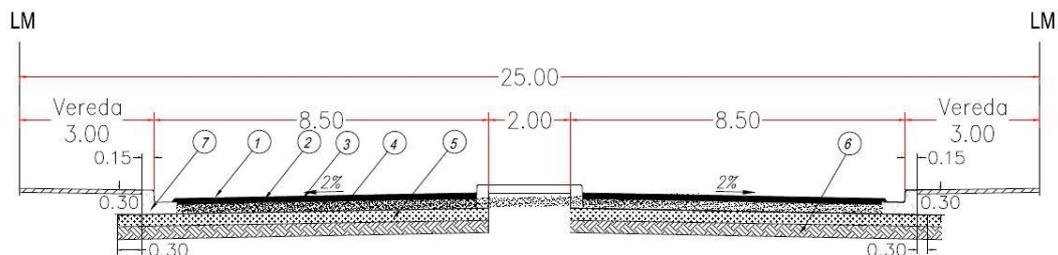
- Función básica: Para calles locales, colectoras y arteriales el límite admisible asegura que viviendas residenciales, edificios públicos, industriales y comerciales no deben ser inundados. La altura máxima de inundación admisible es el nivel de paso de los edificios, jardines, playas y toda zona fuera de los edificios que no esté protegida. La altura de agua sobre el fondo de la cuneta o badén no debe sobrepasar los 0,50m.
- Función complementaria: Para calles locales el límite admisible es tal que no se debe sobrepasar la altura del cordón aun cuando se pueda alcanzar el coronamiento.

CAPÍTULO 4: PERFIL ESTRUCTURAL

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL TRANSVERSAL

El perfil tipo a utilizar es provisto por la División de Estudios y Proyectos de la Dirección de Obras Viales. Este cuenta con los siguientes componentes como se puede apreciar en la figura 4.1:

- **Cordón Cuneta:** Las funciones previstas para los mismos, son definir y delimitar los planos destinados a la circulación vehicular, brindando seguridad a los peatones que circulan por las veredas laterales, además, formar una cuneta que permita canalizar el escurrimiento superficial de los excedentes pluviales. Un detalle del mismo se puede apreciar en la figura 4.2. Cabe destacar que en esta obra la inspección no exigió la colocación de los hierros de repartición longitudinales, pero si la de los estribos, ya que el hormigonado de los cordones en algunos casos se realizó con posterioridad al de las cunetas y era necesario garantizar la vinculación entre las distintas etapas.
- **Calzadas:** Son las zonas asignadas al desplazamiento de vehículos, y transitoriamente a peatones en el cruce entre veredas.
- **Veredas:** Son las zonas destinadas exclusivamente al tránsito de peatones.
- **Cantero central:** Es la zona que divide los dos sentidos de circulación entre las calzadas, impidiendo que los vehículos pasen al carril contrario. También permite a los peatones acortar la distancia de cruce entre veredas.



- ① Carpeta asfáltica de 0,05mts. de espesor compactado. Cemento asfáltico de penetración 50-60. Compactación al 98 % de la densidad Marshall con densificación de 50 golpes por cara de la probeta.
- ② Riego de liga con asfalto diluido ER-1 a razón de 0,2 a 0,5 lts/m².
- ③ Imprimitación con asfalto diluido EM-1 a razón de 1,0 a 1,5 lts/m².
- ④ Base granular de 0,12mts. de espesor compactado con densificación igual o superior al 98% de la Densidad Máxima del Ensayo AASHO T-180; con C.B.R. no inferior al 80% a dicho valor de densificación.
- ⑤ Sub-base de suelo-arena (80% de arena silíceo - 20% de suelo seleccionado) de 0,15mts. de espesor compactado con densificación igual o superior al 95% de la Densidad Máxima del Ensayo AASHO T-180; con C.B.R. no inferior al 40% de dicho valor de densificación.
- ⑥ Sub-rasante compactada en 0,15mts. de espesor densificada al 95% del Ensayo AASHO T-180; constituida por suelos con densidad no inferior a 1,50kg/m³ en el ensayo AASHO T-99.
- ⑦ Cordón cuneta de hormigón de 0,15mts de espesor.

Figura 4.1: Perfil transversal tipo.

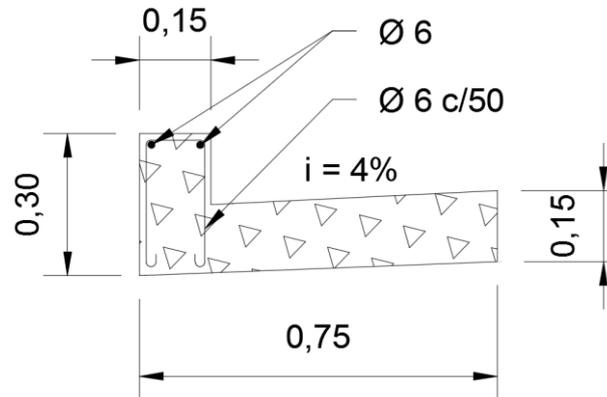


Figura 4.2: Cordón cuneta externo.

Las cunetas externas tienen de 0,75m de ancho, y las cunetas internas de 0,50m. Esta diferencia se debe a que las cunetas internas tienen un área de captación de excedentes pluviales muy pequeña, mientras que las cunetas externas deben llevar el caudal captado tanto por las calzadas como por las veredas, y el que provenga de los desagües pluviales de los frentistas, el cual es significativamente mucho mayor. En ambos tipos de cuneta, el espesor de las mismas es de 0,15m.

El ancho total del perfil transversal se obtiene de la suma de sus componentes:

- Calzadas: 8,50m
- Veredas: 3,00m
- Cantero central: 2,00m

Así queda definido un ancho total entre líneas municipales de 25,00m. Cabe aclarar que en algunos sectores de la obra las construcciones invadían la zona de la obra, excediéndose de la línea municipal. En estos casos la inspección autorizó la reducción de la vereda siempre y cuando se mantenga un mínimo de 1,50m. Esto se decidió así para que no sea necesario desplazar el eje del proyecto, ni entrar en conflicto con propietarios frentistas.

4.2 DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE ESTRUCTURAL

En esta obra se utilizaron dos tipos de paquetes estructurales. Uno para los tramos entre esquinas, donde se eligió un pavimento flexible, y otro en las esquinas propiamente dichas, donde se eligió un pavimento rígido. Esto es así debido a que en las esquinas se da el giro de los vehículos, que producen esfuerzos laterales en la superficie del pavimento, siendo el hormigón un mejor material para resistir los mismos sin presentar deformaciones como las que se presentan en el asfalto, y también debido a que en las esquinas se materializan badenes que permiten la correcta escorrentía de las aguas tanto de lluvia como provenientes de los desagües pluviales de la zona.

A continuación, se describen estas dos tipologías de paquete estructural.

4.2.1 Paquete estructural rígido

El paquete estructural rígido se utilizó en las bocacalles, en los badenes, y en las cunetas. Se compone de tres capas:

- a) Subrasante.
- b) Subbase granular.
- c) Losa de hormigón simple.

Las dimensiones de las capas anteriormente definidas se aprecian en las figuras 4.3 y 4.4, correspondiendo la primera a las bocacalles y los badenes, y la segunda a las cunetas. La diferencia entre ambas es debida a que en las cunetas se esperan menores esfuerzos debido a las cargas de los vehículos que transiten sobre ellas, mientras que en las bocacalles y en los badenes los mismos serán mucho mayores. Es por ello que se opta por reducir el espesor de la capa de hormigón de las cunetas, compensándolo con un incremento en el espesor de la sub base granular.

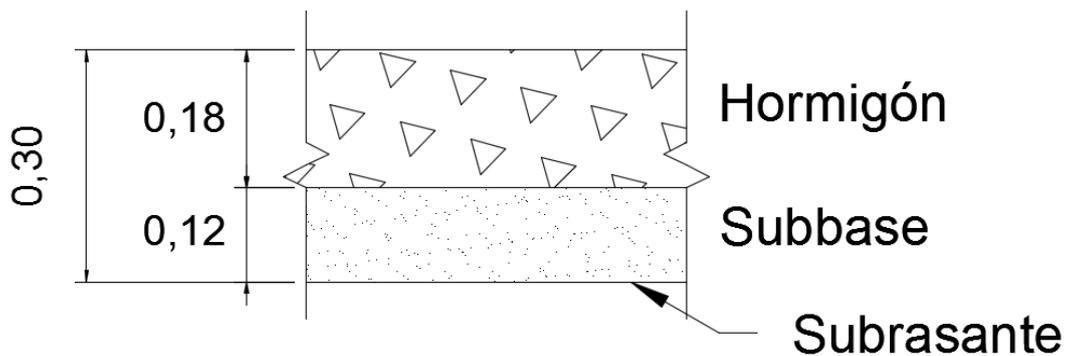


Figura 4.3: Paquete estructural en badenes y bocacalles.

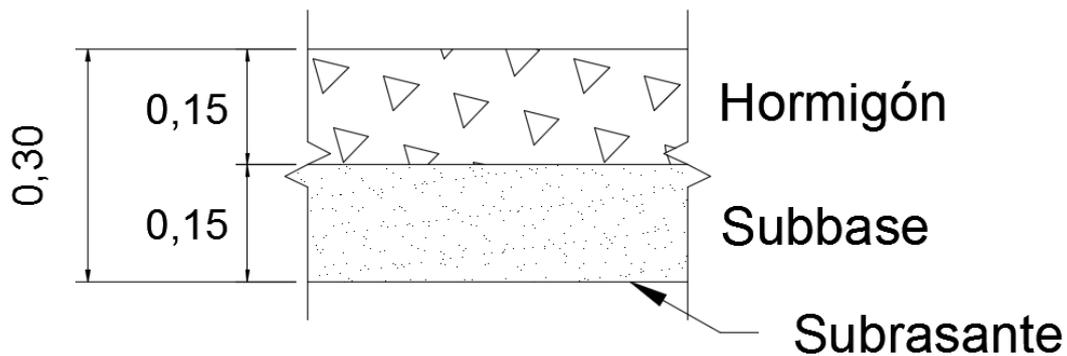


Figura 4.4: Paquete estructural en cunetas.

Los materiales utilizados en cada capa son los siguientes:

- Subrasante: Suelo natural escarificado y recompactado. En zonas donde el material natural no era apto debido a la presencia de sustancias orgánicas, escombros, basura, etc., se optó por reemplazar esa porción de suelo con material de subbase.
- Subbase: Suelo arena natural, en proporción 20-80 respectivamente, provisto por la empresa AFEMA S.A., proveniente de canteras de terceros.
- Losa: Hormigón simple tipo H-25, provisto por la empresa AFEMA S.A., proveniente de planta propia.

