

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Facultad de Ciencias Exactas Físicas y
Naturales

Prácticas Supervisadas

MOVIMIENTOS DE SUELOS:

Trabajos de Nivelación y Topografía.

Obras: Varias

Córdoba - Provincia de Córdoba

Autor: Goñi, Juan Manuel

Tutor: Mgter. Ing. Rico, Miguel

Supervisor Externo: Matejcic, Ignacio

Marzo de 2019

RESUMEN

El presente documento corresponde al Informe Técnico Final del trabajo desarrollado en el marco de la Práctica Supervisada de la carrera de Ingeniería Civil. El mismo hace referencia al movimiento de suelo de las obras de pavimentación urbana en loteos en el barrio MANANTIALES (Cba), perteneciente a grupo EDISUR S.A.

Dicha obra consiste en la construcción de pavimentos flexibles (en su mayoría, en arterias secundarias del loteo) con bocacalles de Hormigón; como así también en la construcción de pavimentos rígidos en las arterias principales del proyecto (Aquellas con una frecuencia mayor de vehículos circulando por ella).

Como se menciona anteriormente se hará énfasis en el movimiento de suelo y en la construcción de una parte del paquete estructural, ya que para la construcción total de la obra intervinieron varias empresas contratistas, cada cual con una tarea específica.

El informe ha sido organizado en 8 capítulos cuyo contenido principal se detalla en el índice general. Se detallan aspectos asociados a trabajos de nivelación y topografía, métodos constructivos, materiales empleados, equipos utilizados, controles de calidad, cómputos y presupuestos, etc.

Cabe destacar que este informe está orientando fundamentalmente a aspectos prácticos utilizando un respaldo teórico según sea necesario. De este modo se omite el marco de la teoría que no realice un aporte significativo a esta publicación.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que contribuyeron a dar forma a este informe.

Principalmente a mi familia quienes me dieron la oportunidad de estudiar una carrera profesional y fueron los cimientos durante este periodo de tiempo alentándome a concretarla.

También quiero agradecer al Ingeniero Miguel Rico, ya que desde un primer momento aceptó gentilmente ser mi tutor de las prácticas, poniendo su tiempo a disposición y transmitiendo sus conocimientos para el cierre del informe.

Agradezco a Matejcic Ignacio ya que fue quien me abrió las puertas de su empresa para poder llevar a cabo dichas prácticas y a Lucas Cacciabue quien me enseñó a dar los primeros pasos en el labor de campo.

Por último quiero agradecer a amigos y compañeros de esta facultad que estuvieron en todo momento de principio a fin.

INDICE DE TEMAS.

- 1- CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN.
 - Desarrollo de las PS.
 - Objetivos generales y particulares de las PS.

- 2- CAPITULO 2: EL PROYECTO.
 - Ubicación y partes contractuales.
 - Descripción general de la obra.
 - Desagüe de las aguas pluviales.
 - Emplazamiento.
 - Documentación de Obra.

- 3- CAPITULO 3: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO – TAREAS PRELIMINARES.
 - Sistema de Referencia Planimétrico. Replanteo de calles.
 - Sistema de Referencia Altimétrico.
 - Revisión de los planos del proyecto.

- 4- CAPITULO 4: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO – DESCRIPCIÓN DE LAS DIFERENTES ETAPAS DE LA OBRA.
 - Limpieza de terreno en zona de calles.
 - Desmonte, incluido transporte lateral.
 - Determinación de la profundidad de excavación.
 - Preparación sub-rasante 15 cm de espesor.
 - Preparación Sub-base 15cm de espesor.
 - Preparación Base Granular 12 cm de espesor.

- 5- CAPITULO 5: CÓMPUTOS METRICOS.
 - Movimiento de suelos. Volumen de cálculo.

- 6- CAPITULO 6: LA EMPRESA.
 - Introducción.
 - Obrador, personal, maquinarias.

- 7- CAPITULO 7: OTRAS OBRAS.
 - Introducción.
 - Obra CONAM.
 - Obra RDC.
 - Otros loteos.

8- CAPITULO 8: CONCLUSIONES FINALES.

- Conclusiones referidas a la Práctica Supervisada y a la Formación Profesional.
- Conclusiones referidas a la obra construida.

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 2.1: Ubicación de la obra.....	11
Imagen 2.2: Loteos en Manantiales.	12
Imagen 2.3: Loteo “Lomas de Manantiales”	13
Imagen 2.4 : Paquete estructural de pavimentos flexibles.....	14
Imagen 2.5 : Perfil vial tipo.....	15
Imagen 2.6 : Perfil vial tipo.....	15
Imagen 2.7 : Características generales de los materiales de construcción.....	16
Imagen 2.8 : Paquetes estructurales en bocacalles y cunetas.....	17
Imagen 2.9 : Detalle constructivo de cuentas.....	17
Imagen 2.10 : Construcción de sumideros.....	18
Imagen 2.11 : Detalle de sumidero.....	19
Imagen 2.12 : Detalle de sumidero.....	19
Imagen 2.13 : Excavación y retiro de basura.....	20
Imagen 2.14 : Zonas de excavaciones.....	20
Imagen 2.15 : Basura acumulada en zona de calles.....	21
Imagen 2.16 : Pozo de excavación para compensación de suelo.....	21
Imagen 2.17 : Relleno de pozo.....	22
Imagen 2.18 : Maquinarias trabajando en zona de pozos.....	22
Imagen 2.19 : Planimetría general del loteo.....	23
Imagen 2.20 : Perfil altimétrico de calles.....	24
Imagen 2.21 : Perfil altimétrico de laguna de regulación.....	24
Imagen 3.1 : Sobre-ancho asignado a cada lado de la calzada.....	25
Imagen 3.2 : Demarcación de límites para apertura de caja.....	26

Imagen 3.3 : Clavos de replanteo.....	27
Imagen 3.4 : Replanteo in-situ.....	27
Imagen 3.5 : Verificación de calibración de nivel óptico.....	30
Imagen 3.6 : Ampliación del sistema de puntos fijos.....	31
Imagen 4.1 : Retiro de suelo con moto-niveladora.....	32
Imagen 4.2 : Retiro de suelo con moto-niveladora.....	33
Imagen 4.3 : Retiro de capa organica con retroexcavadora.....	33
Imagen 4.4 : Apertura de caja.....	34
Imagen 4.5 : Limpieza de terreno natural.....	34
Imagen 4.6 : Nivelación cada 20 metros.....	36
Imagen 4.7 : Aproximación de los niveles.....	36
Imagen 4.8 : Planilla de cálculos.....	37
Imagen 4.9 : Escarificación mediante rastra.....	38
Imagen 4.10 : Tanque de 8000 lts de capacidad.....	39
Imagen 4.11 : Tanque de 10000 lts de capacidad.....	39
Imagen 4.12 : Riego de sub-rasante.....	40
Imagen 4.13 : Drenaje lateral del agua.....	40
Imagen 4.14 : Rodillo pata de cabra.....	41
Imagen 4.15 : Superposición de media huella en cada pasada.....	41
Imagen 4.16 : Evaluación de sub-rasante compactada.....	42
Imagen 4.17 : Colocación de estacas y niveles finales en la sub-rasante.....	43
Imagen 4.18 : Formación de baches.....	43
Imagen 4.19 : Reemplazo de material en zonas de formación de baches.....	44
Imagen 4.20 : Ensayo “cono de arena”.....	44
Imagen 4.21 : Equipo de vuelco lateral.....	45
Imagen 4.22 : Descarga de un equipo de vuelco lateral.....	46

Imagen 4.23 : Batea de 25m³.....	46
Imagen 4.24 : Descarga de material granular 0-20.....	47
Imagen 4.25 : Batea con material de sub-base.....	47
Imagen 4.26 : Distribución del material granular.....	47
Imagen 4.27 : Extensión del material de sub-base.	48
Imagen 4.28 : Colocación de estacas y nivelación de sub-base.....	49
Imagen 4.29 : Riego de sub-base.....	50
Imagen 4.30 : Riego de sub-base granular.....	50
Imagen 4.31 : Sub-base compactada.....	51
Imagen 4.32 : Nivelación definitiva de sub-base.....	52
Imagen 4.33 : Verificación de niveles sobre estacas y galibo.....	52
Imagen 4.34 : Esquema de cordón – cuneta.....	53
Imagen 4.35 : Esquema útil para el replanteo de PC.....	54
Imagen 4.36 : Córdon – cuneta terminados.....	55
Imagen 4.37 : Hormigonado de paños.....	57
Imagen 4.38 : Terminación final del paño de hormigón.....	58
Imagen 4.39 : Colocación de armadura de vinculación.....	58
Imagen 4.40 : Material granular para base granular.....	59
Imagen 4.41 : Extensión de material granular.....	60
Imagen 4.42 : Nivelación de base granular.....	60
Imagen 4.43 : Conformación de carpeta asfáltica.....	61
Imagen 4.44 : Conformación de carpeta asfáltica.....	61
Imagen 4.45 : Compactación de base granular.....	62
Imagen 4.46 : Nivelación final y control de gálibo en base granular.....	63
Imagen 4.47 : Corte de la cancha y remoción de material excedente.....	63
Imagen 5.1 : Cómputo de Lomas de Manantiales.....	65
Imagen 5.2: Cómputo de Lomas de Manantiales.....	66

Imagen 5.3 : Tabla resumen de volúmenes computados.....	67
Imagen 6.1: Pala hidráulica Michigan.	
Imagen 6.2: Pala hidráulica Caterpillar.	
Imagen 6.3: Pala hidráulica Volvo.	
Imagen 6.4: Moto-niveladora John Deere.	
Imagen 6.5: Moto-niveladora Volvo.	
Imagen 6.6: Vibro-compactador rodillo liso Dynapac.	
Imagen 6.7: Vibro-compactador pata de cabra, SAKAI.	
Imagen 6.8: Camión volcador Ford.	
Imagen 6.9: Camión Mercedes Benz	
Imagen 6.10: Equipo de nivelación BOSCH.	
Imagen 6.11: Equipo de nivelación Berger.	
Imagen 6.12: Tractor y tanque de 8000 lts de capacidad.	
Imagen 6.13: Retroexcavadora Link-Belt.	
Imagen 6.14: Vibro-compactador pata de cabra con cabina, SAKAI.	
Imagen 6.15: Moto-pala.	
Imagen 6.16: Remolque	

1- CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN.

- **Desarrollo de las Prácticas Supervisadas.**

El presente informe describe el trabajo desarrollado por Goñi Juan Manuel, alumno de la carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ciencias, Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, durante las Prácticas Supervisadas.

La experiencia se llevo a cabo en la empresa Matejic S.A. desde Agosto de 2017 a Enero de 2019.

El presente informe detalla los trabajos realizados durante dicho lapso de tiempo, donde la principal tarea desarrollada fue la nivelación geométrica de perfiles y superficies en loteos urbanos ubicados en el barrio Manantiales, zona sur de la ciudad de Córdoba, Provincia de Córdoba, Argentina.

- **Objetivos y alcance de la Práctica Supervisada.**

Objetivos generales:

Obtener experiencia práctica, aplicando y profundizando los conceptos adquiridos durante los años de estudio de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, siendo estos los adecuados a la temática de lo elegido, permitiendo al autor la inserción como profesional en el ámbito laboral y en el trabajo multidisciplinario.

Objetivos específicos:

- a. Completar la formación académica con experiencia laboral asesorada y supervisada.
- b. Tomar conciencia sobre los plazos de obra y conceptos técnico-económicos que se desenvuelven en esta clase de obras.
- c. Comprender la responsabilidad que implica el desarrollo de una actividad profesional y la toma de decisiones en cada paso del proyecto.
- d. Interactuar con el personal de la obra para un adecuado desenvolvimiento en el campo laboral.
- e. Aprender en detalle el método constructivo de una obra vial urbana.
- f. Realizar tareas de dirección técnica, entre las cuales se destaca la nivelación y replanteo plani-altimétrico del terreno.
- g. Controlar el trabajo de las maquinarias necesarias para la obra.
- h. Realizar cómputos para la certificación de los trabajos.

2- CAPITULO 2: EL PROYECTO.

- **Ubicación y partes contractuales.**

La obra consistió en la pavimentación de las calles de varios loteos correspondiente al barrio Manantiales, ubicado dentro del ejido municipal, en el cuadrante suroeste de la mancha urbana; cerca de los campus de la Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Tecnológica de Córdoba y Universidad Católica de Córdoba. Puede observarse en la figura N° 2.1.

