

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y
NATURALES

Ingeniería Civil



PRACTICA SUPERVISADA

Informe Técnico Final

Proyecto y ejecución de canchas de futbol de césped sintético

Alumno:	Gabriel E. Ledesma
Tutor docente:	Ing. Miguel Rico
Supervisor externo:	Ing. Angel Ledesma
Entidad receptora:	Gonznic SRL
Año:	2015

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por su apoyo incondicional, por acompañarme a lo largo de todos estos años y por inculcarme que el trabajo y la honestidad son el único camino para concretar las metas que uno se propone.

A todo el equipo de Gonznic, quienes hicieron de mi PS una experiencia sumamente valiosa, facilitando mi integración al grupo de trabajo desde el principio. Al ingeniero vial José Herrera que me instruyó y me facilitó de lo que necesitare para realizar mis actividades.

Al Mgter. Ing. Miguel Rico, tutor de mi Práctica Supervisada, quien tuvo absoluta predisposición y atendió a todas mis dudas y/o inquietudes.

A mi novia, Guadalupe, por haberme apoyado y acompañado en estos últimos años. A mis hermanos, Matías y Nicolás, a mi cuñada Lourdes, a mis amigos de la vida (Agu, Alejo, Baseda, Cacarulo, Chasqui, Cesiñar, Dogo, Gato, Guilli, Giri, Juani, Jose, Mario, Tulli, Pancho, Pola, Pollo, Turco D, Turco GN, Vale, etc) y a mis amigos que me dio la facu (Eli, Chapa, Loro, Negro GM, Juan, Pola, Fede, Negro L, Mago y Cuozo) por todos los momentos compartidos en estos años.

INDICE

SECCION I: DESCRIPCION DEL PROYECTO Y ENCUADRE DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

RESUMEN.....	9
1. PROYECTO DE COMPLEJO DEPORTIVO Y GASTRONOMICO FOODGOL. ...	12
2. MARCO DEL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES	15
2.1. AMBITO DE DESARROLLO DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA	15
2.2. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA	15
2.3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PRÁCTICA SUPERVISADA	16

SECCION II: MARCO TEORICO

3. EL CESPED SINTETICO.....	19
3.1. GENERALIDADES.....	19
3.2. PROCESOS DE FABRICACION.....	20
3.3. TIPOS DE CESPEDS ARTIFICIALES.....	21
3.4. FIBRAS THIOLON TEN CATE	24
3.5. DESCRIPCION DEL PROCESO DE INSTALACION	24
4. CLASIFICACION DEL SUELO:	28
5. ENSAYOS	37
5.1. TAMIZADO DE SUELO POR VIA HUMEDA	37
5.2. LIMITE LÍQUIDO.....	37
5.3. LIMITE PLATICO – INDICE PLASTICO.....	38
5.4. CONTROL DE COMPACTACION.....	38
5.5. CONTROL DE COMPACTACION POR EL METODO DEL CONO DE ARENA	38
6. ESTABILIZACION SUELO CAL.....	39