4.2.2 Paquete estructural flexible

El paquete estructural flexible se utilizó en los tramos entre bocacalles, ya sean rectos o curvos. Se compone de 4 capas:

- Subrasante.
- Subbase granular.
- Base granular.
- Riego de imprimación.
- Riego de liga.
- Carpeta asfáltica.

Las dimensiones de las capas anteriormente definidas se aprecian en la figura 4.5.

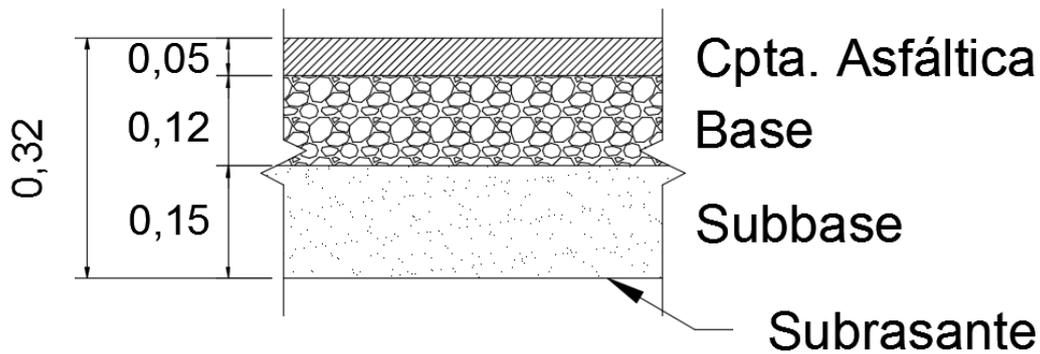


Figura 4.5: Paquete estructural flexible.

Los materiales utilizados en cada capa son los siguientes:

- Subrasante: Idem anterior.
- Subbase: Idem anterior.
- Base: Mezcla de material granular triturado y suelo, de granulometría 0-30, provisto por la empresa AFEMA S.A., proveniente de canteras de terceros.
- Riego de imprimación: asfalto diluido EM-1, provisto por la empresa AFEMA S.A.
- Riego de liga: asfalto diluido ER-1, provisto por la empresa AFEMA S.A.
- Carpeta asfáltica: Concreto asfáltico con cemento asfáltico de penetración 50-60, provisto por la AFEMA S.A.

CAPÍTULO 5: PROCESO DE EJECUCIÓN

5.1 DESCRIPCIÓN DE TAREAS

Para llevar a cabo la construcción de lo proyectado se requirió la ejecución de las siguientes tareas por parte del Contratista:

1. Replanteo de las Cotas de Proyecto.
2. Demolición y retiro de hechos existentes: captaciones, cordones, cunetas, caños de desagües, accesos a propiedades, árboles que quedan dentro de la superficie destinada a calle.
3. Pedido de remoción de postes de alumbrado público y reubicación de tendido subterráneo de servicios, readecuación de conexiones domiciliarias de agua.
4. Movimiento de suelos.
5. Preparación de subrasante, compactación de suelos.
6. Preparación de subbase y base, compactación de materiales granulares.
7. Encofrado, limpieza y preparación previa al Hormigonado.
8. Ejecución de pavimento de hormigón simple en badenes y bocacalles con cordones unificados.
9. Ejecución de cordones cunetas.

5.2 SONDEO, NIVELACIÓN, RELEVAMIENTO PARA PROYECTO Y REPLANTEO DE OBRA

5.2.1 Relevamiento

En el relevamiento para proyecto se relevaron los siguientes datos altimétricos, los cuales se apoyaron en los puntos fijos como:

- Terreno natural: sobre el eje de la calle a pavimentar, en intersecciones con el eje de las calles perpendiculares, prolongación de cunetas, cambios de pendientes, cordones, líneas municipales, sobre piquetes intermedios cada 25 metros. En cada piquete se relevará además las cunetas o líneas de agua y las líneas municipales.
- Hechos existentes: umbrales, albañales, cordones de vereda, tapas de registros de diferentes servicios (agua, teléfono, gas, cloaca, etc.), pavimentos existentes, ingresos de sumideros, o canales. También se deberán relevar árboles y postación en general (alumbrado público, EPEC, telefonía, etc.).

Este relevamiento se realizó tanto sobre la traza a pavimentar y calles aledañas en los casos que fueran necesarios. De esta manera, se debió relevar todas aquellas calles perpendiculares en todas las intersecciones donde se debía conocer el sentido de escurrimiento del agua, para poder proyectar los badenes y bocacalles correspondientes de manera adecuada.

Los trabajos realizados en esta etapa se desarrollaron por un topógrafo, con la ayuda de una estación total propiedad de la empresa contratista AFEMA S.A., colocando estacas y mojones debidamente señalizados donde fuere necesario. Para esta instancia se contó con el acompañamiento de un ayudante, encargado de ir colocando la señal en los puntos necesarios a relevar.

La cantidad de puntos a tomar y la definición de los mismos, estuvo ligado a la experiencia del profesional y al relieve de la zona. Posteriormente se produjo el procesamiento de la información en formato digital, para enviarlo a la División de Estudios y Proyectos de Obras Viales, para que allí elaboraran los proyectos correspondientes.

Las cotas de los puntos relevados se referenciaron a un sistema de puntos fijos, donde dependiendo del lugar en el que se realizara el relevamiento, se buscó que estos puntos se mantuvieran estables e inamovibles en el tiempo para que al momento de ir a ejecutar la obra se los pudiera ubicar fácilmente y en función de estos atar el proyecto correspondiente con las condiciones reales. El sistema de puntos fijos al que se vinculó el proyecto estuvo dado por una serie de estaciones colocadas estratégicamente, las cuales fueron señalizadas, tomando también como precaución una serie de puntos sobre los pavimentos existentes en intersecciones.

Dentro de los problemas encontrados en esta etapa se pueden citar los siguientes:

- Durante aquellos días donde había mucho viento, se complicaba la tarea ya que era más difícil tener, por ejemplo, planos en la mano, al mismo tiempo que la visión se veía afectada por estar trabajando en lugares no pavimentados lógicamente.
- Algunas veces no era posible llevar al mismo ayudante, ya que se encontraba haciendo una tarea específica, por lo que al llevar un ayudante nuevo implicaba que había que instruirlo en el modo de colocar la señal, donde tomar los puntos y demás, y esto generaba mayor tiempo de trabajo.
- El relevamiento se realizó en dos etapas, una primera en la que se marcaron los puntos a relevar, y otra en la que se tuvo que concurrir con escolta policial, ya que la zona no era óptima para asistir con la estación total sin esta seguridad.

En la figura 5.1 se puede apreciar un detalle de la digitalización de uno de los relevamientos realizados. En el mismo se aprecia que para cada punto a relevar se establece un código de punto para su comprensión, por ejemplo "TN" equivale a terreno natural, "E" a eje, "LM" a línea municipal, entre otros.

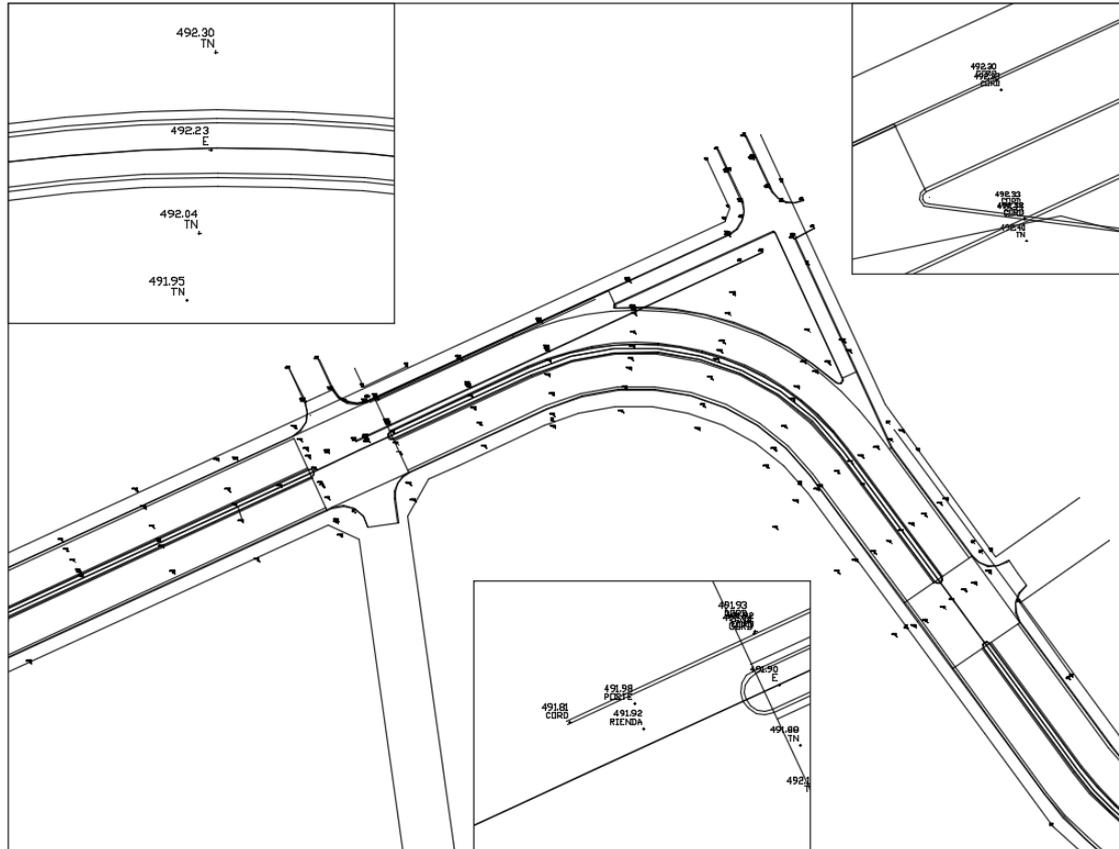


Figura 5.1: Relevamiento de puntos topográficos.

5.2.2 Replanteo

El replanteo planimétrico se realizó en base al proyecto, respetando los anchos de calle entre líneas municipales, las distancias a esquinas de cada manzana según parcelarios, tratando de ajustar en mayor medida el proyecto al terreno, pero se aceptó en obra un cierto margen de error y se permitió considerar algún imprevisto que se pudo no haber tenido en cuenta, siempre y cuando no representaran cambios sustanciales de proyecto. Conjuntamente se realizó el replanteo altimétrico con la finalidad de que las cotas de obra tuviesen correspondencia con las de proyecto y de esta manera garantizar el escurrimiento superficial de las aguas pluviales.

La forma en que se materializaron los puntos de proyecto en obra fue utilizando hierros clavados y estacas de madera unidas con tanza en su nivel definitivo, con la ayuda de una cinta de medición metálica de 50,00 m. Este método resulta práctico ya que es simple de ejecutar y no requiere mayores complicaciones. Las esquinas se encararon con radios de curvas de 6,00 m conforme a los moldes tipos disponibles.