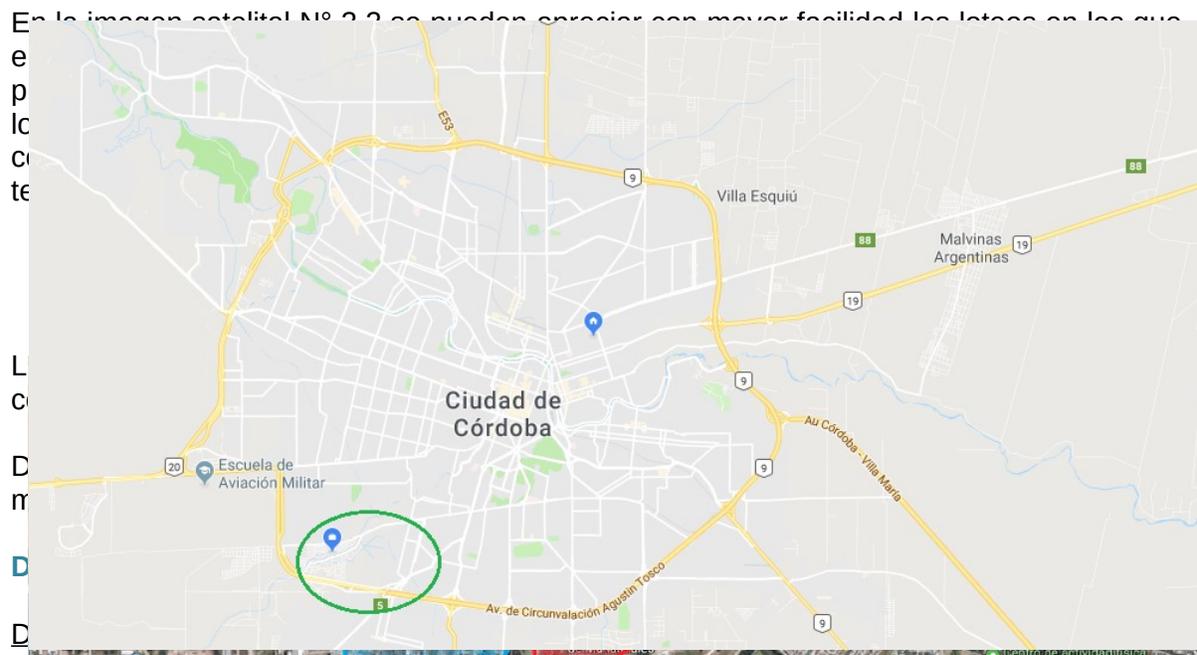


Imagen 2.1: Ubicación de la obra.



Imagen 2.2: Loteos en Manantiales.



Imagen 2.3: Loteo “Lomas de

Descripción del paquete estructural: El proyecto comprende la construcción de calles con perfiles viales tipo, bajo la reglamentación de la Ordenanza Municipal N° 8060 (Fraccionamiento de tierras) y sus normas complementarias.

En esta obra se utilizaron dos tipos de paquetes estructurales. Uno para los tramos entre “Principios de curvas” o (arterias secundarias) siendo un pavimento flexible con cordón cuneta de hormigón simple, y otro en las boca-calles y en arterias principales, siendo este un pavimento rígido.

Esto es así debido a que el giro de los vehículos produce esfuerzos laterales en la superficie del pavimento, siendo el hormigón el material que mejor resiste dichos esfuerzos sin presentar deformaciones como la que se tendría en el asfalto y también debido a que en las esquinas se materializan los badenes que permiten la correcta escorrentía de las aguas pluviales.

A continuación se describen las dos tipologías de paquete estructural.

PAVIMENTOS FLEXIBLES.

El paquete estructural de este pavimento tiene un espesor de 32cm en su totalidad pudiéndose apreciar en la imagen N° 2.4.

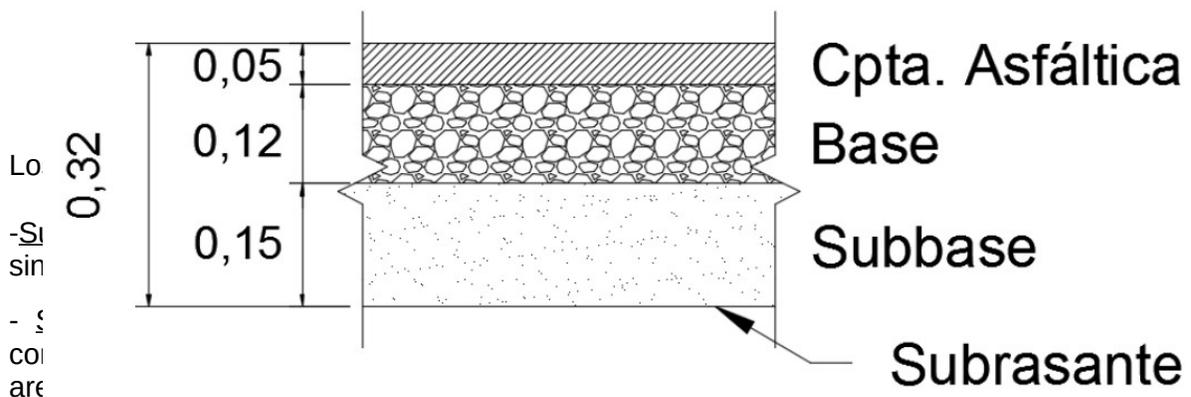


Imagen 2.4 : Paquete estructural de pavimentos flexibles.

- Base: Granular de 12 cm de espesor; constituida por una mezcla de material granular triturado, es decir, un material de granulometría tipo 0-20 proveniente de canteras de terceros.

- Carpeta Asfáltica: espesor 5cm, compactado y con cemento asfáltico de penetración 50 – 60.

Las figuras N° 2.5 y 2.6 muestran los perfiles transversales tipos empleados; y la imagen N° 2.7 muestra sus respectivas características:

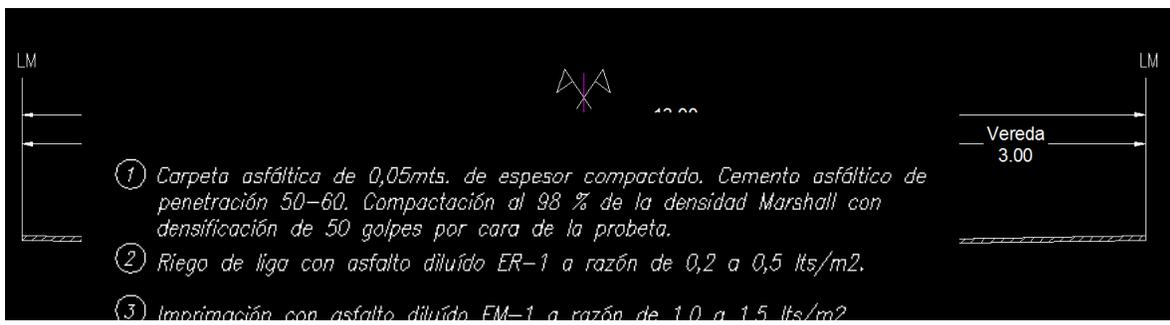


Imagen 2.5 : Perfil vial tipo.

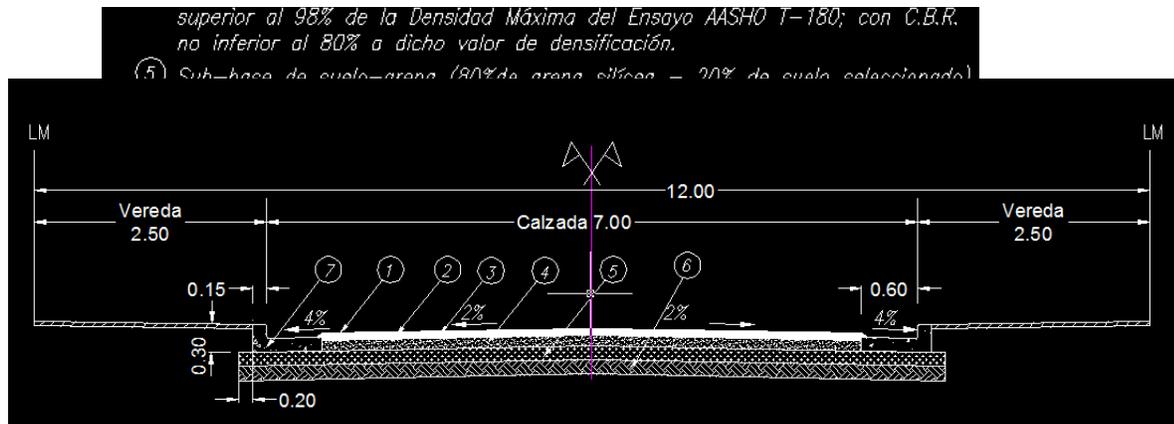


Imagen 2.7 : construcción.

Imagen 2.6 : Perfil vial tipo.

PAVIMENTOS RIGIDOS.

Este paquete estructural se utilizó en las bocacalles, en las cunetas y en las calles principales del loteo.

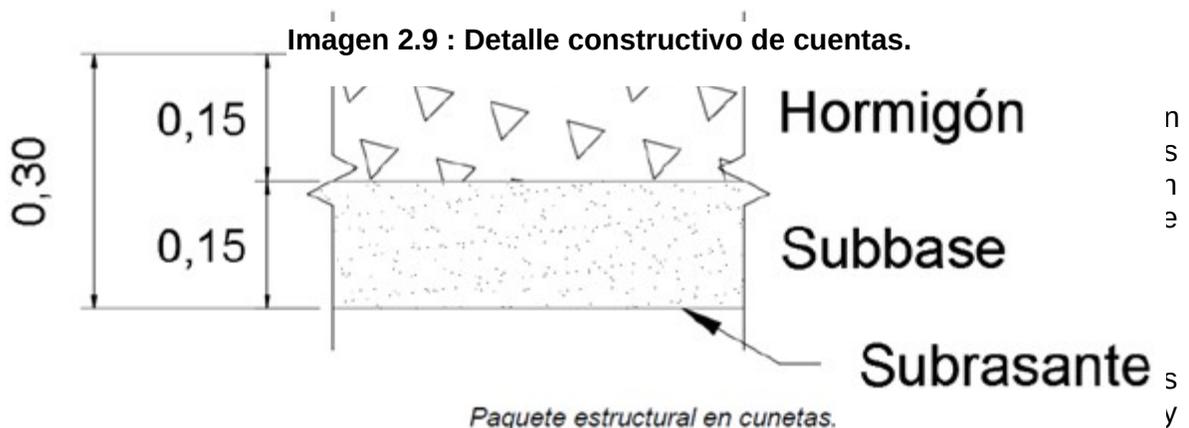
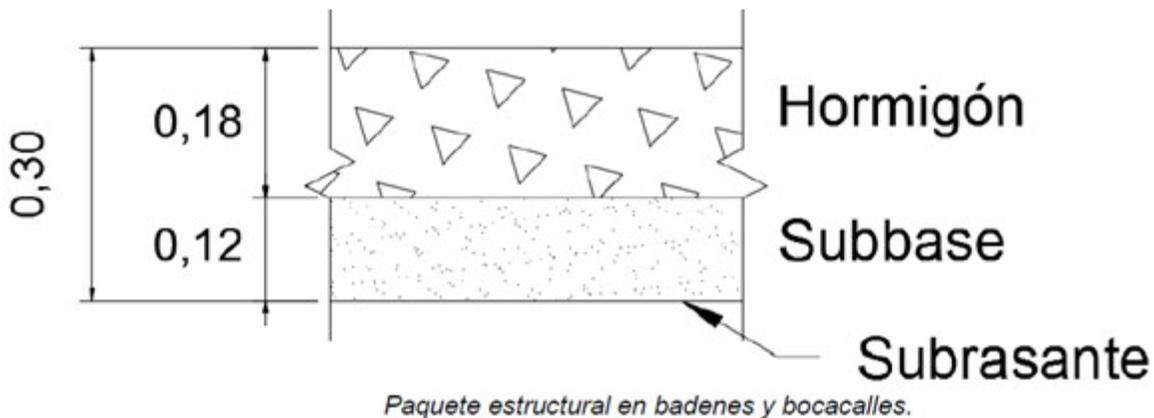
Se compone de tres capas:

-Sub-rasante: ídem al caso anterior.

- Sub-base: Ídem al caso anterior.

- Capa de hormigón simple: Capa de hormigón de 18cm de espesor, H-25 (resistencia a la compresión de 25MPa), proveniente de plantas de terceros como Holcim, AFEMA, Hormiblock, entre las más comunes.

Las dimensiones de las capas se aprecian en las imágenes N° 2.8 y 2.9, 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 cuyo objetivo es delimitar y definir la superficie de circulación de los vehículos para la seguridad de los peatones que circulen por la vereda, como así también el de canalizar el escurrimiento superficial de las aguas de lluvia, 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, representando zona de frenado (mayor tiempo de aplicación de cargas), cambio de dirección de escurrimiento de agua de hasta 90°, etc. Es por ello que se opta por reducir el espesor de la capa de hormigón de las cunetas (ya que es el material más caro), compensándolo con un incremento en el espesor de la sub-base granular.



se desmolda en tomas denominadas sumideros como lo muestran las imágenes N° 2.10, 2.11 y 2.12, depositando el excedente en el Canal Maestro Sur, siguiendo el curso hacia

Imagen 2.8 : Paquetes estructurales en bocacalles y cunetas.

La Cañada o bien en lagunas de regulación con sus respectivos vertederos para luego seguir su curso de la misma manera ya mencionada. (Al final de este informe veremos este tipo de obras en el CAPITULO 7: "Otras Obras").



Imagen 2.10 : Construcción de sumideros.



Imagen 2.11 : Detalle de sumidero.

Imagen 2.12 : Detalle de sumidero.

- **Emplazamiento.**

La obra perteneciente a manantiales, es un mega-emprendimiento asumido por Grupo Edisur, es uno de los proyectos urbanísticos de Córdoba más importante en la actualidad. Se desarrolla en un entorno natural de grandes dimensiones y visuales paisajísticas, recuperando y dando el valor a un lugar totalmente deprimido y abandonado, integrándolo en la mancha urbana y a la vida de la ciudad. Esta extensión de la ciudad de Córdoba está emplazada en un sector muy peculiar de dicha ciudad, ya que en sus registros históricos tuvo lugar lo que se denomina como basural a cielo abierto. Si bien este aspecto no menor trae como resultado un costo muy grande de inversión para la ejecución del proyecto, principalmente en su ítem movimientos de suelos, dadas las circunstancias del lugar, se puede decir que hoy existe un basural a cielo abierto menos, con la consiguiente disminución del impacto ambiental que ello significaba. Por otro lado se logró la recuperación y saneamiento ambiental del paseo La Cañada y el Canal Maestro Sur, también la extensión de beneficios a otras zonas de la ciudad, a través de la provisión de redes de servicios, la recuperación de otras obras históricas relevantes incorporándose como puntos emblemáticos del mega-emprendimiento.