SECCION III: PARTE PRACTICA

7. ANALISIS DEL TERRENO, INSPECCION VISUAL.....	42
---	----

8.	LIMPIEZA Y DESTRONQUE DEL TERRENO	45
9.	RELEVAMIENTO TOPOGRAFICO, REUBICACION DE LAS CANCHAS Y DEFINICION DE LOS NIVELES DE PROYECTO:	47
10.	CONFECCION DE LA ESTRUCTURA DE LA BASE DE APOYO DEL CESPED	54
10.1.	ESTUDIO DEL SUELO:.....	54
10.2.	ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS Y DEFINICION DEL LA ESTRUCTURA.....	57
10.3.	CALCULO DEL VOLUMEN NECESARIO DE SUELO Y BASE GRANULAR.....	61
11.	DISEÑO DE DISPOSITIVOS DE DESAGUE Y CALCULO DE CAUDALES VERTIENTES SOBRE COLECTORAS:.....	62
11.1.	ANALISIS DEL DESAGUE DE LAS CANCHAS Y DIMENSIONAMIENTO DE CANALETA PLUVIAL.	62
11.2.	CALCULO DE CAUDALES VERTIENTES SOBRE LAS CALLES COLECTORAS.....	64
12.	EJECUCION DEL TERRAPLEN O SUELO RELLENO.	68
12.1.	TRANSPORTE	69
12.2.	EXTENSION DEL MATERIAL	72
12.3.	SUELO-CAL	74
12.4.	HUMECTACION.....	77
12.5.	COMPACTACION	77
12.6.	COMPROBACION DE LA DENSIDAD	78
12.7.	TOPOGRAFIA	78
13.	EJECUCION DE LA BASE GRANULAR	79
13.1.	EXTENDIDO.....	79
13.2.	HUMECTACION.....	79
13.3.	COMPACTACION Y COMPROBACION DE DENSIDADES.....	80
13.4.	ASEGURAR TOPOGRAFIA ADECUADA.....	80

14.	EJECUCION DEL CERRAMIENTO DE LAS CANCHAS, Y LUMINARIA	81
15.	COLOCACION DEL CESPED SINTETICO Y OTRAS OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	84
15.1.	OBRAS COMPLEMENTARIAS	84
15.2.	PROCEDIMIENTO DE LA COLOCACION DEL CESPED	85
16.	CONCLUSIONES	87
16.1.	CONCLUSIONES RESPECTO A LAS TAREAS REALIZADAS	87
16.2.	CONCLUSIONES RESPECTO A LA PRÁCTICA SUPERVISADA	88
	BIBLIOGRAFIA.....	90
	ANEXO 1.....	91
	ANEXO 2.....	122

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Plano general del proyecto	13
Figura 2: Planta del bar, baños, oficina depósito, etc.....	14
Figura 3: Piezas de muestra de un césped sintético	19
Figura 4: Detalle del producto Forbex 2000	21
Figura 5: Detalle del producto 360M de Forbex	22
Figura 6: Detalle del producto 11.000 DTX de Forbex	23
Figura 7: Fibra de Pasto sintético Ten Cate.	24
Figura 8: Preparación del terreno.....	24
Figura 9: Extendido de los rollos de césped artificial.....	25
Figura 10: Extensión de la cinta metálica y pegado de las piezas de césped sintético	26
Figura 11: Vertido de la arena, cepillado y disposición final	27
Figura 12: Variación del Limite Plástico e Índice Plástico en función del porcentaje de cal.....	40
Figura 13: comparación en la resistencia mecánica, humedad optima y densidad seca entre Suelo-cal y suelo solo.	40
Figura 14: Ubicación del terreno, desde una imagen satelital.	43
Figura 15: Ubicación de los diferentes objetos y caracterización del terreno y de las propiedades vecinas.....	43
Figura 16: Foto tomada desde afuera del terreno. Se puede observar el palmeral a la derecha, una de las canchas de paddle y la densidad de vegetación.	44
Figura 17: En esta imagen se observa la altura de la vegetación, del terreno. Lugar donde se ubican las canchas.....	44
Figura 18: Imagen de la cargadora frontal trabajando en la demolición de las canchas y extracción del manto vegetal.	45
Figura 19: Imagen del estado del terreno y al fondo la maquina extrayendo un árbol de mediana altura.	46
Figura 20: Otro ángulo de la cargadora extrayendo una palmera.	46
Figura 21: Imagen del terreno, la cargadora siguiendo con la limpieza y al fondo se observa el inicio del relevamiento topográfico del terreno.	47
Figura 22: Medición altimétrica con nivel y mira topográfica.	48
Figura 23: Diferencias entre el plano del proyecto y las mediciones in situ.	49
Figura 24: Curvas de nivel del terreno natural.....	50
Figura 25: Propuesta de cotas y niveles del plano de proyecto final.	51
Figura 26: Curvas de nivel propuestas.....	52