Esta tarea se realizó con nivel óptico, como se puede apreciar en la figura 5.2.



Figura 5.2: Nivelación geométrica.

5.2.3 Nivelación de subrasante, subbase, y base

Para delimitar el trabajo a realizar por las máquinas, el alumno debió replantear en cada tramo de trabajo, puntos que materializaran los niveles de proyecto. Para esto se utilizó nivelación óptica, y planillas de nivelación. A su vez, una vez terminada una capa, ésta se controlaba con la misma planilla de nivelación, y también con una regla metálica de 3,00 m que se apoya sobre el material para ver que no haya puntos altos o bajos entre cada perfil transversal.

5.3 DEMOLICIÓN Y RETIRO DE HECHOS EXISTENTES

El fin de esto fue que los nuevos badenes se construyeran con los niveles adecuados de modo de guiar correctamente el agua que escurre hacia el boulevard desde las calles al norte y este del mismo. La maquinaria utilizada para esta tarea fue una minicargadora marca Bobcat con balde de 0,45 m³, un accesorio martillo hidráulico para la misma, y un camión volcador con caja de 6,00 m³ aproximadamente.

Para la demolición de los badenes existentes se procedió trabajando a media calzada ya que el tráfico no podía ser totalmente interrumpido. Se fue rompiendo el hormigón con el martillo hidráulico hasta completar todo el paño dispuesto, y luego a remover los restos con el camión volcador, que los transportó a un depósito adecuado. Luego se habilitó el tránsito por la parte y trabajada, y se completó el resto del badén. Para los cordones cuneta se procedió de la misma manera, excepto que no fue necesario hacer desvíos de tránsito por tratarse de tramos muy puntuales. En ellos se podía trabajar de manera segura con un banderillero que avisara a los conductores de los trabajos que se estaban realizando, y colocando conos a lo largo de la zona de trabajo.

A continuación, en la figura 5.3 se observa la demolición de un badén con martillo hidráulico utilizado por la minicargadora.



Figura 5.3: Demolición de badén de hormigón.

5.4 MOVIMIENTO DE SUELOS

Comprendió toda el área del terreno entre los cordones cunetas, bocacalles, badenes y calles que debieron procederse a perfilar y limpiar el terreno y mejorar.

A continuación, se puede observar una descripción breve de los trabajos:

1. Limpieza del terreno en el ancho entre los cordones cunetas y de todas las superficies destinadas a la ejecución de los desmontes o terraplenes.
2. Extracción de materiales existentes si los hubiera y el transporte de los mismos, hasta una distancia de 10,00 km como máximo.
3. La ejecución del movimiento total de tierra, ya sea desmonte o terraplén, que el contratista debió efectuar según el resultado de plasmar las cotas de proyecto en el terreno natural luego de la limpieza. El movimiento de suelo propiamente dicho comenzó una vez realizado el replanteo tanto planimétrico como altimétrico de la zona a trabajar.

La maquinaria empleada para esta tarea fueron dos mini cargadoras marca Bobcat con baldes de capacidad de 0,45 m³, y una motoniveladora marca Huber Warco con vertedera de 3,80m de longitud. También se utilizaron dos camiones volcadores cuya capacidad de transporte era de 6,00 m³. Para la compactación de material de terraplén se disponía de un compactador neumático remolcado por un tractor, lastrado con aproximadamente 11,00 t de hormigón, y un rodillo vibrador liso autopropulsado de 7,00 t. Las maquinarias se pueden observar en las figuras 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8 respectivamente.



Figura 5.4: Minicargadora marca Bobcat.



Figura 5.5: Motoniveladora marca Huber Warco.



Figura 5.6: Camión volcador.



Figura 5.7: Compactador neumático propulsado por tractor.



Figura 5.8: Compactador vibrador liso autopropulsado.

Con la motoniveladora se realizó la limpieza del terreno, dejando un sobrecancho de 0,50 m por orden de la inspección, para poder trabajar de manera cómoda. Ese material fue cargado luego por las minicargadoras en los camiones volcadores, que lo llevaron a diversos depósitos. Gran parte del material de limpieza se terminó depositando en zonas que necesitaban relleno, como por ejemplo el patio de una escuela secundaria de la zona, previa autorización de la inspección. En algunas zonas a donde la motoniveladora no podía acceder correctamente, o no podía maniobrar debido a los obstáculos presentes, la limpieza se realizó con las minicargadoras directamente.

Para las áreas donde, según la nivelación, correspondía desmonte, la motoniveladora realizó el escarificado y remoción del suelo. Éste luego era cargado en los volcadores por las minicargadoras, y transportado a las zonas donde era necesario terraplenar, o a los depósitos adecuados.

En la figura 5.9 se puede observar el trabajo de una minicargadora cargando un camión volcador con el material sobrante del desmonte para su extracción definitiva, como se explicará anteriormente. En la figura 5.10 se ve la motoniveladora realizando escarificado del suelo, y en la figura 5.11 se ve a la misma extrayendo material de desmonte. En la figura 5.12 se muestra un camión volcador depositando suelo en un punto de terraplén.



Figura 5.9: Minicargadora cargando suelo en camión volcador.



Figura 5.10: Motoniveladora escarificando suelo en zona de desmonte.



Figura 5.11: Motoniveladora extrayendo material de desmonte.



Figura 5.12: Camión volcador depositando suelo de terraplén.

Debido a que en barrio Argüello Lourdes no tiene infraestructura de cloacas, muchas viviendas de la zona depositan sus aguas grises en la vía pública, escurriendo éstas por las cunetas constantemente. Debido a ello, en algunos puntos de la obra fue necesario realizar diques de material que desvíen el agua hacia calles alternativas para que así no invadan la zona de la obra. Estos diques provisorios, fueron realizados con material de limpieza y desmonte, como se muestra en la figura 5.13.



Figura 5.13: Barrera provisoria para desvío de aguas grises.

Como algunas calles hacia las que se desvió el agua no estaban pavimentadas ni poseían cordón cuneta realizado, se ejecutaron zanjas provisionarias para canalizar el agua mediante un accesorio de retroexcavadora aplicable a la minicargadora Bobcat, como se ve en las figuras 5.14 y 5.15.



Figura 5.14: Excavación de zanja provisoria con mini retroexcavadora.



Figura 5.15: Zanja provisoria para desvío de aguas grises.

Al ejecutar esta tarea uno de los problemas fue la aparición de conexiones clandestinas, ya sean de agua potable, cloacas o líneas eléctricas.

En la intersección de las calles Juan Masramón y David Cetra, al estar realizando el movimiento de suelo del badén, se encontró una conexión clandestina de cloaca, la cual se encontraba con una tapada de 0,30 m. Esta conexión no alcanzó a ser destruida por la motoniveladora que se encontraba trabajando en ese momento, ya que el vecino en infracción dio aviso de la misma a tiempo. La situación fue llevada a conocimiento de la Inspección para consultarle el modo de proceder, y sus instrucciones fueron tapar nuevamente esta conexión compactando de la mejor manera posible en función de los condicionantes existentes, ya que solicitar la anulación generaría problemas con estos vecinos a los cuales abastecía, que podrían haber complicado la continuidad normal de la obra.

Una situación similar ocurrió con una manguera de agua potable que iba por la traza donde debía ir la cuneta sur proyectada en la calle Juan Masramón entre las calles David Cetra y Zatuscek. Esta conexión clandestina impedía realizar el movimiento de suelos de manera normal, cuestión que no sucedió y la máquina la enganchó cortándola, recibiendo prácticamente de forma inmediata la queja de los vecinos del barrio al que abastecía, de manera muy poco amistosa por reclamos que excedían nuestra capacidad de resolución. Ante este problema, se dio aviso a la entidad correspondiente, en este caso "Aguas Cordobesas S.A." sobre la situación que acontecía, los cuales comunicaron que no podían hacer nada, ya que, si ellos hubieran actuado, lo que tendrían que hacer es anular dicha conexión por ser ilegal. Por lo tanto, correspondió a la empresa contratista solucionar el problema, improvisando una reparación de la mejor forma posible, pero sin garantizar a los vecinos que ésta fuera a tener una larga duración. De otra manera dejar sin agua a este barrio hubiera generado no poder seguir con la obra hasta tanto se solucionará dicho conflicto, por las continuas quejas de los vecinos afectados, y por el deterioro que la presencia del agua en constante flujo ocasionaría al suelo del lugar. Se presume que estos barrios de bajos recursos o asentamientos precarios difícilmente puedan afrontar los costos que implica la ampliación de la red de agua.

En la figura 5.16 se observa a un operario de la empresa contratista reparando la conexión clandestina, y se evidencia gran cantidad de agua que se liberó sobre la traza en pocos minutos después de la rotura.



Figura 5.16: Operario reparando conexión clandestina de agua.

Otra de las interferencias encontradas aquí fue la existencia de un árbol de gran tamaño sobre la calle Juan Masramón entre David Cetra y Zatuscek. En el mismo se apoyaba una conexión eléctrica clandestina, y coincidía con el eje del proyecto, motivo por el cual se optó por su extracción definitiva. No fue fácil lograr que los vecinos accedan a la remoción del árbol, ya que estos temían quedar desconectados de la red eléctrica. Por la ilegalidad de la conexión, al igual que con las de agua potable, la empresa responsable de las conexiones, en este caso EPEC, no podía brindarnos solución ya que correspondería anular la bajada, y no reubicarla. Entonces con autorización de la inspección, la empresa contratista procedió a la colocación de dos postes que sostuvieran el cable, y luego se removió el árbol. Esta se ejecutó con la ayuda de la mini cargadora con el accesorio retroexcavador, y de la motoniveladora. Una vez retirado el árbol se rellenó el hueco que quedó en lugar de las raíces, y se lo compactó antes de continuar con los trabajos.

En la figura 5.17 se observan los trabajos ejecutados para remover el árbol.



Figura 5.17: Remoción de árbol dentro de la traza.

Las tareas de este tipo se computaron por m³ de movimiento de suelo. Para el cómputo, las medidas tomadas fueron según lo realizado en obra directamente. El precio de estas tareas fue compensación total por los trabajos indicados, incluyendo mano de obra, equipos y materiales y todo otro gasto que demande la terminación total de la tarea, considerando incluido la reparación (incluso mano de obra y materiales) de instalaciones domiciliarias en las mismas condiciones que se presentaban al momento de comenzar los trabajos que por causas de la ejecución de las tareas se hubieren roto, como por ejemplo desagües pluviales.