Este último se diseñó para albergar a 120.000 residentes aproximadamente, cuyo desarrollo exige la construcción de obras de infraestructura vial e hidráulica, además de los proyectos residenciales, generando el crecimiento y la consolidación de este primero.

Las imágenes N° 2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.17 y 2.18 muestran algunas de las excavaciones que se hicieron para retirar todo el material de desperdicio que existía en la zona, en especial donde se ubican las calles del loteo.



Imagen 2.13 : Excavación y retiro de basura.



Imagen 2.15 : Basura acumulada en zona de calles.

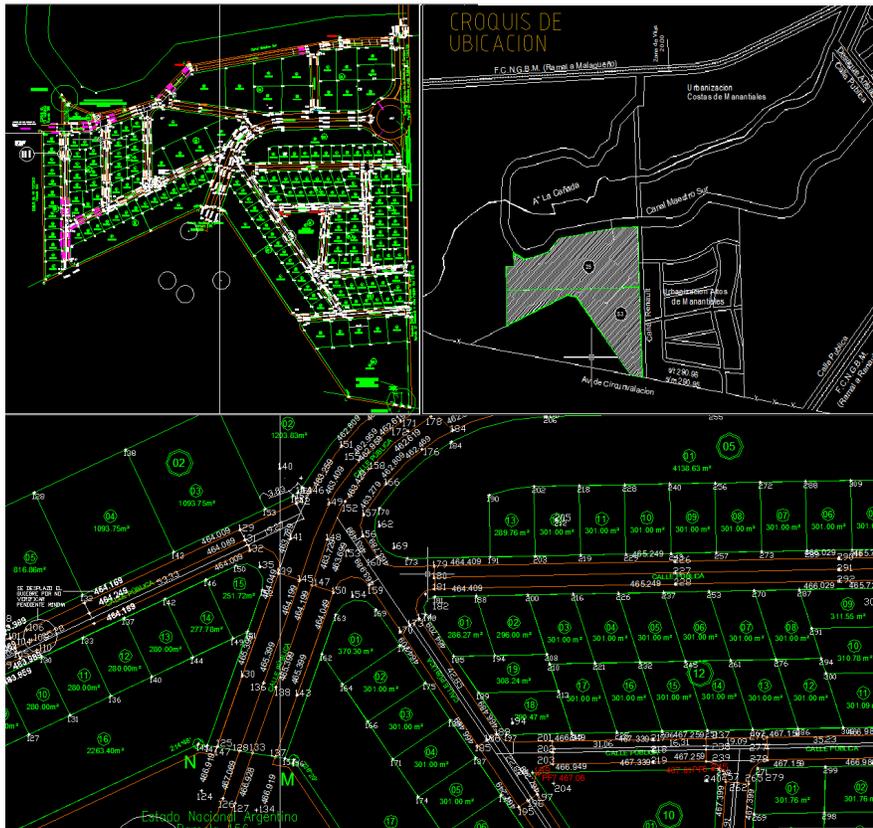


Imagen 2.19 : Planimetría general del loteo.

Altimetría: Aquí pueden observarse los perfiles longitudinales de cada una de las calles a construir; en estos, pueden consultarse las cotas de proyecto de manera más detallada, la diferencia aproximada entre cota de rasante y terreno natural, cambios de pendiente y demás información, tal como lo indican las imágenes N° 2.20 y 2.21. Cada plano de corte vertical cuenta también con el perfil transversal tipo de la calle correspondiente; donde se distinguen varios perfiles diferentes, de acuerdo a la distancia entre líneas municipales.

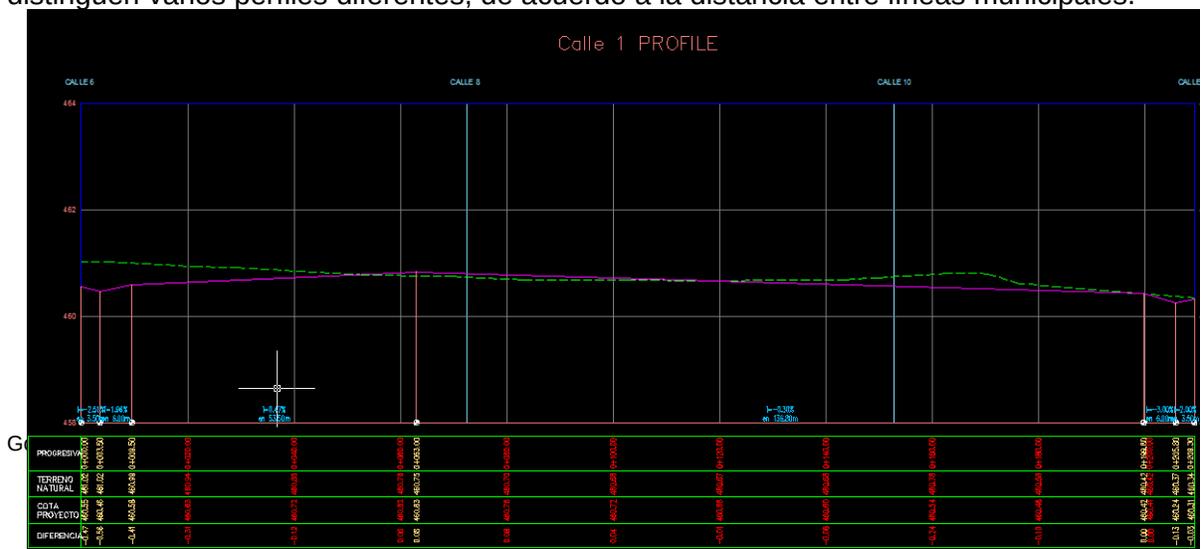


Imagen 2.21 : Perfil altimetrico de laguna de regulación.

3-

3- CAPITULO 3: Procedimiento constructivo - Tareas preliminares.

- **Sistema de Referencia Planimétrico. Replanteo de calles.**

El replanteo planimétrico se realizó en base al plano de loteo, teniendo en cuenta las esquinas de las manzanas, quiebres, etc. Estos puntos se materializaron mediante mojones de hormigón, utilizando para ello una Estación Total*. Ver imagen N° 3.3.

A partir de lo anterior y en base al perfil transversal de la calle y con la ayuda de la cinta métrica, tanza o boyero y nivel óptico se replanteó las calles correspondientes. Ver imagen 3.4.

A los efectos del replanteo, se consideró la distancia entre líneas de agua de cada calle, asignando un sobre ancho de 50 cm a ambos lados de la calzada, lo que permitió posteriormente la construcción del cordón cuneta. Dicho sobre ancho se fundamenta en el hecho de que resulta necesario un espacio de 15 a 20 cm para ubicar el cordón propiamente dicho, un espacio adicional, también de 20 cm, para la ubicación del molde y un margen de 10 cm para poder desarrollar la tarea con mayor comodidad, tal como lo podemos observar en la imagen N° 3.1.

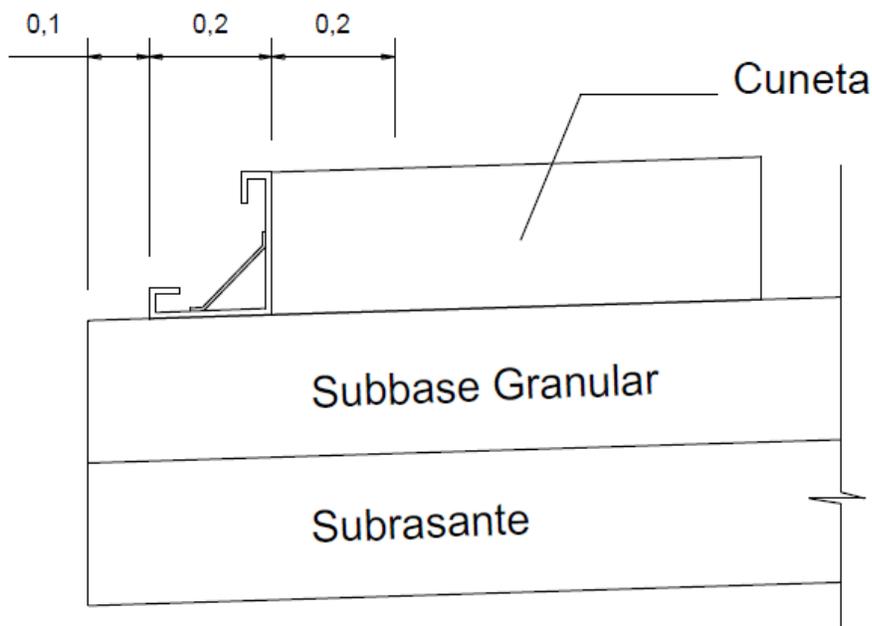


Imagen 3.1 : Sobre-ancho asignado a cada lado de la calzada.

La demarcación de las calles necesaria para efectuar la limpieza del terreno, se realizó utilizando una tanza, la cual se ataba en los PC extremos en cada lateral de la calle. Una vez la tanza tendida, se procedió a marcar con cal por encima de esta. Esta tarea se realizó en cada una de las calles pertenecientes al loteo. Luego para evitar que dicha línea marcada con cal sea borrada producto de lluvias, vientos, o tiempo, y tener que realizar nuevamente la actividad, se marcaron los límites sobre el terreno natural con la cuchilla de la moto-niveladora, como puede observarse en la imagen N° 3.2



Imagen 3.2 : Demarcación de límites para apertura de caja.



Imagen 3.4 : Replanteo in-situ.



Imagen 3.3 : Clavos de replanteo.

cotas finales de obra coincidan con las de proyecto. Esto es importante para garantizar el escurrimiento de las aguas superficiales y facilitar la proyección de futuras ampliaciones.

Es necesario ampliar el sistema de puntos fijos con la finalidad de abarcar toda la extensión en planta de la obra (véase imagen N° 3.6). Para ello, se dispuso de puntos fijos adicionales, materializados mediante elementos adecuados como una barra de acero de 12 mm o una tuerca grabada con el numero del punto y el sector del loteo, en aquellos lugares en que el punto no será alterado o removido. Se utilizaban también los mojones de hormigón pertenecientes al loteo (EL). Esta tarea se realizaba mediante el uso del Nivel Óptico.

Antes de utilizar este instrumento, es necesario verificar que el mismo esté calibrado, es decir que no tenga error de colimación; esta verificación se hacía periódicamente para

evitar errores en la nivelación (imagen N° 3.5). El procedimiento se sintetiza de la siguiente manera:

- Ubicar dos puntos definidos y suficientemente distanciados (50 m o más).
- Establecer una estación equidistante a ambos puntos, y efectuar las lecturas L_r y L_a .
- Con ambas lecturas obtener la diferencia correspondiente DH .
- Establecer una segunda estación aproximadamente a 2 o 3 metros de uno de los puntos.
- Tomar ambas lecturas y calcular la diferencia entre las mismas.
- Verificar que la diferencia entre ambos resultados sea inferior a la admisible. $e = 10\sqrt{L}$, siendo L la longitud entre dichos puntos, expresada en km. Esta ecuación arroja un resultado en mm.
- Si la diferencia se encuentra dentro de la tolerancia, el error existente no afecta a nuestro nivel óptico, y por ende los trabajos de nivelación tampoco se verán afectados por tal.

Las tolerancias dependen de diversos factores:

- ✓ Para la construcción de sub-rasante, se admiten errores relativamente altos, los cuales pueden derivarse tanto de problemas asociados a la nivelación, como también de errores en los trabajos de corte sobre estaca. Para este caso, una diferencia de hasta 3 cm puede ser aceptable si solo afecta a zonas de superficie reducida. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que las consecuencias asociadas a este tipo de errores en esta capa, no resultan de gran importancia, ya que: Si el error es tal que se reduce el espesor de la sub-base (nivel de sub-rasante superior al correcto) dicha diferencia pierde importancia debido a los coeficientes de seguridad utilizados en el diseño del paquete, sumado a ello el hecho de que particularmente en esta zona, el tráfico real será, a lo largo de la vida útil de la obra, mucho menor al de proyecto. Por el contrario, si la diferencia es en sentido opuesto (nivel de sub-rasante por debajo del correcto), se deberá emplear un volumen levemente superior de material de sub-base, lo cual no implica un gran inconveniente, debido al reducido costo de este.
- ✓ Para la construcción de la sub-base, la tolerancia es mucho más reducida. Si la diferencia implica un mayor uso de hormigón, entonces esto representa un grave problema, debido al elevado costo de este material (un nivel de sub-base ubicado por debajo del correcto implica un volumen excedente de hormigón, fundamentalmente en el caso de las bocacalles y pavimentos rígidos; esto representa una pérdida de dinero para el contratista, puesto que el mismo solo recibe el pago por la cantidad teórica, y para el contratante). Cuando la diferencia es en sentido opuesto, y siempre que se trate de errores inferiores a 1cm, el error puede ser omitido debido a las razones mencionadas en el ítem anterior. Sin embargo, tratándose de cordón cuneta de 15 cm de espesor, y teniendo en cuenta que la altura del encofrado es de 15 cm, un error de este tipo puede

conllevar a la necesidad de retoques en la sub-base, los cuales dan como resultado un trabajo desprolijo y de baja calidad.

- ✓ En el caso del Hormigón, el error admisible se reduce a cero, fundamentalmente en trazas de pendientes mínimas. Si la pendiente longitudinal es muy reducida, al cometer un error se obtiene como resultado un tramo con pendiente inferior a la mínima, lo cual genera la posibilidad de estancamiento de agua. Tómese como ejemplo: si la pendiente es del 0.3%, entonces dos puntos ubicados a 20 m deben tener una diferencia de cota de 6cm. Si se comete un error de 1 cm, entonces la diferencia de nivel entre uno de los puntos extremos y el punto intermedio será de 4 cm, pero en el tramo restante, resultará una caída de 2cm, obteniéndose una pendiente del 0.2%.
- ✓ En la construcción de la base granular, el error también debe ser nulo. Sin embargo, las consecuencias estarán directamente relacionadas al tipo de equipo utilizado para la confección de la carpeta asfáltica. Si se usa una terminadora de asfalto con palpadores, no se conseguirán los espesores teóricos, lo cual puede implicar, según el sentido del error, un déficit de espesor en la carpeta o, por otro lado, el uso innecesario de material, lo que resulta altamente costoso. Si el equipo no dispone de un sistema de palpadores y se limita solo a la distribución de una carpeta de espesor teórico (5 cm en este caso) resultará una superficie irregular, pudiendo dificultar el escurrimiento del agua.

En función de las tolerancias mencionadas, el encargado de la nivelación debe adoptar un criterio adecuado según el caso. Se debe lograr equidad entre tiempos de trabajo y los posibles inconvenientes. Así, la distancia entre progresivas en trabajos de nivelación de sub-rasante puede ser superior al caso de la sub-base granular. El uso de progresivas ubicadas a distancias muy reducidas implica el empleo de tiempos prolongados en las tareas de nivelación y corte. Estos tiempos se verán justificados solo en aquellas situaciones en que se requiera reducir ampliamente el error.

Por otro lado, debe tenerse en cuenta que la omisión absoluta de errores resulta imposible. Debido a ello, ante un error de nivelación, se evalúan las ventajas e inconvenientes de las posibles soluciones. Por ejemplo, un error fuera de los rangos admisibles en la superficie de sub-rasante puede ser aceptado en algunos casos; es decir, si en una zona determinada los niveles resultantes son inferiores a los correctos, puede ser conveniente tomar la decisión de emplear mayor cantidad de material de sub-base, evitando la extensión de los tiempos de obra, el empleo de cantidades adicionales de combustible y mano de obra, etc.

Si el nivel óptico está en condiciones, puede seguirse el siguiente procedimiento para establecer los diferentes puntos del sistema de referencia altimétrico:

- Asignar al punto cuya cota quiere determinarse, una ubicación conveniente, de acuerdo a lo mencionado con anterioridad.
- Tomar lectura en un punto fijo de cota conocida, generando así un horizonte visual ($H = \text{Cota PF} + \text{Lectura}$).
- Tomar lectura en el punto de interés, y obtener la cota del mismo a partir de lo siguiente:

Cota PFi = H - Lectura en PFi

Es recomendable establecer estaciones no muy alejadas de los puntos fijos a utilizar para disminuir el error. Este criterio estará sujeto prioritariamente a la calidad del nivel disponible. En este caso, se dispuso de un equipo de calidad media, de modo que se han evitado lecturas a distancias superiores a los 50 m.

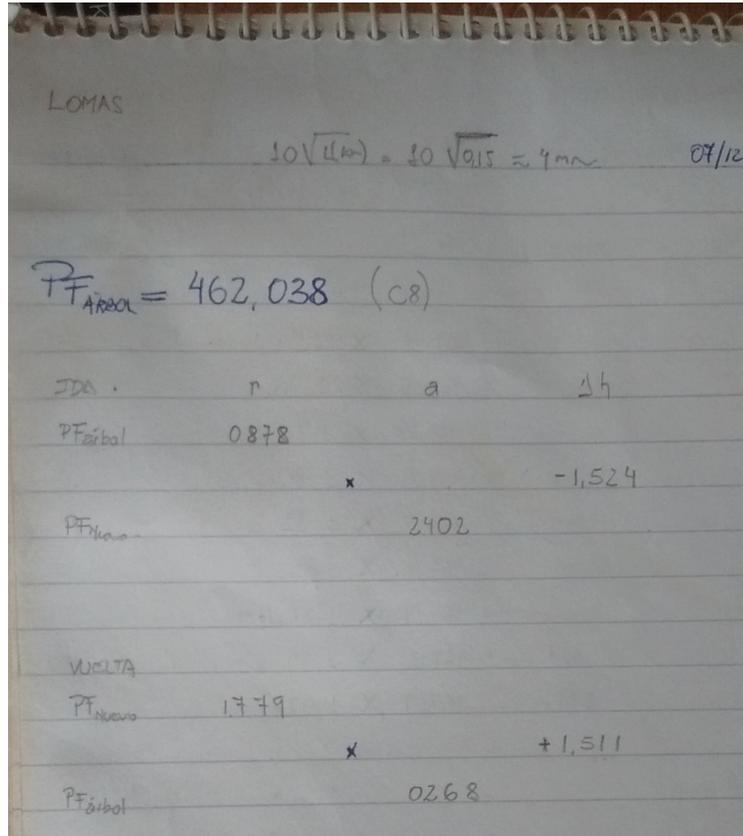


Imagen 3.5 : Verificación de calibración de nivel óptico.

- **Revisión**

En e
posi
com
cons
que,
subs

En e

- Err
esta

- Se
cons
pend
se p
impe

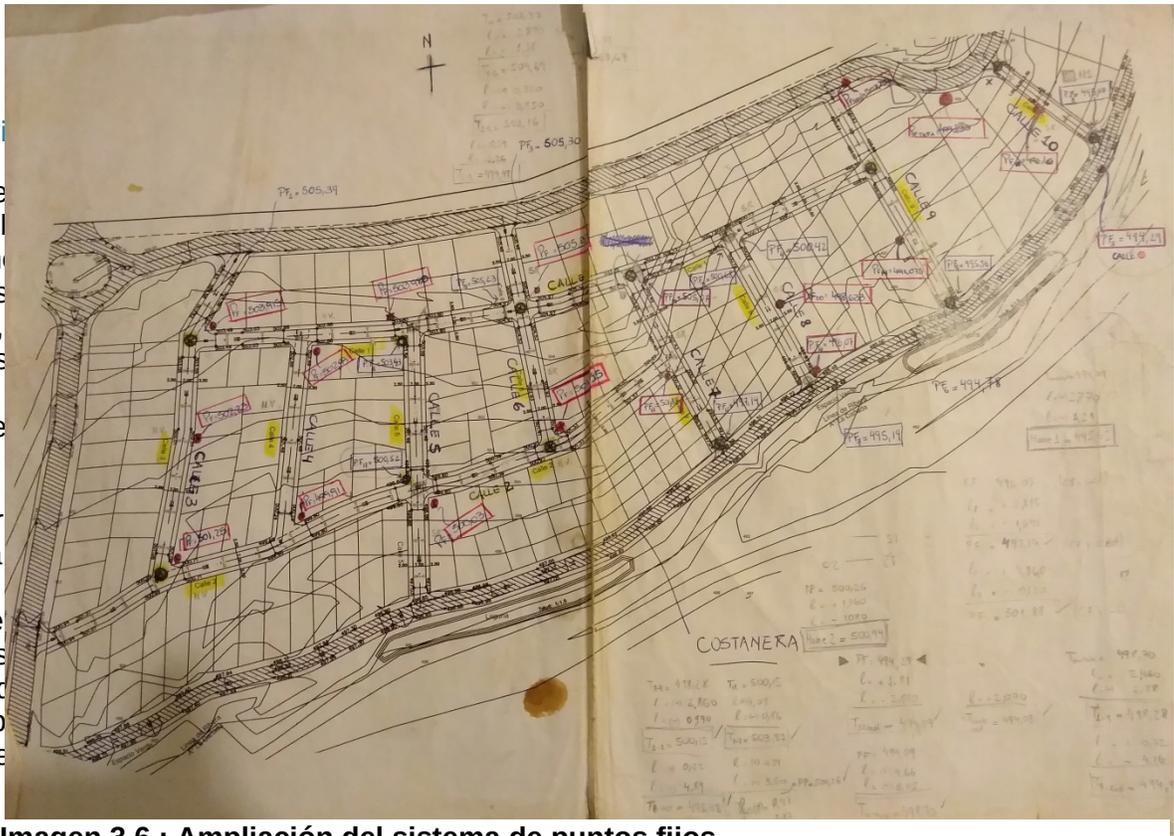


Imagen 3.6 : Ampliación del sistema de puntos fijos.

Por ejemplo en caso de no poder modificar la pendiente longitudinal, se buscó darle un poco más de galbo a la calzada, es decir una mayor pendiente transversal (normalmente 2%) para que esta ayude al escurrimiento del agua por gravedad sobre el perfil longitudinal con pendiente mínima.

4- **CAPITULO 4: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO – DESCRIPCIÓN DE LAS DIFERENTES ETAPAS DE LA OBRA.**

- **Limpieza de terreno en zona de calles.**

Una vez realizado el replanteo planimétrico acorde a lo que se describió anteriormente, se procedió con la remoción del suelo vegetal. Esta tarea se efectuó en algunos casos

mediante el uso de moto-niveladora y posterior retiro utilizando una pala cargadora y un camión volcador para el transporte del mismo (imagen N° 4.1 y 4.2); mientras que en otros casos se utilizó una retroexcavadora (equipo utilizado para el desmonte), pero ésta no logra separar completamente la cubierta vegetal del suelo inferior. Dado que no es admisible la presencia de materia orgánica en el paquete estructural, esto se convierte en una desventaja. Véase imagen N° 4.3, 4.4 y 4.5.

Sin embargo presenta una ventaja notable respecto a la disminución de los tiempos de operación y a la reducción del uso de maquinarias.

Este ítem comprende la sustracción del suelo vegetal, para lo cual resulta conveniente comenzar demarcando los límites, para luego retirar el material correspondiente a dicha capa.



Imag
Imagen 4
Imagen 4

Imagen 4.4 : Apertura de caja.



Imagen 4.5 : Limpieza de terreno natural.

-
- **Desmante o terraplén.**

Este ítem comprende la remoción del suelo existente necesaria para llegar aproximadamente a la cota de sub-rasante. En referencia a ello, es recomendable mantener la excavación por encima de los niveles finales, para luego realizar una aproximación con mayor precisión*.

El equipo utilizado para realizar esta operación fue la retroexcavadora, fundamentalmente cuando la profundidad de excavación era considerable (mayor a 30 cm). La eficiencia del trabajo depende fundamentalmente de las aptitudes del maquinista.

En algunos casos, en que la profundidad era reducida (inferior a 30cm), se utilizó una moto-niveladora. La forma de proceder es la misma que en el caso anterior. La desventaja de esta metodología radica en el hecho de que luego deben emplearse otros equipos para retirar el material acordonado en el centro de la calzada.

Una vez que se efectuó el destape, se perfilaba la calle mediante el uso de la moto-niveladora, para emparejar así la superficie de la misma y dar un gálibo aproximado.

Posteriormente, se realizaba una aproximación para alcanzar un nivel ubicado entre 3 cm y 4 cm por encima de la cota final de sub-rasante. Esto permitía realizar la compactación del suelo, a partir de la cual el nivel experimentaba un descenso de entre 2 cm y 3 cm, dando lugar al corte final sobre estaca.

Es importante que la cota antes de la compactación sea superior a la cota final ya que, de lo contrario, una vez realizado el corte, no podrá elevarse el nivel, puesto que cargar material sobre la sub-rasante terminada resulta inadmisibles (no se desarrolla adherencia entre ambas capas, fundamentalmente para espesores inferiores a 5cm, dependiendo de las características del suelo). En ese caso, se procede a la reconfiguración del estrato, lo cual implica la utilización de equipos y mano de obra adicional, o bien a la compensación con un mayor espesor de sub-base granular.

*Para realizar dicha aproximación, se efectuaban orificios o plataformas en el terreno (según sea el caso, desmante o terraplén) cuya cota ya consideraba la sobre-elevación mencionada, y se colocaba el hidrante en los mismos. Luego, se realizaba el corte con



- Determinar las cotas de sub-rasante en cada una de las progresivas (20m para una primera aproximación y 10m para mayor precisión).
- Tomar lectura en el punto fijo más cercano, de cota conocida.
- Obtener el horizonte visual correspondiente, como la suma entre la cota del PF y la lectura en dicho punto.
- Calcular las lecturas teóricas de sub-rasante en cada progresiva, como la diferencia entre el horizonte visual y la cota de cada punto.
- Determinar la profundidad de desmote, como la diferencia entre la lectura teórica y la lectura real del terreno natural en cada progresiva.

Para ello se realizaban unas planillas en Excel y de esta manera obtener un resultado más prolijo, y ahorrar tiempo in-situ. Ver imagen N° 4.8.



Imagen 4.8 : Planilla de cálculos.

Preparación sub-rasante 15 cm de espesor.

Terminada la nivelación y asumiendo que los mismos se encuentran dentro de los valores adecuados (según lo explicado anteriormente), se procede a la preparación de este estrato, el cual comprende el mejoramiento del suelo natural.

A continuación, se describe la metodología de trabajo:

En principio, con la finalidad de lograr una humedad homogénea en el suelo, se escarificaba la superficie en una profundidad aproximada de 15cm mediante el uso de

una moto-niveladora o mejor aún, mediante el uso de una rastra (equipo de arrastre compuesto por discos giratorios), tal como se puede observar en la imagen N° 4.9.



Imagen 4.9 : Escarificación mediante rastra.