5.5 PREPARACIÓN DE SUBRASANTE

Se pueden citar algunas recomendaciones principales extraídas del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares:

- Este trabajo se refiere a la compactación y perfilado de la subrasante para la construcción de la estructura del firme. Esta capa es resultado del movimiento de suelos efectuado con anterioridad.
- Los trabajos de preparación de la subrasante se harán eliminando las irregularidades tanto en sentido transversal como longitudinal con el fin de asegurar que el espesor de la capa a construir sobre la subrasante preparada tenga un valor uniforme.
- El suelo constitutivo de la subrasante no podrá contener piedras de tamaño mayor de 5 centímetros, debiendo ser eliminadas todas aquellas que se presenten.
- El material que en algunas zonas de la subrasante no pueda ser satisfactoriamente compactado, deberá ser totalmente extraído y reemplazado por suelo apto.

Para la ejecución de la subrasante se prepararon tramos aproximados de 100 metros o por cuadra en un ancho de 9,00 m aproximadamente por cada lado del cantero central,

siendo este el ancho necesario para ejecutar posteriormente la subbase granular, y en las esquinas se preparó toda la superficie completa de badén o bocacalle, debiendo quedar libre de suelo vegetal, desmonte o material suelto.

Los condicionantes para la recepción eran que el grado de densificación mínimo a lograrse sea del 95% de la densidad máxima correspondiente con el ensayo AASHTO T-180, donde el nivel de compactación logrado fuera verificado mediante ensayos acorde a la Norma VN-E-5-93 "Compactación de suelos", aplicando el Método de Ensayo detallado en dicha Norma. A su vez, admitía suelos con densidad no inferior a 1,50 kg/m³ correspondiente con el ensayo AASHTO T-99. Estos ensayos, fueron realizados a pedido de la Inspección en cada frente de trabajo por personal del Laboratorio de Obras Viales, en el cual la tarea del alumno fue buscar y llevar hacia la obra a dicho personal cuando fue solicitado. También se realizaron ensayos por parte de la empresa contratante de manera esporádica para tener un control interno de sus subcontratistas.

A su vez, para aprobar un tramo de subbase se realizaron ciertos controles topográficos no muy exigentes. La flecha puede permitir un exceso de 20% o un defecto de 10%; las diferencias de cotas entre los bordes pueden tener un valor igual o menor a 0,4% del ancho de la subrasante; en las curvas se puede tener una diferencia con el peralte proyectado de 0,5%.

Estos controles fueron realizados ocasionalmente por la empresa contratante, que enviaba un equipo de topografía a la obra para controlar los trabajos. Si bien varias veces la inspección mencionó estos controles al alumno, en el tiempo que permaneció en obra no fueron realizados por la misma.

Para la conformación de la subrasante, se procedió al perfilado de acuerdo a los perfiles longitudinales y transversales incluidos en los planos del proyecto.

Como se mencionó anteriormente, uno de los ensayos realizados sobre la subrasante fue el AASHTO T-180 o método Proctor modificado, que permite establecer la humedad óptima con la que se obtiene el mayor valor del peso unitario, llamado densidad seca máxima. En los casos requeridos, este se realizó en el laboratorio de Obras Viales de la Municipalidad de Córdoba en función de las muestras de suelo obtenidas en obra por personal de dicho laboratorio.

Otra de las pruebas realizadas fue el control del grado de compactación por el método del cono de arena, donde el objetivo fue determinar en el terreno el peso unitario de un suelo compactado, corrientemente denominado densidad, y establecer si el grado de compactación logrado cumple las condiciones previstas.

Los ensayos se ejecutaron en todos los tramos donde posteriormente correspondía cargar subbase granular, y en los badenes y bocacalles de la obra, siempre que se comenzara a ejecutar un nuevo frente de trabajo.

Cabe aclarar que estos ensayos no presentan dificultades, pero se debe tener extrema precaución al momento de ejecutarlo ya que trae aparejado la aceptación o rechazo de todo un trabajo previo en obra, por parte de la empresa contratante, o de la inspección de la obra. En la figura 5.18 se observa la realización de un ensayo del cono de arena sobre la bocacalle de la esquina entre Juan Masramón y Zatuscek.



Figura 5.18: Ensayo del cono de arena.

Se puede destacar la existencia de casos donde preparar la superficie completa de los badenes o bocacalles no fue posible, ya que, al ser una obra de carácter urbano, el tránsito fue un claro condicionante que generó que no se pudiera realizar el corte total de la intersección afectada, por lo que se optó por realizar estos badenes o bocacalles por etapas.

Para la compactación de la subrasante, tanto en tramos de pavimento flexible como en los badenes donde correspondía pavimento rígido, se procedió de la siguiente manera. Se humedeció el suelo regándolo con un tanque de 3.000 L propulsado por un tractor, hasta llegar a una humedad ligeramente mayor a la óptima del material. Este riego se dejó reposar de un día para el otro, de manera que tuviera tiempo de penetrar en la capa de suelo. En los casos en los que no fuera necesario el riego debido a la alta humedad del material, este fue escarificado con una rastra propulsada por un tractor (aunque a veces se propulsaba utilizando una minicargadora en reversa). En las figuras 5.19 y 5.20 se pueden observar el tanque regador y la rastra respectivamente.



Figura 5.19: Tanque regador propulsada por minicargadora.



Figura 5.20: Rastra propulsada por tractor.

Una vez que el suelo tenía la humedad correcta, se utilizaron los mismos equipos de compactación mencionados en el movimiento de suelos. Primero se compacto con el rodillo vibrador liso autopropulsado para aumentar la densidad del material, y luego con el rodillo neumático propulsado por tractor para sellar la superficie y evitar la pérdida rápida de la humedad. El número de pasadas necesarias de cada equipo fue variando según el material que se encontraba en cada cuadra, y se determinaba de manera práctica por medio de ensayo y error. A medida que se preparaban las primeras

“canchas” (como se denomina en obra a cada tramo de trabajo) se tomó nota de las pasadas de cada equipo que se realizaron. Luego de que fueran ensayados por inspección, se determinó que lo óptimo era realizar diez pasadas de cada equipo. En la figura 5.21 se puede observar el trabajo de estos equipos.



Figura 5.21: Rodillo vibrador liso autopropulsado compactando subrasante.

Es importante mencionar que el riego se realizaba hasta alcanzar una humedad superior a la óptima, ya que el trabajo de los equipos de compactación y las condiciones climáticas producen una pérdida de agua del material que es imposible de evitar. La cantidad de agua que se agregaba en cada “cancha” era determinada por la experiencia del personal de la obra, y luego se corroboraba con los ensayos de la inspección. De igual forma que con la cantidad de pasadas de compactación, el riego se ajustó con ensayo y error en las primeras subrasantes presentadas.

Otro punto a destacar es que, si bien el material natural que se encontró era apto para la construcción, en algunas partes se tuvo que hacer un cambio de suelo. Esto fue así debido a las filtraciones constantes, tanto de agua potable proveniente de conexiones clandestinas defectuosas (las cuales debieron ser reparadas), como de aguas grises provenientes de los frentistas. Esta tarea se realizó con los equipos de movimiento de suelos antes mencionados, y se cobró como movimiento de suelos, medido en m³. El material que se utilizó en esos puntos fue el suelo arena que luego serviría también para la subrasante, y el mismo fue provisto por la empresa contratante. En la figura 5.22 se observa la realización de esta tarea en un punto donde había una conexión clandestina con pérdidas.



Figura 5.22: Reemplazo de suelo no apto por suelo arena.

Una vez aprobada por la inspección una “cancha” de subrasante, la misma era computada para el certificado, midiendo su superficie en m².

5.6 PREPARACIÓN DE SUBBASE GRANULAR

Se pueden citar algunas recomendaciones principales extraídas del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares:

- Este trabajo consiste en la construcción de una sub-base formada por una mezcla de ripio o arena y suelo cohesivo. Será construida sobre una subrasante, la que debe contar con la aprobación escrita de la Inspección, la cual verificará previamente si se encuentran terminadas de acuerdo con los planos y especificaciones del proyecto, todas partes constitutivas de las obras básicas incluyendo cunetas y desagües.

Las condiciones de recepción para la subbase granular incluyen un control de sus dimensiones y regularidad más estricto que el de la subrasante. Las cotas de los bordes no deben diferenciarse de las de proyecto por más de 5 cm; la flecha no debe tener un exceso mayor a 2 cm y no puede presentar defecto; la lisura superficial de la “cancha” debe controlarse con una regla recta de 3,00 m que se coloca paralelamente al eje del camino, no debiéndose medir depresiones de más de 1 cm; el ancho debe ser siempre igual o mayor a lo indicado en los planos de proyecto, al igual que su espesor. En la capa de esta subbase deberá obtenerse por compactación no menos del 95% de la densidad Máxima del Ensayo AASHO T-180, con C.B.R. no inferior al 40% de dicho valor de densificación.

Para al control del grado de compactación se determinó, al igual que en la subrasante, la densidad aparente efectuando el ensayo del cono de arena en los puntos donde la inspección lo consideró necesario. En general, se realizaban dos ensayos en cada badén, y dos ensayos en cada tramo donde posteriormente correspondiera cargar base granular. En los lugares donde se determinó la densidad aparente, se midió el espesor resultante de la capa, que siempre resulto ser igual o mayor que el especificado en el perfil transversal. En la figura 5.23 se observa la realización de un ensayo de cono de

arena en la subbase sobre la calle Juan Masramón, entre las calles David Cetra y Ortega.



Figura 5.23: Ensayo de cono de arena en subbase.

Cabe aclarar que en los lugares donde el espesor medido de la subbase fue mayor al de proyecto se presentaba una cota de subrasante más baja que la proyectada, y no un exceso en la cota de subbase. Esto es así ya que en la subrasante los controles topográficos son menos exigentes, y es preferible tener zonas con una menor cota que la proyectada, y no agregar material nuevo, que no alcanzaría a homogeneizarse con el suelo natural. Esto solo es válido para depresiones pequeñas, ya que si fueran mayores se estaría desperdiciando mucho material de subbase, y correspondería realizar un escarificado de la subrasante, agregado de material, y posterior compactación.

El método constructivo es similar al de la subrasante en cuanto al perfilado, riego, y compactado, pero difiere en el origen del material.

Mientras que en la subrasante el material era el suelo natural luego de ser limpiado, en la subbase el material es una mezcla de suelo arena proveniente de cantera, el cual fue provisto por la empresa AFEMA S.A., y que llegaba a la obra en camiones de tipo batea, con capacidad de carga de aproximadamente 27 m³. La provisión del mismo era coordinada entre el alumno y personal de la empresa contratante, acopiándose el mismo en uno de los extremos de la obra.