Simultáneamente se escaficaba la superficie, se añadía el agua necesaria en cantidades parciales, mediante tanques de aguas que poseen un sistema de riego (ver imagen N° 4.10, 4.11, y 4.12). Esto es así para evitar acumulación de agua en zonas singulares, lo cual produce la formación de baches en el estrato. Los baches afectan fundamentalmente a suelos finos, y comprenden zonas en las que existe exceso de humedad, en las cuales el agua contenida no tiene la posibilidad de drenar a corto plazo, de modo que cualquier carga aplicada sobre dicha zona es absorbida por esta, al ser incompresible (esto se conoce como “efecto de acolchonado”). A largo plazo se produce el drenaje del agua acumulada, lo que da lugar a un hundimiento de la superficie, produciendo una falla en el pavimento. Por ello es una condición indispensable evaluar la presencia de baches una vez terminada la sub-rasante (lo mismo debe emplearse para el resto de las capas del pavimento).

En la práctica esto resulta muy difícil, por lo que la eficiencia del proceso de humedecimiento del suelo está sujeta en gran medida a la experiencia de quien esté encargado del mismo.



Imagen 4.10 : Tanque de 8000 lts de capacidad.





Imagen 4.11 : Tanque de 10000 lts de capacidad.

Imagen 4.12 : Riego de sub-rasante.

características permite el drenaje lateral del agua, incrementando la eficiencia de la compactación.

El equipo utilizado en esta obra introduce además un efecto vibratorio, que incrementa la presión de compactación. Cuando se procede a la compactación de un estrato, cualquiera sea el equipo utilizado, resulta conveniente comenzar por una de las orillas, y desplazarse progresivamente al extremo opuesto superponiendo la mitad del rodillo en cada una de las pasadas como muestra la imagen N° 4.15.

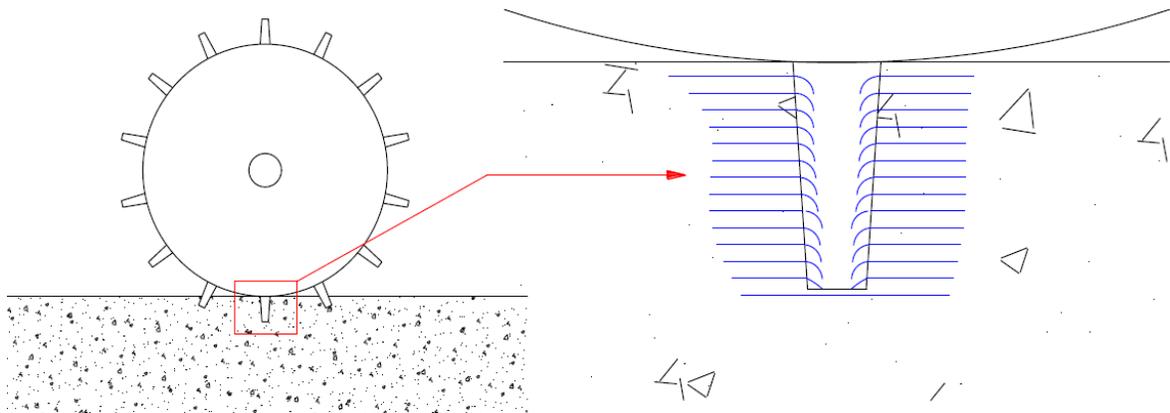


Imagen 4.13 : Drenaje lateral del agua.



Imagen 4.14 : Rodillo pata de cabra.



Imagen 4.15 : Superposición de media huella en cada pasada.

Es importante evaluar la superficie compactada con la finalidad de determinar el punto en que la compactación ha sido suficiente. A tal efecto, puede asumirse que dicho punto se logra cuando la huella del rodillo se marca con menor intensidad. Es decir, si la profundidad en la que penetran las patas del rodillo en el terreno es reducida, ello estará indicando un incremento de densidad, a diferencia del momento en que comienza a realizarse la tarea (imagen N° 4.16).



Imagen 4.16 : Evaluación de sub-rasante compactada.

Una vez logrado lo anterior, se colocaron las estacas para dar los niveles finales de sub-rasante (ver imagen N° 4.17). Aquí se efectuó la nivelación con una precisión menor a 0.5 cm, utilizando progresivas ubicadas a 10 m de distancia. El corte se llevó a cabo respetando los niveles sobre las estacas, utilizando cal hidratada para facilitar la visualización de las estacas.

Terminada esta operación, se retiró el material sobrante. Es recomendable, para ello, utilizar un cargador frontal con balde liso, sin dientes, para evitar marcar la superficie de sub-rasante. Finalmente se pasa el vibro-compactador liso para darle una terminación lisa, prolija y uniforme.

Com
caso
N° 4
reco
com



Gofni J

Imagen 4.1

ante.



Imagen 4.18 : Formación de baches.



Imagen 4.19 : Reemplazo de material en zonas de formación de baches.



Imagen 4.20 : Ensayo “cono de arena”.

- **Preparación Sub-base 15cm de espesor**

El material constitutivo de este estrato (suelo arena 20-80) se transporta con un alto grado de humedad, muy cercano en general al porcentaje de humedad óptima. Esto hace

dificultosa la comercialización por toneladas, debido al peso adicional del agua, de modo que la distribución se realiza en forma volumétrica.

El transporte se efectúa mediante bateas de 25 m³ de capacidad (las cuales transportan una carga teórica de 28m³), o bien a través de equipos de vuelco lateral con un porte cercano a los 30 m³.

Las imágenes N° 4.21, y 4.22 muestran la descarga de un equipo de vuelco lateral de 30 m³ de capacidad; este tipo de transporte tiene la ventaja, respecto a la batea, de poder distribuir la carga de manera más adecuada, a lo largo de un tramo de mayor longitud y sin generar acumulación de material en un solo lugar con la consiguiente disminución del tiempo adicional que implica el desparramo de este ultimo. Además, constituye un detalle de importancia el hecho de que el equipo no está sujeto a problemas de interferencias con tendidos eléctricos ubicados en altura, los cuales pueden condicionar el lugar de descarga de las bateas.

También se destaca la mayor adaptabilidad de este sistema a terrenos irregulares, en los cuales existe la posibilidad de que se produzca el vuelco de la batea debido a la altura a la cual se eleva la caja durante la descarga.



Imagen 4.21 : Equipo de vuelco lateral.



Imagen 4.22 : Descarga de un equipo de vuelco lateral.

Con suficiente precaución puede ejercerse una maniobra adecuada para evitar la acumulación de material y lograr la descarga repartida uniformemente tal como se puede apreciar en la imagen N° 4.24.



Imagen 4.23 : Batea de 25m3.



Coñi Juan Manuel
Imagen 4.24 : Descarga

Imagen 4.27 : Extensión del material de sub-base.

Resulta conveniente colocar estacas de madera en las líneas de agua (ver imagen N° 4.28), en progresivas distanciadas unos 10 m, correctamente niveladas, de modo tal que en el nivel adoptado se considere un margen adicional que tenga en cuenta la compactación del estrato. De este modo se dispone de espacio suficiente para la descarga, para luego extender el material utilizando la pala cargadora y/o la moto-niveladora respetando las alturas proporcionadas, tal como se puede ver en las figuras N° 4.26 y 4.27.

Un aspecto importante a tener en cuenta es el hecho de que la sub-base constituye el apoyo de las cunetas y las bocacalles, de modo que la elaboración de este estrato debe realizarse con una precisión elevada para evitar la utilización innecesaria de hormigón, cuyo costo relativo respecto al resto de los materiales es muy alto. Por ello se utilizan progresivas ubicadas a 10 m de distancia para una mayor precisión. Otro aspecto fundamental sobre el asiento de las cunetas en la sub-base granular a tener en cuenta es



Imagen 4.28 : Colocación de estacas y nivelación de sub-base.

Finalizada esa tarea se procedió con la compactación del estrato. Teniendo en cuenta que se trata de un suelo granular, se utilizó un método por vibración. Un procedimiento de este tipo genera una sucesión de impactos sobre la superficie del terreno, induciendo trenes de ondas que se propagan hacia abajo produciendo en las partículas movimientos oscilatorios, eliminando la fricción interna entre las mismas y ocasionando así un reacomodamiento de la estructura interna del material, incrementando su densidad.

De acuerdo a esto se hizo uso de un vibro-compactador liso, comenzando por uno de los laterales y desplazándose progresivamente hacia el opuesto, de modo tal que haya una superposición de medio rodillo entre dos pasadas sucesivas. También es necesario evitar el giro del equipo sobre la superficie de trabajo, para lograr en la misma una uniformidad adecuada sin resquebrajamientos. Se puede ver la sub-base compactada en la imagen N° 4.31.

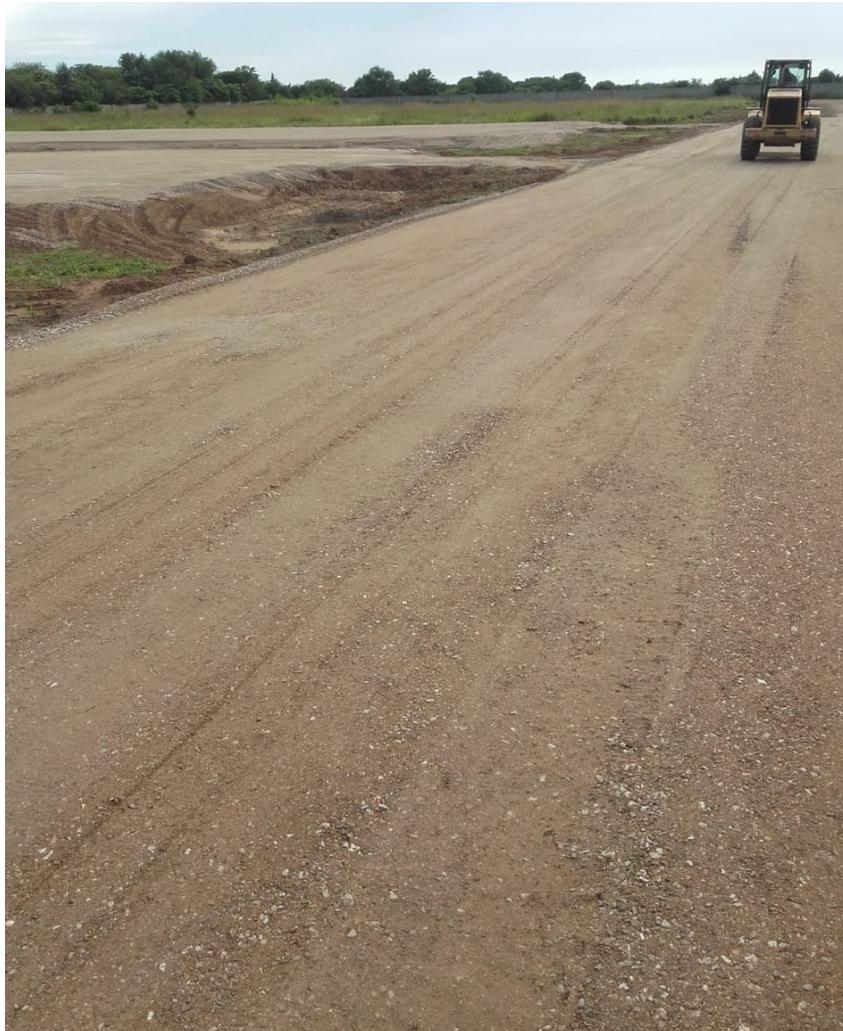


Imagen 4.31 : Sub-base compactada.

Posteriormente se efectuó la nivelación definitiva reponiendo las estacas que la maquina fue sacando y verificando las que quedaron (imagenes N° 4.32 y 4.33). Al culminar la nivelación, abalizadas cada una de las estacas con cal hidratada, se procedió al corte de la cancha, remoción del material, riego, perfilado y sellado final.



Goñi Juan Ma

Imagen 4.32 : Nivelación definitiva de sub-base.



Imagen 4.33 : Verificación de niveles sobre estacas y galibo.

Replanteo y nivelación para la colocación de encofrados

La metodología de trabajo es similar tanto para las cunetas como para las boca-calles. A continuación se muestra un esquema de corte transversal de la cuneta (imagen N° 4.34), el cual servirá de ayuda para la explicación del replanteo y la nivelación.