Una vez aprobada una “cancha” de subrasante, se colocaban estacas en la misma para marcar los niveles de carga de material para subbase. Estas estacas se colocan cada 3,00 m en sentido transversal al eje de proyecto, y cada 12,50m en sentido longitudinal al mismo. Se nivelan mediante la utilización de nivel óptico, lo cual fue tarea del alumno. Esta cota, lleva agregados 2 cm con respecto a los niveles de proyecto. Esto es así para que una vez distribuido el material y se lo comience a compactar, el aumento de su densidad, y por tanto descenso de su volumen, no ocasione que queden puntos bajos en la subbase. Para realizar esta tarea se utilizan planillas que tienen los niveles de cada estaca referenciadas a un punto fijo. Estas se obtienen a partir de los perfiles longitudinal y transversal del proyecto. A continuación, en la tabla 5.1 se puede ver un ejemplo de planilla de nivelación.

Tabla 5.1: Planilla de nivelación para subbase.

CUADRA	ENTRE DAVID CETRA Y ZATUSCEK				
CAPA	SUB BASE				
DIST. AL EJE	1	4	7	9.65	0
PROGRESIVA	BORDE INTERNO	INT 1	INT 2	BORDE EXTERNO	RASANTE HORMIGÓN
0+000.000	491.300	491.240	491.180	491.127	491.470
0+012.500	491.340	491.280	491.220	491.167	491.510
0+025.000	491.380	491.320	491.260	491.207	491.550
0+037.500	491.420	491.360	491.300	491.247	491.590
0+050.000	491.461	491.401	491.341	491.288	491.631
0+062.500	491.501	491.441	491.381	491.328	491.671
0+075.000	491.541	491.481	491.421	491.368	491.711
0+087.500	491.581	491.521	491.461	491.408	491.751
0+100.000	491.621	491.561	491.501	491.448	491.791
0+112.500	491.661	491.601	491.541	491.488	491.831
0+125.000	491.702	491.642	491.582	491.529	491.872
0+137.500	491.742	491.682	491.622	491.569	491.912
0+150.000	491.782	491.722	491.662	491.609	491.952
0+162.500	491.818	491.758	491.698	491.645	491.988
0+175.000	491.733	491.673	491.613	491.560	491.903
0+187.500	491.634	491.574	491.514	491.461	491.804
0+200.000	491.874	491.814	491.754	491.701	492.044

Una vez colocadas las estacas, se dispone a cargar el material en camiones volcadores que lo distribuyen en la subrasante, teniendo cuidado de no pisar las estacas. Según los niveles de las estacas, y la pericia del operador de la motoniveladora, cada camión liberaba su carga de 6,00 m³ a lo largo de 5,00 m longitudinalmente. Luego, la motoniveladora distribuye el material sobre toda la superficie de trabajo, respetando los niveles previamente definidos. Una vez terminada la distribución, se procede al riego y compactación del material, de la misma manera que se hacía con la subrasante. La cantidad de agua a agregar al suelo arena, y la cantidad de pasadas de compactación, se determinaron de la misma manera que con la capa anterior. Finalizada esta etapa, el alumno realizaba un control topográfico de la subbase, marcando con cal los puntos donde las exigencias del pliego no se cumplieran, para poder ser corregidos, ya sea removiendo material excesivo, o agregando material donde haya una deficiencia. Esto último se realizó escarificando la zona afectada, agregando el material, y recompactando completamente.

Cabe aclarar que para algunas “canchas”, tanto en la subbase como posteriormente en la base, se tuvieron problemas para alcanzar el grado de compactación necesario debido a que era prácticamente imposible utilizar la vibración del compactador rodillo liso sin dañar las construcciones de los vecinos. Esto llevó a tener demoras importantes

ya que había que limitarse a compactar el material con menor energía, y debido al poco peso de los equipos de los que disponía la empresa, se requería un número mucho mayor de pasadas para llegar a la densidad necesaria. Tanto la empresa contratante AFEMA S.A. como la inspección municipal pidieron en reiteradas ocasiones que la empresa contratista EVER S.A. cambie los equipos utilizados por otros de mayor tamaño para solucionar este problema, pero esto no fue posible, debido a que no se contaba con el tiempo para cambiar los equipos dentro del plazo de la obra.

A continuación, se pueden observar los diferentes trabajos realizados sobre la subbase, en las figuras 5.24 a 5.28.



Figura 5.24: Nivelación de estacas para subbase.



Figura 5.25: Acopio de suelo arena para subbase.



Figura 5.26: Descarga de material sobre subrasante.



Figura 5.27: Distribución de suelo arena con motoniveladora.



Figura 5.28: Compactación de suelo arena de subbase.

Una vez aprobada la capa por inspección, la misma se computó para el certificado midiendo su superficie en m².

5.7 PREPARACIÓN DE BASE GRANULAR

Se pueden citar algunas recomendaciones principales extraídas del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares:

- Este trabajo consiste en la construcción de una base formada por agregados pétreos con la incorporación de suelo.
- La mezcla de base estará formada por los materiales siguientes: Piedra triturada, arena silícea y suelo seleccionado (máximo 15%).
- Para la ejecución de la base el contratista (AFEMA S.A.) deberá solicitar la aprobación de la "Fórmula de mezcla en obra", que obligatoriamente debe presentar y en las que deberán cumplirse las exigencias establecidas.

Las condiciones de recepción para la base granular incluyen un control de sus dimensiones y regularidad aún más estricto que el de la subbase. La diferencia entre cotas de los bordes no debe superar los 2 cm; el exceso de flecha no podrá ser mayor a 1 cm; no se aceptarán defectos en la flecha; la lisura se controlará de la misma forma que en la subbase, no aceptándose depresiones de más de 5 mm; el ancho deberá ser al menos igual al indicado en los planos; el espesor no puede presentar una diferencia de más de 1,50 cm con respecto al de proyecto. En la capa de esta base deberá obtenerse por compactación no menos del 98% de la densidad Máxima del Ensayo AASHO T-180, con C.B.R. no inferior al 80% a dicho valor de densificación.

Para al control del grado de compactación se determinó, al igual que en la subrasante y en la subbase, la densidad aparente efectuando el ensayo del cono de arena en los puntos donde la inspección lo consideró necesario. En general, dos ensayos en cada tramo. En los lugares donde se determinó la densidad aparente, se midió el espesor

resultante de la capa, que siempre resulto ser igual o mayor que el especificado en el perfil transversal.

El método constructivo es similar al de la subbase, pero se realizó una vez terminado el hormigonado de las cunetas que apoyan sobre la misma, de lo que se hablará más adelante. Una vez terminadas las mismas, directamente se carga el material de base entre ellas sin la necesidad de estacas, ya que la cantidad necesaria de material queda evidenciada por la altura del hormigón por sobre la subbase. El material de base, proveniente de cantera, fue provisto por la empresa AFEMA S.A., y se acopió en uno de los extremos de la obra para tenerlo disponible ante la aprobación de una subbase. Según la experiencia del operador de la motoniveladora, cada camión volcador descargaba sus 6,00 m³ en una longitud de 6,50 m longitudinalmente. Posteriormente, el material fue distribuido por la motoniveladora, para luego ser regado y compactado de la misma manera que la subbase. Una vez alcanzada la densidad necesaria, la motoniveladora cortó el exceso de material, para dejar el diente de 3 cm por debajo del hormigón necesario según el perfil transversal de proyecto, y se realizó un control topográfico de los niveles terminados para ver que no haya puntos altos ni bajos, lo cual fue tarea del alumno. Finalizado el proceso, se procedió a llamar a la inspección para la aprobación del tramo trabajado. En las figuras 5.29 y 5.30 se muestran los trabajos realizados.



Figura 5.29: Descarga de material de base sobre subbase.



Figura 5.30: Distribución de base con motoniveladora.

Al terminar un tramo de base, se informaba a la empresa contratante para que ésta ejecute un riego de imprimación con material bituminoso. El objetivo del mismo es proteger del desgaste a la capa de base, y evitar que la misma pierda la humedad óptima que posee al momento de ser aprobada. Al momento de finalizar la práctica supervisada del alumno, se tenían aprobados varios tramos de base, pero no se había podido asfaltar en ninguno debido a complicaciones con los vecinos de la obra, que no querían la finalización de la misma por disputas con la municipalidad.

Una vez aprobada la capa por inspección, la misma se computó para el certificado midiendo su superficie en m².

5.8 PAVIMENTO DE HORMIGÓN SIMPLE (ESPESOR 0,15 m y 0,18 m)

Tal como en los casos anteriores, se presentan los extractos más importantes del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares:

- Las tareas de este rubro se refieren a la completa ejecución del pavimento de hormigón simple, en los espesores que se especifiquen en el proyecto, incluyendo los cordones, cordones unificados y cordones cuneta, en los casos que así corresponda. Esta tarea se llevará a cabo sobre capas aprobadas.
- La colocación de los moldes será aprobada, debiendo corregirse toda deficiencia o diferencias entre molde y molde en más de 1mm. Se cuidará especialmente la zona de apoyo de moldes, en áreas de bordes o cunetas, reforzando su compactación.
- La compactación del hormigón se ejecutará cuidadosamente mediante reglas vibrantes de superficie, el alisado y terminado superficial de la calzada se ejecutará con medios aprobados que aseguren una adecuada terminación superficial en cuanto a lisura, rugosidad, gálibo, respetando las cotas de diseño y produciendo un correcto escurrimiento de las aguas.

- El perfecto drenaje superficial, deberá ser cumplido tanto en las áreas construidas como en las adyacentes.
- El librado al tránsito no se deberá producir antes de los 21 (veintiún) días de finalizadas las operaciones de hormigonado.
- Toda porción de hormigón empleado para construir la calzada será mezclada, colocada, compactada y sometida a las operaciones de terminación superficial dentro de un tiempo máximo de 45 (cuarenta y cinco) minutos. El hormigón se empleará tal cual resulte después de la descarga de la hormigonera; no se admitirá el agregado de agua para modificar o corregir su asentamiento para facilitar las operaciones de terminación de la calzada. Se empleará el mínimo de manipuleo para evitar segregaciones.
- La Inspección realizará ensayos por su cuenta, en cualquier momento y sin necesidad de aviso previo, a fin de verificar las características y calidad del hormigón y sus componentes.

5.8.1 Construcción de la calzada y cunetas

Como primer paso previo a la colocación y vertido del hormigón, el alumno debió corroborar la correcta colocación de moldes y la adecuada limpieza de todos los elementos intervinientes, con el fin de realizar las tareas de manera correcta (diferencias entre moldes menores a 1 mm), al mismo tiempo que asegurar la conservación de los elementos mencionados. Se controlaron altimétricamente los moldes mediante el empleo del nivel óptico, y planimétricamente tomando mediciones con cinta. Los puntos controlados se materializaron con clavos metálicos, entre los cuales se ató una tanza para ajustar moldes intermedios en tramos de no más de 10,00 m. En la figura 5.31 se observa la nivelación de estos clavos para un paño de badén.



Figura 5.31: Nivelación de clavos para colocación de moldes.

Previo al vertido del material, también fue necesario recomprimir la superficie de la subbase, ya que había pasado tiempo entre la aprobación de la capa y el hormigonado. Esto se realizó con equipos compactadores pequeños debido a las dimensiones

acotadas de trabajo, como una placa vibratoria o “chanchita”, y un compactador de rodillo liso vibrador dirigido por un operario a pie. En la figura 5.32 se muestra una estas tareas realizada en un badén.



Figura 5.32: Compactación de badén con compactador de rodillo liso vibrador.

El hormigón empleado, provisto por la empresa AFEMA S.A. de su propia planta, fue mezclado, colocado y distribuido cuidadosamente con ayuda de palas para evitar la segregación de los materiales componentes. Posteriormente fue compactado y sometido a las operaciones de terminación superficial en un tiempo no mayor a 45 minutos, tal como lo indicara el pliego de especificaciones técnicas. En la figura 5.33 se aprecia la tarea del colado del hormigón en un paño de badén y en la figura 5.34 se aprecia el colado del material en un tramo de cuneta. En la figura 5.35 se muestra el colado del hormigón en los cordones, tarea realizada posteriormente.



Figura 5.33: Colado de hormigón en badén.



Figura 5.34: Colado de hormigón en cuneta.



Figura 5.35: Colado de hormigón en cordón.

El alumno debió que tener especial atención en el empleo del hormigón tal cual se encontraba después de la descarga de la hormigonera; no admitiendo el agregado de agua para modificar o corregir su asentamiento, tarea que suelen realizar los obreros para facilitar las operaciones de terminación. El control de esta manipulación fue realizado rigurosamente, debido a que no solo el hormigón pierde resistencia al aumentar la relación agua cemento, sino que es posible que se produzca la fisuración con las complicaciones que esto trae aparejado.

5.8.2 Distribución del hormigón

Una vez colado el hormigón, este se distribuye entre los moldes utilizando palas, para evitar excesos en lugares puntuales de descarga y deficiencias en puntos alejados del camión. En esta etapa el nivel de vibrado debió ser el adecuado para lograr una máxima densidad y compacidad de la masa, evitando la segregación a causa de un exceso de vibrado. El hormigón colocado junto a los moldes y a las juntas se compactó con un vibrador mecánico “de tipo aguja” inserto en la mezcla, tal como se muestra en la figura 5.36, accionándolo a lo largo de todos los bordes de los moldes, pero con el cuidado de no tocarlos. La operación se realizó hasta tan pronto se observó la cesación del desprendimiento de grandes burbujas de aire y una vez finalizada la compactación, no se permitió pisar nuevamente esa superficie.



Figura 5.36: Vibrado de hormigón con vibrador monofásico de tipo aguja.

La terminación superficial se realizó utilizando dos elementos elemento, que brindan en conjunto una adecuada superficie en cuanto a lisura y rugosidad. El primero, denominado palón de aluminio, se utiliza una vez colado el hormigón. El segundo, denominado cinta para alisar hormigón, se utiliza finalmente para dar la rugosidad definitiva del hormigón. Ambos deben humedecerse antes de utilizarse para que no absorban la humedad superficial del hormigón. En las figuras 5.37 y 5.38 se muestran estos dos elementos.



Figura 5.37: Palón de aluminio.



Figura 5.38: Cinta para alisar.

El personal encargado de estas tareas estuvo provisto en todo momento de botas de goma para mayor seguridad.

5.8.3 Moldes laterales fijos

Los moldes constituyen el encofrado del hormigón confiriéndole la forma que va a tomar la estructura del pavimento. Estos moldes eran metálicos, de altura igual al espesor de la losa en los bordes, libres de toda ondulación y no admitiéndose en su coronamiento ondulación alguna. Se debió fijarlos de manera tal que se impidiera todo movimiento o juego entre los mismos originados por la presión del hormigón al ser colado, o por los equipos y herramientas utilizadas durante el proceso de ejecución. Por esta razón es que el alumno tuvo que realizar el control exhaustivo de los moldes antes mencionados.

Los moldes para cordones debieron responder estrictamente al perfil indicado en los planos del proyecto, siendo estos de una altura de 15 cm. La vinculación de estos con los moldes laterales se hizo de manera tal que una vez colocados, el conjunto se comporte como una única pieza en lo que a rigidez y firmeza se refiere. La longitud de cada tramo de molde tanto para los laterales como para los de cordones en los alineamientos rectos era de 3,00 m.

La superficie de apoyo de los moldes debió ser compactada y perfectamente nivelada a fin de evitar el desplazamiento de los moldes una vez colocados, tanto en sentido vertical como horizontal. Las superficies interiores de los moldes eran pintadas con gasoil antes del vertido del hormigón, para que el desmoldado fuera simple para los operarios y sin dañar los elementos.

Se tomaron todas las precauciones necesarias para que la cara vista del cordón sea perfectamente lisa, sin sopladuras, donde no se permitía aplicar revoques de mortero sobre los mismos.

En obra existía el doble de moldes necesarios para la ejecución de las tareas de un solo día, cumpliendo de esta manera con lo que exigía el pliego que los mismos debían permanecer en su sitio por lo menos durante 12 horas después de la colocación y terminación del hormigón.

5.8.4 Juntas de dilatación

Se construyeron en aquellos casos en que se debió unir un pavimento existente con un pavimento nuevo. La forma de materializar la misma fue con telgopor de 2,50 cm de espesor y una altura igual a la del pavimento a ejecutar.

El método constructivo se basó en la colocación de telgopor en una altura igual a la losa a construir. Al momento de realizar el tomado de junta, se raspo el telgopor en una altura de 4 cm aproximadamente, se le echo una capa de arena fina para luego sellar dicha junta. La finalidad de colocar la arena fina fue para evitar que el material con el que se sellara la junta destruyera el telgopor, asilándolo de esta manera.

5.8.5 Juntas de contracción y de construcción

En el hormigón se desarrollan fisuras inicialmente por contracción, siendo éstas transversales y longitudinales, y luego por alabeo y por cargas sobre el pavimento, en forma transversal, intermedias a las primeras. Las juntas tienen por finalidad direccionar estas fisuras, reproduciendo el patrón de fisuración del pavimento.

El agrietamiento debido a la contracción del hormigón ocurre a muy temprana edad, como consecuencia de cambios de temperatura durante los procesos de hidratación y fraguado, así como por la pérdida de agua por evaporación.

El objetivo de la construcción de juntas es “copiar” el patrón de fisuración que naturalmente desarrolla el pavimento en servicio mediante un adecuado diseño y ejecución de juntas transversales y longitudinales. Estas fueron ubicadas en las cunetas con una separación de 6,00 m, y en los badenes y bocacalles de tal modo que los paños que se formaran no tuvieran superficies mayores de 20 m², siguiendo un dibujo particular, tal como puede apreciarse en la figura 5.39.

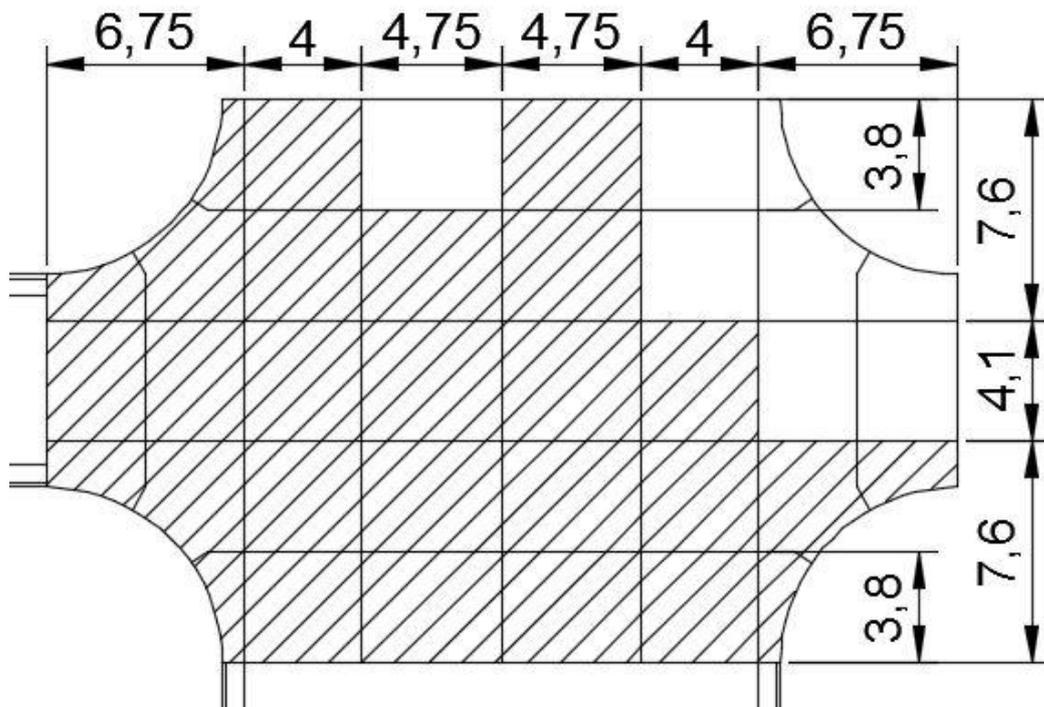


Figura 5.39: Diseño de juntas para bocacalles y badenes.

Las juntas de las cunetas se realizaron con la colocación de unas planchuelas de acero de 5,00 cm de altura, colocadas posteriormente a la distribución y terminación del hormigón. En los badenes y bocacalles se realizaron por aserrado con maquina cortadora a sierra circular. El aserrado se llevó a cabo dentro de un periodo de 6 a 12 horas, como mínimo y siempre dentro de la misma jornada de labor en la que se ejecutó el hormigonado. La profundidad del corte fue 1/3 del espesor de la losa. Se muestra el aserrado de las juntas en la figura 5.40.



Figura 5.40: Aserrado de juntas en badén de hormigón.

Un especial recaudo hubo que tener en la construcción de juntas en badenes, o zonas de escurrimiento de aguas, de tal manera que aquellas no coincidieran con los sectores donde exista dicho escurrimiento, debiendo desplazarlas un mínimo de 0,60 m.

5.8.6 Sellado de juntas

Factores que influyen a realizar el sellado de juntas:

- Las juntas de contracción se abren y cierran por variaciones de temperatura y humedad de las losas durante la noche y el día, influenciado también por la variación durante las estaciones del año, verano o invierno, durante toda su vida en servicio.
- El ingreso de materiales incompresibles no permite que las juntas se cierren, generándose a consecuencia roturas en juntas de dilatación o expansión.
- Las juntas son la principal fuente de ingreso de agua en los pavimentos.
- La necesidad de prevenir el bombeo de suelos finos de la capa de apoyo del pavimento, por ingreso de agua.