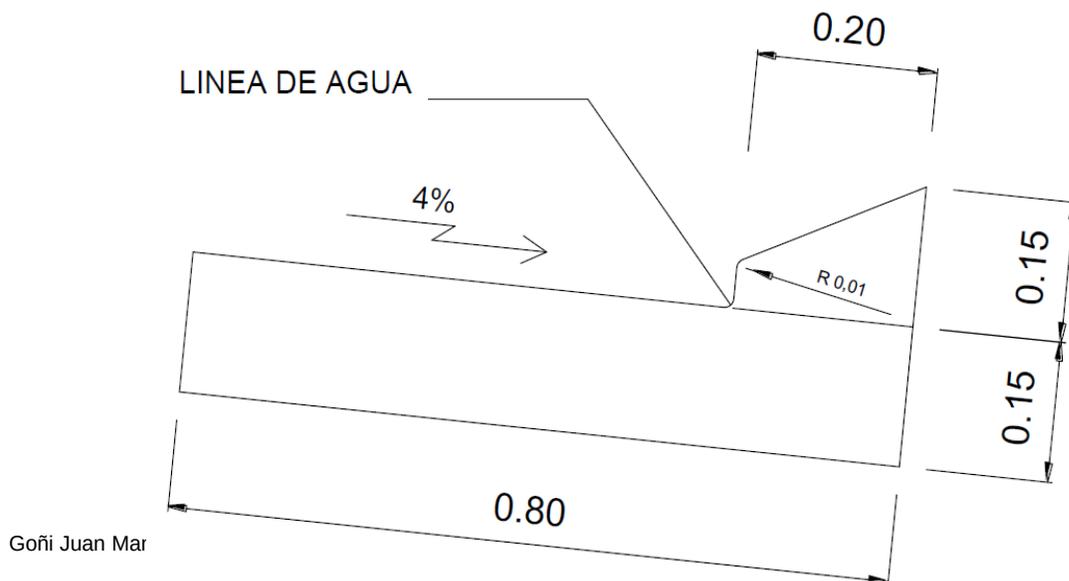
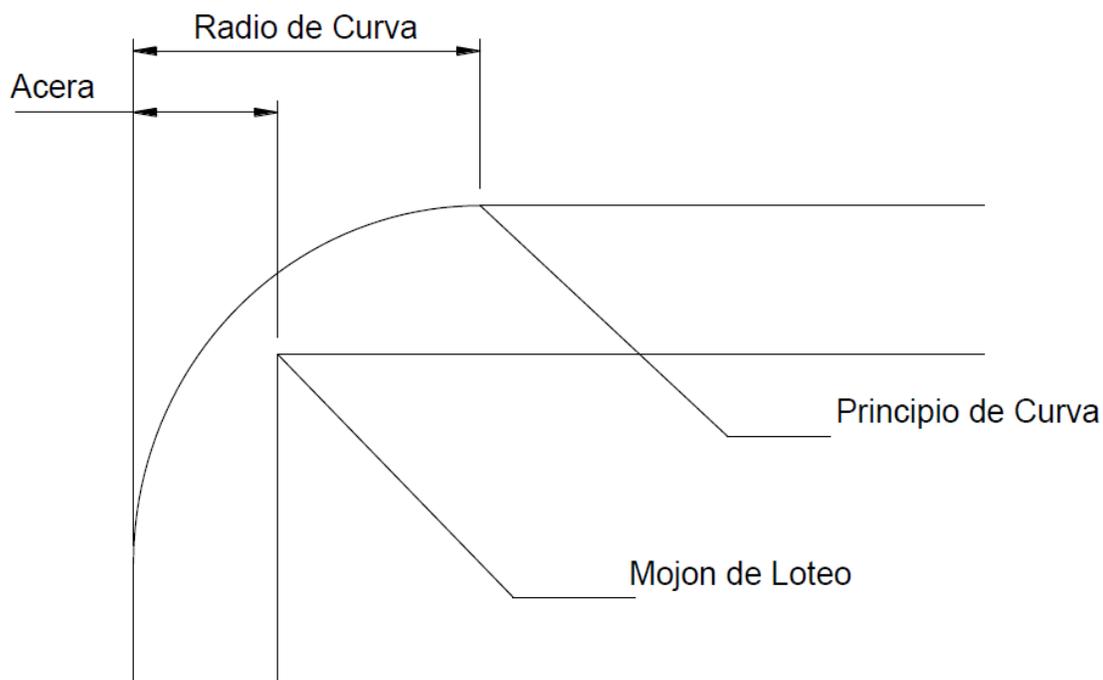


Imagen 4.34 : Esquema de cordón - cuneta.

Para la colocación de los encofrados se colocan clavos de hierro correctamente ubicados y nivelados. Es necesario comenzar por el replanteo de la línea externa, es decir, aquella línea en donde se ubica la espalda del cordón. Para ello se toman como referencia los mojones del loteo (esquina de lote), y se ubica el clavo a una distancia igual a la diferencia entre el ancho de vereda y el ancho de cordón. Dicha línea puede materializarse con tanza de albañilería. Sobre esta, se replantean los principios de curva extremos de cada tramo. Para ello se tiene en cuenta que el radio de curva en la línea de agua es de 6m; de esta manera, tomando nuevamente como referencia el mojón de hormigón perteneciente al loteo, se ubica el principio de curva tomando la distancia desde este punto. Esta distancia es igual a la diferencia entre el radio de curva y el ancho de vereda en la dirección del replanteo.

A modo de ejemplo, se presenta la imagen N° 4.35 correspondiente a un codo a 90°, para ilustrar lo anterior:



requiere

Imagen 4.35 : Esquema útil para el replanteo de PC.

un mayor cuidado debido a que se confeccionan grandes paños de hormigón y, además, se marcan los badenes por donde circula el agua de escorrentía pluvial. Los cordones cunetas terminados se observan en la imagen N° 4.36.



- C
- L
- tr
- ca
- er
- gá
- pr
- S
- ur
- lo
- co
- La
- lis
- su
- ve
- E
- co
- A

Es **Imagen 4.36 : Córdon – cuneta terminados.**

importante revestir la superficie de los moldes con aceite desencofrante, para facilitar el retiro de los mismos y evitar imperfecciones en el hormigón terminado.

- Es necesario depositar el hormigón tan cerca como sea posible a su lugar final de vaciado, descargándolo directamente desde la canaleta del camión moto-hormigonero.
- Posteriormente, se efectúa el vibrado del hormigón. Para ello, se utilizó vibradores de inmersión de eje flexible.

- Se procede entonces a la nivelación del hormigón. Esta tarea se lleva a cabo mediante el uso de un fratacho o una regla de borde definido tan pronto como el material haya sido compactado. Esta operación debe ser terminada antes que el agua de exudación aparezca en la superficie. El fratacho hace que los agregados gruesos se embeban en la masa, aplana la superficie y elimina los desniveles altos y bajos.
- Esperar a que el hormigón termine de exudar. Cualquier operación de terminación hecha durante la exudación del hormigón da como resultado la aparición de problemas posteriores, (pulverización, descascaramiento, resquebrajamiento y ampollas). Los períodos de espera dependen del asentamiento, de las características de la mezcla del hormigón y de las condiciones climáticas. Durante el período de espera es necesario proteger al hormigón contra la evaporación superficial si el clima es cálido, seco o con vientos. Para ello se utilizó “anti-sol” base solvente, a razón de 1 L cada 10 m².
- Se procede luego a efectuar la terminación final de la superficie. Para el caso de losas de pavimento, resulta adecuado utilizar una cinta flexible de fibra de vidrio, operada mediante dos personas con un movimiento repetitivo y siempre en un mismo sentido. Véase la Imagen N° 4.38 para observar esta metodología.
- Finalmente se lleva a cabo la materialización de las juntas. Tanto en las cunetas como en las losas de las bocacalles y pavimentos rígidos, las juntas de dilatación se efectúan mediante el uso de una aserradora luego de que el fragüe del hormigón haya evolucionado lo suficiente como para que el material no sea dañado con el disco, pero antes de que se produzca la fisura de contracción por fragüe (aproximadamente 24 hs entre el colado y el aserrado de los paños).

Cabe aclarar que posteriormente deberán sellarse las juntas, es decir, rellenar los espacios vacíos con material flexible e impermeable, que permita el desplazamiento relativo de dos losas adyacentes y, a su vez, evite la penetración de agua, lo cual dañaría seriamente el paquete estructural.

Debe tenerse en cuenta que el colado del hormigón para la confección del cordón m... do el
 ho... mbos
 el... orma
 de... ua lo
 su... n que
 co... de al
 ve... te el
 en...



Imagen 4.38 : Terminación final del paño de hormigón.



Imagen 4.39 : Colocación de armadura de vinculación.



En cuanto a la descarga resulta conveniente, antes de comenzar con la misma, realizar un riego sobre la sub-base granular con la finalidad de lograr posteriormente una mejor distribución de la humedad.

La altura de las cunetas puede tomarse como referencia para efectuar una primera aproximación de niveles. Ver imágenes N° 4.41 y 4.42.



Imagen 4.41 : Extensión de material granular.



Imagen 4.42 : Nivelación de base granular.

Debe
ponerse

especial atención a la metodología empleada para brindar la humedad de compactación, fundamentalmente si la carpeta asfáltica se conforma inmediatamente después de haber terminado la preparación de la base granular ya que, en tal caso, existen mayores posibilidades de que permanezcan baches en la superficie de la misma. Por el contrario, si se trata de concentraciones de agua superficiales, puede ocurrir que las mismas se anulen sin necesidad de intervención luego de un tiempo prolongado.

En las imágenes N° 4.43 y 4.44 se pueden apreciar las máquinas que se utilizó para la conformación de la carpeta asfáltica.



Imagen 4.43 : Conformación de carpeta asfáltica.



Imagen 4.44 : Conformación de carpeta asfáltica.

Imagen 4.45 : Compactación de base granular.

- Posteriormente se efectuó la nivelación definitiva y el estaqueado final como se puede observar en la imagen N° 4.46. En esta etapa se colocó únicamente estacas sobre el eje



- Al culminar la nivelación, abalizadas cada una de las estacas con cal en polvo, se procede al corte de la cancha, remoción del material, riego y sellado final. Imagen N° 4.47.



Imagen 4.47 : Corte de la cancha y remoción de material excedente.

- **Movimiento de suelo. Volumen de cálculo.**

Sobre la determinación del volumen de suelo trabajado era el precio a pagar por la empresa contratante. El volumen de suelo excavado (desmante) o rellenado (terraplén) se determinó a partir del área de las secciones transversales. Si el volumen entre las secciones es TODO en relleno o en corte, entonces se puede aplicar el método de las áreas promedios, el cual aplica directamente la fórmula de volumen de un prismaide $V = \frac{1}{2} \times a \times (A_i + A_{i+1})$.

El procedimiento comenzaba cuando se estaban verificando las calles sobre las cuales se iba trabajando y en una libreta de campo mediante la confección de una tabla se establecían las anotaciones de las lecturas de los niveles del terreno natural y las lecturas de los niveles del suelo excavado o terraplenado según el caso, en cada una de las progresivas previamente medidas con cinta y marcadas con cal, cada 10 metros aproximadamente. Luego el resto del trabajo se realizó en oficina, conformando una planilla Excel en la computadora. De esta manera se obtuvo un resultado prolijo, claro, rápido, de fácil interpretación, con todas sus observaciones, etc.

Cabe la aclaración que el volumen de desmante y el volumen de terraplen tienen distintos precios, siendo este último más caro, por su mayor tiempo de preparación, mayor mano de obra, etc.

A modo de ejemplo se pueden ver algunas de las planillas realizadas (Imágenes N° 5.1, 5.2 y 5.3), donde se computó el movimiento de suelo ejecutado, como así también las superficies de sub-rasante, sub-base, y base.

CÓMPUTO LOTEO: LOMAS DE MANANTIALES

Cálculo Desmonte

Bv. Renault (Calle 22)

L [m]	ΔL [m]	Terreno Oeste			Terreno Este			a [m]	ΔT _{Terro} [m]	A _T [m ²]	A _{T_{Terro}} [m ²]	V _{Desmonte} [m ³]
		Cota _{TH} [m]	Cota _{Desmonte} [m]	ΔT _{Oeste} [m]	Cota _{TH} [m]	Cota _{Desmonte} [m]	ΔT _{Este} [m]					
-	-	505.88	505.33	0.55	506.09	505.33	0.76	8.00	0.66	5.24	4.66	29.08

Leoturas Terreno Nor				Leoturas Demonte			
lect Oeste	lect Este	H=	S10.06	lect Oeste	lect Este	H=	S10.06
d.18	9.47	H=	S11.70	d.81	d.51	H=	S11.70

Bv. Renault (Calle 22) entre Bv existente y rotonda

TABLA RESUMEN

L [m]	DESIGNACIÓN	DESMONTE (m3)
-	BV (calle 22) y Rotonda	1224.54
4.78	BOCA-CALLES 9 y 11	129.13
12.81	TOTAL	1353.67

DESIGNACIÓN	TOTAL
DESMONTE (m3)	466.97
TERRAPLÉN (m3)	141.20
BASE GRANULAR (m2)	1062.88

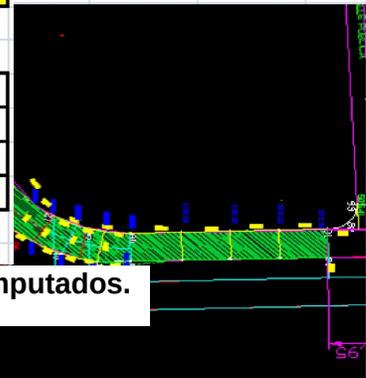


Imagen 5.3 : Tabla resumen de volúmenes computados.

SOBRE

Imagen 5.1 : Cómputo de Lomas de Manantiales.

Cálculo Desmonte y Terraplén

Bv. Renault (Calle 22) - niveles en alcantarilla hasta unión con el puente existente.

L [m]	ΔL [m]	Terreno Oeste			Terreno Este			a [m]	ΔT _{Terro} [m]	A _T [m ²]	A _{T_{Terro}} [m ²]	Desmonte [m ³]	OBSERVACION
		Cota _{TH} [m]	Cota _{Desmonte} [m]	ΔT _{Oeste} [m]	Cota _{TH} [m]	Cota _{Desmonte} [m]	ΔT _{Este} [m]						
-	-	505.88	505.33	0.55	506.09	505.33	0.76	8.00	0.66	5.24	4.66	29.08	Se computa a partir del PC (del Bv Renault) aguas arriba del cruce con Calle 1.
6.24	6.24	505.54	505.00	0.54	505.50	505.02	0.48	8.00	0.51	4.08	4.02	28.14	
13.24	7.00	505.48	504.96	0.52	505.43	504.96	0.47	8.00	0.50	3.96	4.02	21.96	
19.48	6.24	505.20	504.90	0.30	505.32	504.85	0.47	8.00	0.38	3.08	3.88	31.04	
27.48	8.00	505.35	504.83	0.52	505.45	504.80	0.65	8.00	0.59	4.68	3.34	51.04	Zona de alcantarilla, NO se consideró una longitud de 4.50 mts donde se encontraba el canal y luego se colocaron los módulos.
42.76	15.28	2.22	2.47	0.25	1.78	2.03	0.25	8.00	0.25	2.00	2.16	21.60	Progresivas donde únicamente se retiró la capa orgánica
52.76	10.00	2.58	2.88	0.30	2.48	2.76	0.28	8.00	0.29	2.32	2.16	21.60	
62.76	10.00	2.97	3.22	0.25	2.90	3.15	0.25	8.00	0.25	2.00	3.50	35.00	
72.76	10.00	3.06	3.37	0.31	3.00	3.31	0.31	8.00	0.31	2.48	3.74	37.40	
82.76	10.00	3.27	3.32	0.65	3.30	3.90	0.60	8.00	0.63	5.00	4.58	45.80	
92.76	10.00	3.95	4.48	0.53	3.92	4.46	0.54	8.00	0.54	4.28	4.22	42.20	
102.76	10.00	4.26	4.76	0.50	4.22	4.76	0.54	8.00	0.52	4.16	3.56	35.60	
112.76	10.00	4.56	5.02	0.46	4.52	5.09	0.57	8.00	0.52	4.12	3.54	35.40	

SE CONSIDERA LA EXTRACCIÓN DE LA CAPA ORGÁNICA (25cm) EN LAS PROGRESIVAS DONDE EXISTE ÚNICAMENTE TERRAPLÉN.

L [m]	ΔL [m]	Terreno Oeste			Terreno Este			a [m]	ΔT _{Terro} [m]	A _T [m ²]	A _{T_{Terro}} [m ²]	Terraplén [m ³]
		Cota _{TH} [m]	Cota _{Terraplén} [m]	ΔT _{Oeste} [m]	Cota _{TH} [m]	Cota _{Terraplén} [m]	ΔT _{Este} [m]					
42.76	-	2.47	1.63	0.84	2.03	1.63	0.40	8.00	0.62	4.96	5.12	51.20
52.76	10.00	2.88	2.16	0.72	2.76	2.16	0.60	8.00	0.66	5.28	4.58	45.80
62.76	10.00	3.22	2.70	0.52	3.15	2.70	0.45	8.00	0.49	3.88	2.30	23.00
72.76	10.00	3.37	3.25	0.12	3.31	3.25	0.06	8.00	0.09	0.72	0.86	8.60
82.76	10.00	3.92	3.79	0.13	3.90	3.78	0.12	8.00	0.13	1.00	1.26	12.60
92.76	10.00	4.48	4.28	0.20	4.46	4.28	0.18	8.00	0.19	1.52	1.26	12.60
SUBTOTAL TERRAPLÉN (m3)											141.20	

Alturas de Hormigón existente			Espesor estructural = 0.33 m	
Oeste	Este	Lectura SUB-RASANTE	Cambio de Horizontes	
1.30	1.30	1.63		
1.83	1.83	2.16		
2.37	2.37	2.70		
2.92	2.92	3.25		
3.47	3.47	3.80		
3.95	3.95	4.28		
4.43	4.43	4.76		
4.69	4.69	5.02	3.51	
4.96	4.96	5.29	3.78	

SUPERFICIE DE BASE GRANULAR

Longitud	132.86	mts
Ancho	8.00	mts
Espesor	0.15	mts

SUP (m2) 1062.88

etapa de transición de una sociedad de hecho a una sociedad anónima. Esto significa que no tenían un estatuto, y aplicaban a un régimen tributario más económico, que si bien tienen un objeto social, no reúne las condiciones que se necesitan para ser amparadas por la ley. Su principal objetivo son las ganancias.

Mientras que una sociedad anónima, es una organización de tipo capitalista, donde el capital se encuentra dividido en acciones, que representan la participación de cada socio en el capital de la compañía.

Dicho esto, no cuenta con un predio fijo con área administrativa, ni con taller central, que implique zona de acopio de materiales, laboratorio, ni planta de producción como estamos acostumbrados a ver. Sin embargo la estructura organizativa del personal es adecuada y bien diferenciada para los requerimientos de los labores necesarios.

- **Obrador, Personal, Maquinarias.**

El obrador como se dijo es móvil o lineal, esto quiere decir que su ubicación va cambiando conforme a la ubicación de la obra siendo éste último el factor fundamental del mismo. Consiste en un predio cercado y autorizado por el contratante en el cual solo se dispone de un container metálico en el que se almacenan las herramientas y demás productos que implica el uso de maquinas viales.

Como se mencionó anteriormente el personal es reducido, sin embargo cada uno de ellos con una tarea bien definida y diferenciada del resto lo que hace a la organización adecuada para la labor.

Entre ellos se pueden mencionar: Un encargado de la nivelación y la topografía, un ayudante, dos paleros, un retrista, dos motonivelatoristas, y un operario encargado de la compactación de las capas, utilizando la maquinaria correspondiente a la capa que se está tratando (rodillo liso y pata de cabra).

En la etapa de obra en la que se realizan las actividades, se trata de labores complementarios por lo que la comunicación interna entre el personal es fundamental para un adecuado y correcto labor.

El equipamiento con el cual cuenta la empresa para la apertura de calles es:

- 1 Pala Hidráulica Michigan con dientes .
- 1 Pala Hidráulica Caterpillar con dientes.
- 1 Pala Hidráulica Volvo balde liso.
- 1 Moto-niveladora John Deere.
- 1 Moto-niveladora Volvo.
- 1 Camión Ford volcador de 16m³.
- 1 Camión Mercedes Benz Volcador.
- 1Tanque metalico de 8000 lts., riego por gravedad.
- 1Tanque de PVC de 10000lts, riego por gravedad.
- 1Tractor.
- 1 Rastra
- 1 Vibro-compactador liso Dynapac.
- 1 Vibro-compactador pata de cabra Sakai.

- 1 Vibro-compactador pata de cabra Sakai con cabina.
- 2 Grupos de niveles (1 Berger y 1 Bosch).
- 1 Cascaron liso montable.
- 1 Retroexcavadora Link Belt 210.
- 1 Tanque con bomba para almacenamiento de combustible.
- 1 Moto-Pala.
- 1 Carretón para el traslado de las maquinas.



Imagen 6.1: Pala hidráulica Michigan.



Imagen 6.2: Pala hidráulica Caterpillar.

Imagen 6.3: Pala hidráulica Volvo.



Imagen 6.4: Moto-niveladora John Deere.



Imagen 6.5: Moto-niveladora Volvo.



Imagen 6.6: Vibro-compactador rodillo liso Dynapac.



Imagen 6.8: Camión volcador Ford.



Imagen 6.11: Equipo de nivelación Berger.



Imagen 6.9: Camión Mercedes Benz



Imagen 6.10: Equipo de nivelación BOSCH.



Imagen 6.12: Tractor y tanque de 8000 lts de capacidad.





Imagen 6.13: Retroexcavadora Link-Belt.

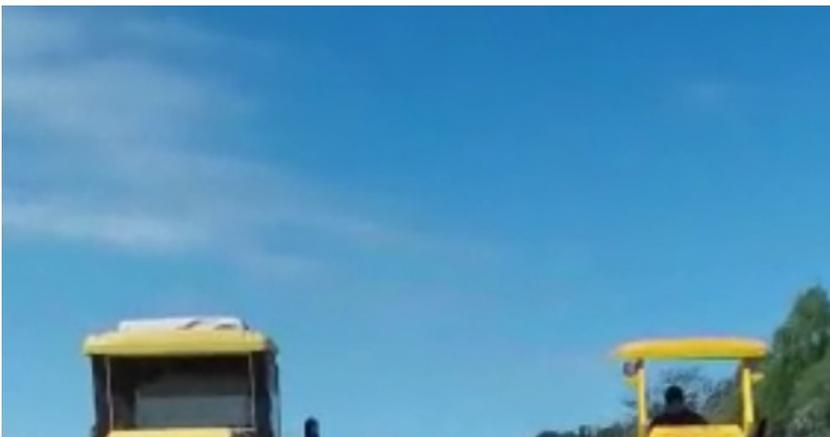




Imagen 6.15: Moto-pala.



Imagen 6.16: Remolque

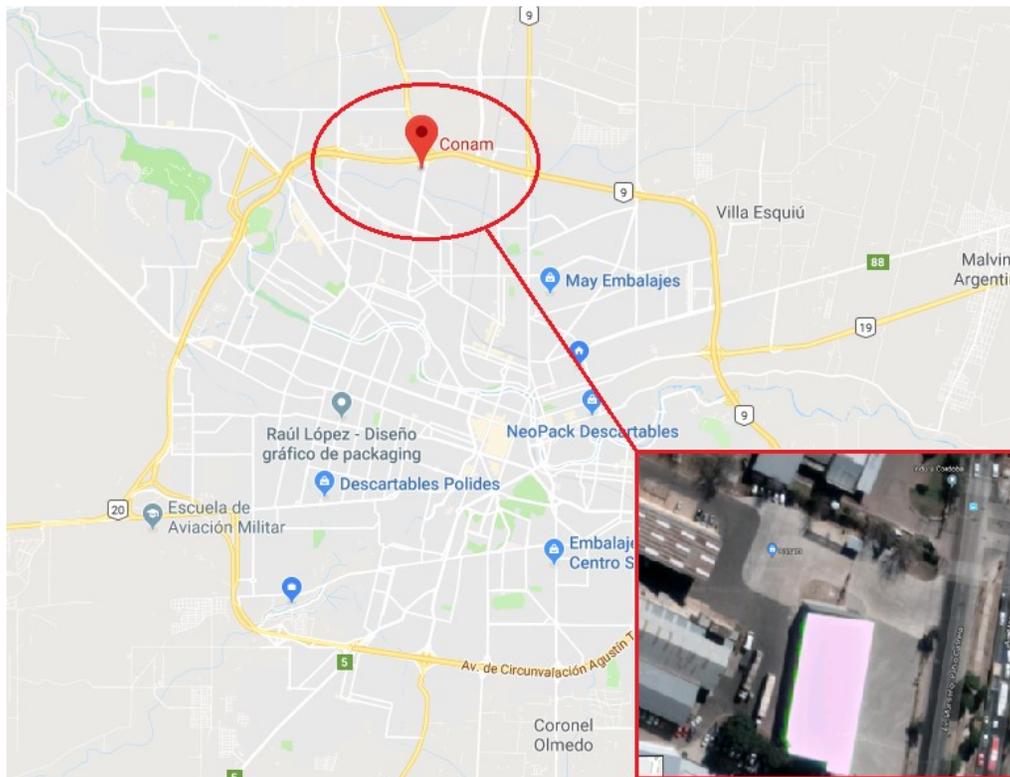
Cabe destacar la importancia de las diferentes obras en las que se tuvo participación dado las diferentes problemáticas que se presentaron, como así también el distinto procedimiento con el que se actuó en algunas etapas de la construcción de obra con respecto a lo ya descrito hasta aquí.

Estas obras fueron:

- Playa para camiones de carga con su respectiva circulación interna en CONAM.
- Circulación interna y playa de estacionamientos para nave industrial en ABC.
- Plateas para asientos de naves industriales en RDC.

- **Obra de CONAM.**

Esta obra perteneciente a NIVELCO como empresa responsable y encargada de la misma, estaba ubicada en Av. Monseñor Pablo Cabrera 4935 aproximadamente, a la altura de la intersección entre Av. Circunvalación y la Ruta E-53. Ver imagen N° 7.1.



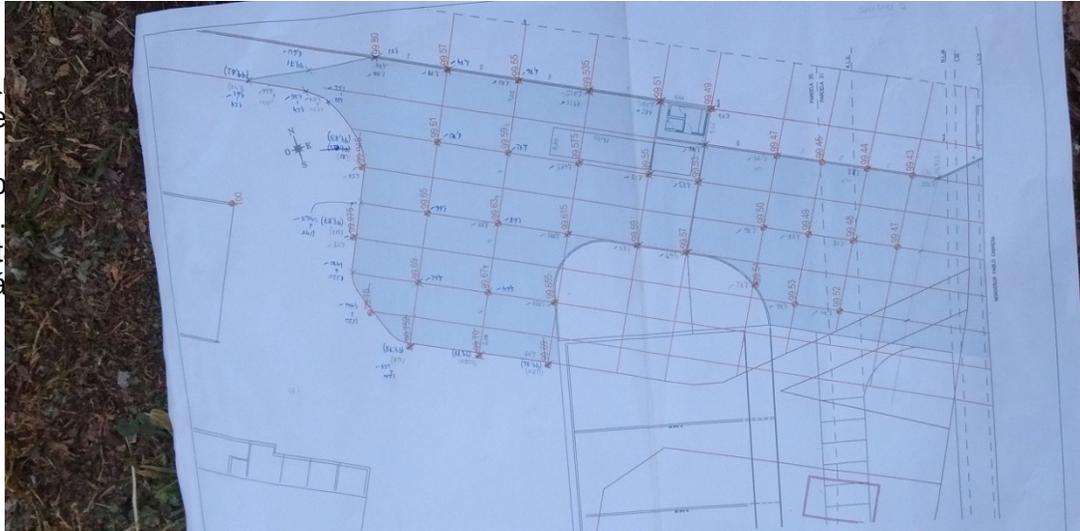
La **Imagen 7.1 : Ubicación de la obra.**

obra

consistió básicamente en la modificación, ampliación y reorganización del ingreso de camiones a la fábrica, para lo cual se realizó una playa que contenga los mismos y su respectiva circulación. (Ver imagen N° 7.2).

Ésta fue la primera obra diferente con la que el autor tuvo contacto luego de lo que es la pavimentación urbana en loteos de la ciudad, en la que se tuvo en cuenta diferentes aspectos, técnicas y formas de proceder para llevar a cabo dicha obra.