Debido a esto, se utilizó una mezcla de alquitrán en panes con material bituminoso tipo ER-1 en proporción aproximada de mezcla 1:1 en volumen, todo en caliente, por lo que se debió disponer del equipo de calentamiento, siendo este un tacho de 200 litros cortado por la mitad, el cual era calentado con leña. Se cubrió con el material toda la junta en ancho y longitud, dejando un pequeño resalto sobre el pavimento, tal cual se aprecia en la figura 5.41.



Figura 5.41: Tomado de juntas.

Posteriormente se eliminó todo el material excedente con ayuda de una pala, pasándola al ras de la superficie.

5.8.7 Curado de hormigón

El objetivo del curado del hormigón es dar a éste las condiciones necesarias para favorecer la hidratación del cemento y reducir las contracciones excesivas debidas a las condiciones ambientales, las cuales pueden llevar al desarrollo de fisuras. Se debe evitar la evaporación rápida del agua superficial del hormigón, la que depende principalmente del viento, y en menor proporción de la temperatura ambiente, de la temperatura del hormigón, y de la humedad relativa del aire.

Existen varios procedimientos para el curado del hormigón, pero la más utilizada en pavimentos es el uso de membranas de curado, que son productos químicos que se pulverizan sobre el hormigón fresco y mediante una reacción química forman una película impermeable, resistente y adherente (membrana de curado).

El producto que fue utilizado en el curado del hormigón, se denomina “Antisol” de la marca Sika. Es un compuesto líquido desarrollado a partir de resinas vehiculizadas en solventes. Al tener pigmentación blanca, la membrana formada tiene gran reflectancia a la luz solar, con lo cual se impide la absorción de calor por el hormigón y por ende se evita que aumente la temperatura del mismo. En la figura 5.42 se puede observar la aplicación de la membrana en el badén de la intersección entre las calles Juan Masramón y David Cetra, el cual se realizó con una mochila pulverizadora.



Figura 5.42: Aplicación de membrana "Antisol".

Además de la membrana de curado, se utilizó una membrana plástica denominada "Agropol" colocada sobre la subrasante, previo al colado del hormigón, para evitar que este pierda humedad por la parte inferior y así reducir las posibilidades de fisuración. Esto fue impuesto por la inspección, ya que en obras similares de barrios cercanos se intentó esta técnica obteniendo resultados satisfactorios. En la figura 5.43 se observa la colocación de esta membrana.



Figura 5.43: Colocación de membrana plástica previo al hormigonado.

El control de la calidad del hormigón efectuado al pie de obra se basó en el ensayo de asentamiento con el tronco de cono de Abrams, el cual mide el asentamiento que la mezcla sufre al retirarse el cono, tal como se observa esquemáticamente en la figura 5.44. El objetivo del mismo era determinar si alguna mezcla venía con un asentamiento dudoso, fuera del rango permitido, en este caso entre 5 cm y 10 cm.

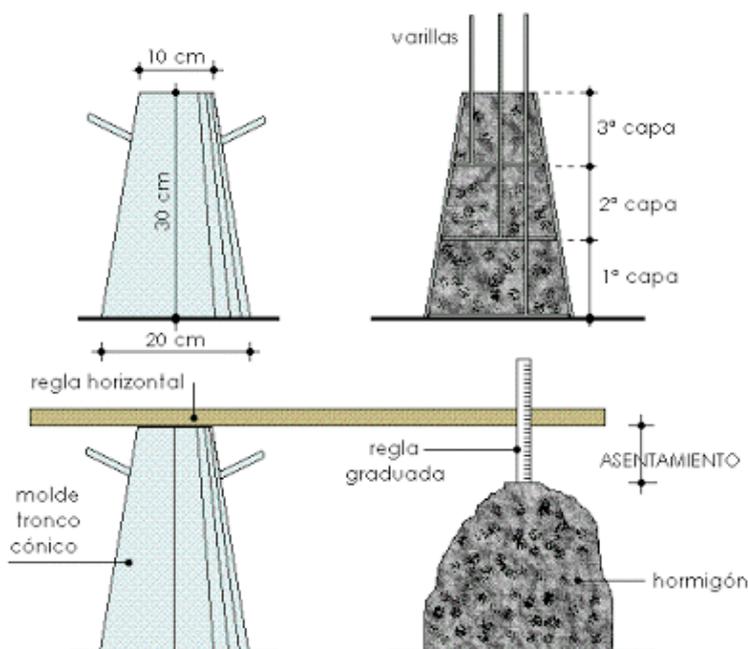


Figura 5.44: Ensayo de asentamiento con el tronco de cono de Abrams.

El control de calidad del hormigón en estado endurecido se realiza al finalizar la obra, al solicitar la recepción provisoria de la obra, donde se indica la extracción de una cierta cantidad de testigos, donde se controla no solo la resistencia del hormigón sino también el espesor.

5.8.8 Protección del hormigón

La recomendación general por parte de la inspección al momento de colar el hormigón fue hacerlo en un horario adecuado, dentro de lo posible por la mañana para que al final de la jornada éste se encuentre en proceso de fragüe y de esta forma se eviten posibles daños sobre la superficie hormigonada. Pero muchas veces no se puede cumplir con estas recomendaciones y los trabajos se realizan al momento en que se dispone del material, independientemente del horario en que llegue el camión, siempre y cuando el horario se encuentre dentro de la jornada laboral.

La empresa no dispuso de un guardia que quedara como cuidador para evitar que se remuevan las barreras antes del librado al tránsito. Por lo tanto, muchos paños de hormigón fueron dañados superficialmente durante la noche, tanto por tráfico vehicular, como por vecinos que lo hacían intencionalmente. Debido a la problemática social del barrio, la inspección no objetó ante estas imperfecciones, sino que solicitó que se las trate superficialmente para disminuir su impacto lo más posible. Esto se realizó raspando las marcas con una pala, y luego rellenándolas con una mezcla de arena fina y cemento. Algunas marcas de este tipo pueden apreciarse en la figura 5.45.



Figura 5.45: Marcas de tráfico vehicular en hormigón.

5.8.9 Cordones curvos y rectos.

Como se mencionó anteriormente, los cordones son rellenados con posterioridad a la capa inferior, ya sea un badén o una cuneta. En el caso de los badenes, se utilizan moldes curvos de 6,00 m de radio medido al borde externo del cordón. Para las cunetas, se utilizan moldes rectos de 3,00 m. En ambos casos, se colocaron estribos de acero, de diámetro igual a 6 mm, cada 50 cm. Por autorización de la inspección, no se colocaron barras de repartición longitudinales. En algunos casos, el hormigonado de los cordones fue inmediatamente posterior al hormigonado de la capa anterior, sobre todo en los badenes. Pero en otros casos, en algunas cunetas, el hormigonado se realizó con algunos días de diferencia, por lo que antes de colocar los moldes se limpió la superficie del hormigón de cuneta ya endurecido. Los trabajos antes mencionados se observan en las figuras 5.46 y 5.47.



Figura 5.46: Hormigonado de cordón curvo en badén.



Figura 5.47: Estribos colocados en cuneta para posterior hormigonado de cordón.

Se debieron dejar previstos en los cordones los rebajes de entradas de vehículos y orificios de desagüe de albañales.

Hubo que tener especial cuidado con la alineación de los cordones rectos, para que no se aprecien discontinuidades ni curvas en los mismos. Para ello se colocó una tanza desde el inicio hasta el final del cordón a hormigonar, para alinear los moldes correctamente.

CAPÍTULO 6: CÓMPUTO Y CERTIFICACIÓN

6.1 PRESUPUESTO

Para realizar los certificados de un proyecto es imprescindible contar con un cómputo métrico correctamente realizado que determine las cantidades de cada uno de los ítems a ejecutar. Se trata básicamente de un problema de medición de longitudes, áreas y volúmenes. No obstante a la simplicidad de sus métodos y fundamentos, el cómputo métrico supone el conocimiento de los procedimientos constructivos de la obra, y su correcta realización depende de un trabajo cuidadoso y ordenado. Para ejecutarlo se debe estudiar toda la documentación existente, respetar los planos, ajustarse a las normas y medir con exactitud. En el presente trabajo el cómputo métrico se realizó detallando en ítems los trabajos a realizar por separado, calculando las cantidades en las unidades correspondientes, cuyo valor multiplicado por el precio unitario de cada ítem resultó ser el precio total del mismo. Se incluyen solo los ítems ejecutados por la empresa contratista, motivo por el cual no aparecen algunos como riego de imprimación, riego de liga, carpeta asfáltica, etc.

A continuación, se detallan en la tabla 6.1 las cantidades a ejecutar en cada ítem en el tramo analizado por el alumno, acompañado de un detalle en la figura 6.1.

Tabla 6.1: Cómputo métrico del tramo analizado.

COMPUTO TOTAL								
Cancha	Apertura de caja [m3]	Subrasante [m2]	Subbase [m2]	Base [m2]	Cun. Ancha [m2]	Cun. Angosta [m2]	Hormigón [m3]	
Calle 0	95.03	316.75	316.75	259.00	31.50	22.75	-	
Calle 1	375.39	1,104.10	1,104.10	902.80	109.80	79.30	-	
Calle 2	545.90	1,882.40	1,882.40	1,539.20	187.20	135.20	-	
Calle 3	571.96	2,859.80	2,859.80	2,338.40	284.40	205.40	-	
Calle 4	224.44	1,122.20	1,122.20	917.60	111.60	80.60	-	
Bocacalle 1	72.17	400.95	400.95	-	-	-	72.17	
Bocacalle 2	87.34	485.20	485.20	-	-	-	87.34	
Bocacalle 3	76.67	425.95	425.95	-	-	-	76.67	
Bocacalle 4	13.32	74.00	74.00	-	-	-	13.32	
Bocacalle 5	6.48	36.00	36.00	-	-	-	6.48	
Total	2,068.69	8,707.36	8,707.36	5,957.00	724.50	523.25	255.98	
Precio unitario	\$ 195.0	\$ 27.0	\$ 37.0	\$ 37.0	\$ 155.0	\$ 155.0	\$ 695.0	Sumatoria
Importe total	403,395.32	235,098.59	322,172.15	220,409.00	112,297.50	81,103.75	177,905.38	1,552,381.69