La
gra
dife
Lo
info
etc.
la t
imá



e la
tear
r la
nte,
ada
las



lio d
NIVE
ó do
vinie
fábr



Imagen 7.3 : Predic

o de la obra.



Imagen 7.8 : Acopio de material excavado.



Imagen 7.5 : Retiro de capa vegetal.



Imagen 7.6 : Remoción de capa orgánica.





Imagen 7.9 : Transporte de material.

Para proceder con la nivelación se trazó una cuadrícula imaginaria en la superficie de trabajo de 5m de ancho por 10m de largo, en cuyos vértices se colocaron los niveles correspondientes.

El paquete estructural estaba conformado por 3 capas, que se describen a continuación:

Sub-rasante: De 15 cm de espesor, constituido por suelo mejorado, sin suelo vegetal, escarificado y re-compactado.

Sub-base o base granular: De 15 cm de espesor, constituida por una mezcla de material de diferente granulometría, denominada suelo-arena (20% de suelo, 80% de arena).

Capa de hormigón: De 18cm de espesor, conformada con hormigón simple pasadores de 25mm de diámetro y barras de unión.

La forma en la que se llevo a cabo la nivelación de cada una de las capas, fue exactamente igual que en el caso de los loteos descrito en los capítulos 3 y 4 de este informe.

En la imagen N° 7.10 se puede observar que la compactación de la sub-rasante se realizó con un vibro-compactador rodillo liso, esto no es que esté mal, sino que a medida que se fue excavando en el suelo, comenzó a aflorar en la superficie una cantidad apreciable de piedras bolas de diferentes tamaños, con lo que se hizo difícil seguir con la excavación, y de esta manera se la abandonó, quedando los niveles entre 2 y 3 cm por encima de los de proyecto. Dicho esto se emparejó la superficie con el uso de una moto-niveladora (figura N° 7.11).



Imagen 7.10 : Compactación de sub-rasante.



Imagen 7.11 : Sub-rasante compactada y terminada.

Aprobada esta última, se prosiguió con la ejecución de la sub-base. Cabe remarcar que el espesor de esta capa pasó de ser de 15cm a 11 o 12 cm por todo lo mencionado anteriormente.

En la imagen N° 7.12 se puede apreciar el material de sub-base acopiado sobre la superficie de trabajo, listo para ser distribuido por la misma.



Imagen 7.12 : Acopio de Suelo-Arena.

Este material constituido por una mezcla entre suelo y arena en una proporción 20-80% por lo general viene con una cierta humedad la cual es superior a la optima y esto hace que se complejice la compactación de este estrato.

Este aspecto, sumado a la formación de baches productos de las lluvias, hizo con que los tiempos estipulados para la realización de esta etapa de proyecto sean superiores.

Como la etapa final de obra (Construcción de la capa de hormigón) era llevada a cabo por otra empresa contratista, la demora en los tiempos, repercutió en el plan de avance realizado por esta última.

Luego del replanteo para la ubicación de los moldes, se dispuso de una malla rectangular a una distancia aproximada del suelo de asiento de 5cm. Previamente se riega la superficie para evitar que el suelo le quite agua de amasado al hormigón, y luego se cuela la masa de manera tal que la malla quede a 5cm del suelo aproximadamente. Ver imágenes N° 7.13 y 7.14.



Imagen 7.13 : Malla rectangular.



Imagen 7.14 : Colado del hormigón.

Posteriormente se terminaba el colado del hormigón, se lo distribuía entre los moldes hasta la altura indicada por los mismos, se lo nivelaba con una regla de borde (imagen N° 7.16) dándole una mejor terminación con el uso de un fratacho de madera. Finalmente se pasaba una cinta flexible para una mayor lisura y mejor terminación estética.

En las imágenes 7.17 y 7.18 se puede observar cómo se generan las juntas de dilatación, mediante el uso de una aserradora que posee un disco giratorio que se introduce en la losa de hormigón una profundidad de 2/3 del espesor de la misma. Luego se coloca un material que permita tanto el movimiento entre losas adyacentes como así también que impida la penetración del agua entre ellas.



Imagen 7.16 : Construcción de losas.



Imagen 7.17 : Juntas de dilatación para nave

para nave

industrial.

Esta obra se encuentra ubicada a las afuera de la ciudad, del lado exterior a la mancha urbana, Camino a Capilla de los remedios en la Refinería del Centro. Imágenes N° 7.19 y 7.20.



Imagen

Gofí Juan Manuel

Centro S.A.

Capilla de los Remedios

Camino A Capilla de los Remedios

La obra consistió en la construcción de 3 bases para el asiento de naves industriales y una calle **Imagen 7.20 : Imagen satelital de la ubicación de obra.** que une las entradas de cada una de ellas.

Fue una obra bastante particular, ya que a la hora de comenzar con los trabajos, no se disponía de planos, sino de información verbal, la cual en muchos casos no es 100% certera.

Las bases para el asiento de cada una de las naves ya estaban replanteadas y por lo tanto lo primero que se hizo fue una rápida verificación de las medidas materializadas de cada base, se verificó la lectura del nivel de piso de una de las naves existentes (dado como punto fijo), y se colocaron algunos niveles perimetrales en las superficies marcadas, respetando la diferencia de altura entre las mismas y las naves existentes.

Una vez hecho esto, se comenzó con los trabajos de remoción de suelo vegetal, el cual fue destinado al relleno de ciertas zonas bajas del predio. Retirada la capa orgánica de unos 30cm aproximadamente, se procedió con el terraplenado de las bases en capas de aproximadamente 15 a 20cm de espesor, las cuales eran compactadas mediante un rodillo pata de cabra, tal como se puede ver en las imágenes N° 7.21 y 7.22. Este procedimiento se realizó tantas veces fue necesario, hasta llegar a los niveles correctos en cada base, manteniendo un margen para poder generar la compactación de la última capa (donde los niveles experimentan un descenso) y el corte de la cancha.

Para ello se tuvo que realizar un pozo de excavación (ver imágenes N° 7.23 y 7.24) a pocos metros de la obra, en un predio adyacente, y poder de esta manera contar con la tierra necesaria para ejecutar las sub-rasantes de las bases y el terraplén correspondiente a la calle (en segunda etapa de obra), ocupando un volumen de 7000 m³ aproximadamente.



Imagen 7.21 : Compactación con pata de cabra.



Ima



tas.

Imagen 7.23 : Pozo de elimagen 7.24 : 7000m3 de material excavado.

Para la nivelación de las bases se realizó una malla imaginaria de 5m de ancho x 10m de largo, en cuyos vértices se colocaron los niveles correspondientes. Al tratarse de una base para el asiento de una estructura, los niveles en todos los puntos de la superficie es el mismo. Ver imágenes N° 7.25 y 7.26.



Imagen 7.25 : Nivelación**Imagen 7.26 : Verificación de niveles terminados.**

Terminada la sub-rasante se procedió con la ejecución de la base granular de 12cm de espesor, constituida con material de granulometría 0-20, aplicando la misma metodología ya mencionada. Ver imagen N° 7.27.



Imagen 7.27 : Construcción de base granular.

Al finalizar esta primera etapa de obra, se prosiguió con la segunda y última etapa del proyecto, a la construcción de la calle que une las entradas de cada futura nave y la salida a la calle principal del predio. Como no se disponía de planos, se tuvo que realizar un pequeño relevamiento de las obras existentes, como las dos naves ya construidas, la calle principal, y las 3 bases realizadas anteriormente. Por otro lado existía otro condicionante muy importante y eran

los pilares del tendido eléctrico de la zona, los cuales inamovibles. Para localizar correctamente la calzada, se tuvo en cuenta uno de los transformadores que sobre salía de la línea de los pilares, para asegurarnos que no haya inconvenientes con la circulación de los camiones. Entonces, a partir de allí se tomo una distancia de 1.00m hasta la línea de agua y 12m más hasta la línea de agua extrema opuesta. Replanteada la calzada, se procedió con la nivelación de la misma, donde se tuvo en cuenta los niveles de piso de cada nave existente (2) y bases realizadas (3), como así también de los niveles de la unión con la calle principal del predio para el trazado de las pendientes. En la imagen N° 7.28 se puede ver la sub-rasante en terraplén.



Imagen 7.28 : Sub-rasante en terraplén.

A su vez se procedió con la ejecución de la base granular dadas las indicaciones del jefe de obra, sin la necesidad de esperar a la ejecución del cordón cuneta de hormigón. Ver imagen N° 4.29.



Imagen 7.29 : Base granular terminada.

8- CAPITULO 8: CONCLUSIONES.

Conclusiones referidas a la Práctica Supervisada y a la Formación Profesional.

La asignatura Práctica Supervisada constituye una instancia de la carrera de Ingeniería Civil necesaria para brindar a los estudiantes la oportunidad de adquirir experiencia profesional práctica. A su vez ofrece un primer escalón para su inserción en el ámbito del trabajo tanto colectivo como individual, la cual permite conocer el ambiente en donde se insertará durante su ejercicio.

Es una instancia sumamente importante y necesaria debido a que en la mayoría de los casos, el estudiante sale con gran cantidad de conocimientos teóricos que son difíciles de poner en práctica y plasmarlos en la realidad, lo que ayuda al estudiante a saber seleccionar información y tener una visión sistémica general para poder rescatar los aspectos más importantes y dejar en un segundo plano aquellos que no lo son.

Ayuda a dar los primeros pasos en los que el alumno comienza tamizar sus preferencias dada la extensa curricula con la que cuentan las incumbencias del Ingeniero Civil.

Por otro lado la posibilidad de ingresar a una empresa de ingeniería, sin contar con ningún tipo de experiencia es muy reducida; no obstante, bajo esta modalidad, diferentes firmas aportan a la formación de los alumnos y brindan espacios de trabajo en condiciones favorables.

Por otro lado, una experiencia de este tipo es totalmente necesaria para afianzar los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera, como así también para incorporar nuevas aptitudes, las cuales resultan ajenas al marco académico.

Tiene aun mayor valor el fin social, en donde no solo priman los resultados, formas de presentación, modelaciones, sino que también debe existir el intercambio de pensamientos dentro del ámbito profesional cordial, saber escuchar opiniones diferentes, poder justificar los propios, todo dentro de un marco que permita seguir evolucionando y trabajando en las actividades venideras en donde el estudiante deberá ser responsable pleno de sus actos y donde no habrá un profesor para juzgarlo o calificarlo, sino será él mismo su juez.

Para concluir puedo decir que fue una experiencia fructífera, la cual es recomendable para todos los estudiantes, donde no solo sigue siendo una etapa más de aprendizaje sino también la apertura de nuevos vínculos sociales y laborales que perduran con el tiempo.

- **Conclusiones referidas a la obra construida.**

En términos generales, puede decirse que los resultados obtenidos han sido muy positivos, lo cual se encuentra respaldado en la conformidad del Comitente.

Algunos aspectos aún no pueden evaluarse, como por ejemplo la durabilidad de la obra, ya que la misma ha sido finalizada recientemente. Sin embargo, pueden destacarse ciertos factores favorables observados hasta el momento:

- Los espesores de los diferentes estratos del paquete estructural han sido logrados correctamente, existiendo una diferencia de +/- 2 cm.

- Los ensayos de densidad arrojaron resultados admisibles en todos los casos, evitando la repetición de los trabajos, por lo que los métodos de compactación fueron los adecuados.

- Se alcanzó cierta prolijidad en la ejecución de las capas, en donde no hubo necesidad de levantar paquetes ya construidos (si retoques, pero en superficies limitadas).

- No hubo errores de replanteo, ya que fue un ítem en el que se prestó mucha atención y dedicación.

- La evacuación del agua de lluvia tiene lugar en forma adecuada, sin su acumulación, en aquellas calles que fueron modificadas por el autor (como se explico en el desarrollo del informe), llegando a las bocas de tormentas o lagunas de regulación según el caso. No así en aquellos perfiles longitudinales con pendiente mínima, donde no se pudo realizar alguna modificación dada las cotas de proyecto ajustadas a obras ya existentes.

- En la mayoría de los casos las cantidades de materiales utilizados coincidieron con los certificados acumulados, de modo que no ha habido un uso innecesario de los mismos.

Sin embargo, en dos ocasiones, hubo diferencias en los metros cúbicos de desmonte o terraplén computados, pero esto no significó un problema, ya que con una conversación breve, y una comparación, justificando lo realizado, se llegó a un acuerdo. Además que siempre nos brindaron la fe y la confianza de lo que hacíamos.

- En algunos casos el plazo de obra estimado (por parte del contratista) se vio afectado ya que se produjeron diferentes tipos de inconvenientes que generaron demoras. En menor medida, las lluvias fueron originadoras de retrasos en ciertas tareas de movimiento de suelos y construcción del paquete estructural. En adición a una falta de coordinación general de los labores y ausencia de información (instalaciones subterráneas que se habían ejecutado en un proyecto anterior) por parte del contratante. Por ejemplo entre los trabajos que debían realizar las distintas empresas, como ser las instalaciones de desagües cloacales, colocación de cañeros, solicitud de inspección y control de calidad, o simplemente por la cantidad de loteos en los que se debía ejecutar las obras.

Por otro lado 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 para la empresa encargada de la ejecución de la capa de rodamiento, ya que no siempre la planta avisaba sobre dicho problema con antelación.

Como consecuencia se ofrecía cierta flexibilidad frente al cumplimiento de los tiempos de avance.

- Algunos aspectos negativos que se pudieron observar en diferentes ocasiones y a lo largo de todo este tiempo fueron:

- Falta de controles de ensayos de densidad en capas granulares.

- Falta de controles de calidad de materiales en general.
- Ausencia de señalización apropiada, para la protección del personal, vehículos o peatones.
- Ausencia de medidas de higiene y seguridad.