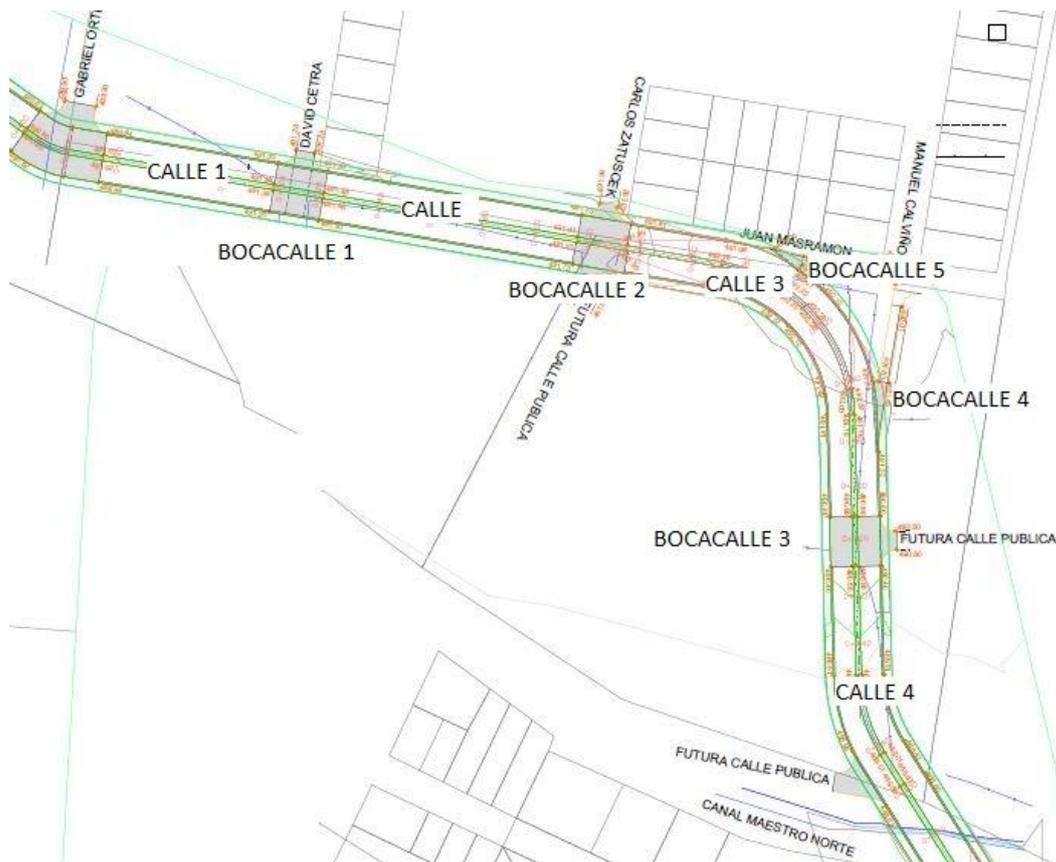


Figura 6.1: Referencias para cómputo.

Los Precios Unitarios en cada ítem incluyen, en todos los casos, materiales, mano de obra y carga fija acorde a la unidad de medición en cada caso. Estos precios no fueron calculados por el alumno, sino que fueron provistos por la empresa AFEMA S.A., dado que eran los precios negociados con la empresa contratista EVER S.A. Estos precios se actualizan constantemente debido a variaciones en los costos, mediante negociaciones entre ambas empresas.

6.2 CERTIFICACIÓN DE OBRA

Se realizó la medición por parte del alumno y la correspondiente verificación por parte de la inspección, mes a mes, de las cantidades efectivamente ejecutadas de las distintas tareas que conformaron cada ítem del proyecto. Una vez medidos y computados los trabajos aprobados, se emitió un certificado mensual de obra, multiplicando a las cantidades medidas según los cómputos métricos elaborados, por el precio por unidad de medida de cada ítem. El producto de esta multiplicación transformó dichas cantidades ejecutadas en un valor monetario total para cada ítem. De la suma de esos valores, se obtiene el monto total del certificado.

En la tabla 6.2 se observa un ejemplo de certificado mensual de obra.

Tabla 6.2: Certificado mensual.

CÓMPUTO JUNIO 2018													
OBRA		Av. Núñez											
SUB CONTRATISTA		EVER											
Calles	Estado	Largo [m]	Ancho [m]	Sobre ancho [m]	esp. prom. [m]	Apertura de Caja [m ²]	Sub rasante [m ²]	Sub base [m ²]	Base [m ²]	Asfalto [m ²]	Cordón Cuneta de 0,75+0,15 [m2]	Cordón Cuneta de 0,50+0,15 [m2]	Observaciones
1 Sur	De tierra	61	8.65	9.05	0.34	187.70	552.05	552.05	445.30	0.00	54.90	39.65	-
1 Norte	De tierra	61	8.65	9.05	0.34	187.70	552.05	552.05	445.30	0.00	54.90	39.65	-
2 Sur	De tierra	104	8.65	9.05	0.22	207.06	941.20	941.20	0.00	0.00	67.50	0.00	-
2 Norte	De tierra	104	8.65	9.05	0.36	338.83	941.20	941.20	0.00	0.00	0.00	0.00	-
3 Sur	De tierra	200	8.65	9.05	0.15	271.50	1,810.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
0 (aislado)	De tierra	40	8.65	9.05	0.30	108.60	362.00	362.00	0.00	0.00	36.00	26.00	No se hormigonaron los cordones todavía
TOTALES						1,301.39	5,158.50	3,348.50	890.60	0.00	213.30	105.30	
Bocacalle de Hormigón, entre:			Sup. [m ²]	Vol. [m ³]	Apertura de Caja [m ²]		Sub rasante [m ²]	Sub base [m ²]	Base [m ²]	Asfalto [m ²]	Cordón Cuneta [m]		
Cetra Masramón			400.95	72.17	1,407.35	5,747.18	3,937.18	890.60	0.00	0.00	318.60		
Demolición de Bocacalle de Hormigón, entre:			Sup. [m ²]	Vol. [m ³]									
Zatuszeck Masramón			187.73	33.79									
TOTALES			588.68	105.96	(Volumen de Bocacalles de H')								

Cabe destacar que algunas tareas extraordinarias no quedaban incluidas en ninguno de los ítems de la obra, por lo que para poderlas plasmar en el certificado se procedió de la siguiente manera: una vez realizada la tarea se determinó el costo de la misma, teniendo en cuenta de manera aproximada las horas hombre y/o horas máquina que demandó. Luego, mediante un acuerdo con la empresa contratante, se dividió este costo por el precio unitario de algún ítem (en la mayoría de los casos se utilizó el movimiento de suelos) para así obtener la cantidad de unidades de ese ítem a los que equivalió la tarea. Así, sumado a las unidades que ya se tenían, queda incluida la tarea extraordinaria dentro del certificado de obra. El ejemplo más claro de este tipo de tareas fueron ciertas ayudas a los vecinos de la zona que la inspección municipal le encargó a la empresa contratista, como limpieza de terrenos, remoción de árboles fuera de la zona de la obra, mejoramiento de acceso a algunas viviendas, etc.

CAPITULO 7: CONCLUSIONES

7.1 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS DEL INFORME

Luego de realizar la práctica supervisada en la presente obra de vialidad urbana puedo llegar a las siguientes conclusiones:

- Los principales beneficios que se obtienen al realizar una obra de cordón cuneta y badenes de hormigón, está el derivar las aguas urbanas de manera ordenada, favoreciendo a que las calles no sean destruidas por erosión y que las calzadas permanezcan en buen estado. También se cambia el paisaje urbanístico de la zona y el valor inmobiliario de las propiedades en donde se realizan dichas obras.
- El plazo de obra estimado no pudo ser cumplido ya que se generaron diferentes tipos de demoras. En menor medida, las lluvias fueron originadoras de retrasos en ciertas tareas de movimiento de suelos y construcción del paquete estructural. Pero el principal generador de demoras fue el conflicto que se mantenía entre los habitantes de la zona, y la municipalidad de la ciudad de Córdoba.
- En la ejecución de tareas como rotura de pavimento ya sea rígido o flexible, se tuvo que considerar en la organización de las tareas un cierto tiempo improductivo generado por imprevistos tales como la rotura de las máquinas, que en la ejecución de estas tareas suele ser más frecuente que en otras, tales como roturas, pinchaduras de gomas, rotura de cañerías existentes, etc.
- Uno de los aspectos destacables en la ejecución de esta última tarea es la diferenciación entre pavimento rígido y flexible, teniendo un mayor rendimiento de tiempo en este último tipo de pavimentos.
- La logística de coordinación del hormigón elaborado, presentó muchas complicaciones, ya que durante esta época existieron demoras en las entregas debido a una alta demanda de hormigón en toda la ciudad, por lo que hubo días de trabajo improductivos, ya que no siempre la planta avisaba sobre dicho problema con antelación.
- Estas obras urbanas presentan una gran complejidad en cuanto a las relaciones que se deben tener con los vecinos, ya que muchas veces se debe lidiar con su falta de entendimiento de que estas obras generan una mejora, aunque tengan ciertas limitaciones de acceso a sus viviendas en periodos de tiempo corto.
- Los métodos de compactación utilizados en algunos tramos no fueron los ideales, pero eran los únicos posibles antes las exigencias y limitaciones existentes, por lo que una crítica sería la falta de coordinación para la ejecución de las obras y la falta de equipamiento adecuado de la empresa.
- La ejecución de esta obra en un barrio precario generó el descubrimiento de conexiones clandestinas a servicios básicos, las cuales no se pudieron denunciar por los inconvenientes que esto traería aparejado, por lo que al momento de realizar los trabajos se debió que tener especial recaudo en no afectar estas conexiones.

- El aprendizaje obtenido en cuanto a las tareas de relevamiento, replanteo y nivelación fueron fundamentales para afianzar los conceptos vistos en las materias concernientes tales como Topografía I y II.
- El control en obra es un aspecto clave para la ejecución correcta de las tareas, ya que muchas veces los obreros por realizar las cosas de manera más simple o simplemente por no poseer los conocimientos adecuados, efectúan ciertas prácticas que son incorrectas o indebidas, que luego aumentan los costos al tener que realizar la tarea nuevamente.

7.2 CONCLUSIONES GENERALES DE LA EJECUCIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Como conclusión se puede decir que se han cumplido los objetivos planteados en el presente informe.

Durante la práctica supervisada se aplicaron efectivamente los conocimientos adquiridos en diversas materias durante el cursado de la carrera y también se aplicaron los conocimientos en el empleo de software de dibujo asistido que se utilizó, cuyas facilidades permitieron importantes ahorros de tiempo.

Se puede destacar la gran ventaja que se logra al llevar a cabo la práctica supervisada, la que brinda una experiencia práctica a los alumnos antes de su egreso, tanto en relación al trabajo en equipo con profesionales y personal, como al cumplimiento de los tiempos y la responsabilidad requerida en cada etapa de obra.

CAPÍTULO 8: BIBLIOGRAFÍA

- Berardo, Baruzzi, Vanoli, Freire, Tartabini, Dapás (2009) *Principios de Diseño Geométrico Vial Tomo I y II*.
- Huang Yang H (2004). *Pavement Analysis and Design*. Prentice Hall.
- Municipalidad de la ciudad de Córdoba (2010) *Pliego de especificaciones técnicas*.