Figura 27: Grafico que muestra porcentaje de desmonte y relleno.	53
Figura 28: Tamizado por lavado	55
Figura 29: Grafico que muestra porcentaje de pasantes según tamiz.....	55
Figura 30: Ensayo de compactación.....	56
Figura 31: Laboratorio de vialidad de la provincia.....	56
Figura 32: Grafico realizado a partir del ensayo de compactación, con el que se obtiene la Densidad Máxima Seca y la Humedad Optima.....	57
Figura 33: Grafico para determinar el estabilizante apto según el tipo de suelo a mejorar.	59
Figura 34: Detalle de la estructura tipo de las canchas.....	61
Figura 35: Trayectoria del agua para desagüe.....	62
Figura 36: Canaleta de desagüe pluvial de la cancha Aguas arriba.....	63
Figura 37: Dimensionamiento de la canaleta propuesta.....	63
Figura 38: Determinación de las superficies de descarga a cada calle colectora.....	65
Figura 39: Plano con la ubicación de los colectores pluviales.....	67
Figura 40: Equipos. Cargadora Frontal, Tractor, Compactador neumático y Motoniveladora	68
Figura 41: Esquema de circulación inicial de los camiones. Imposibilidad de utilizar otros	69
Figura 42: Imagen del camión batea atascado a la entrada del terreno	70
Figura 43: Descarga a la entrada del terreno para liberar peso	70
Figura 44: Propuesta final de circulación de camiones para el ingreso por la nueva entrada de vehículos pesados del terreno	71
Figura 45: Descarga de la batea con la indicación del maquinista.....	73
Figura 46: Descarga de un camión semirremolque de vuelco lateral.....	73
Figura 47: Motoniveladora extendiendo el material y nivelando.....	74
Figura 48: Caballete con distribución de bolsas de cal.....	75
Figura 49: Mezclado y distribución del caballete sobre el suelo con la motoniveladora.....	75
Figura 50: Detalle de la distribución de caballetes y de las bolsas de cal.....	76
Figura 51: Distribución de los postes según lo indicado.....	82
Figura 52: Detalle del cerramiento de las canchas.....	83
Figura 53: Detalle de armadura de la canaleta pluvial proyectada.....	84
Figura 54: Forma de tendido del césped sintético. Imagen extraída de otra obra similar realizada por la empresa.	85

Figura 55: Cepillado de la arena tamizada. Imagen extraída de otra obra similar realizada por la empresa. 86

Figura 56: Distribución de las bolsas de caucho. Imagen extraída de otra obra similar realizada por la empresa. 86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación del suelo..... 36

Tabla 2: Tabla final del ensayo de granulometría, con % de pasante y retenido..... 54

Tabla 3: Resultados del ensayo de compactación 56

RESUMEN

El presente es el informe técnico final correspondiente a la Practica Supervisada del alumno Gabriel Eduardo Ledesma, matrícula 36.637.936, plan de estudios 20105. El informe se titula "Proyecto y ejecución de tres canchas de futbol de césped sintético". La práctica ha sido realizada en la empresa constructora Gonznic SRL, bajo la supervisión externa del Ingeniero Ángel Ledesma, y como tutor interno, designado por la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, el Ingeniero Civil Miguel Rico.

La Práctica Supervisada ha sido llevada a cabo entre los meses de Mayo y Junio de 2015. Esta, dentro del proyecto de un complejo deportivo y gastronómico de canchas de futbol sobre césped sintético, se basó en las actividades necesarias para la ejecución de la base de sustentación del césped sintético y los cerramientos e iluminación de las canchas.

El informe consta de tres partes principales.

En primer lugar se presenta una descripción detallada del proyecto, abarcando no solo lo que respecta a las canchas de futbol sino también el bar, oficinas y otros sectores que componen el complejo deportivo y gastronómico.

Dentro de la misma sección se presenta el encuadre del desarrollo de la Practica Supervisada. Este capítulo está compuesto por la definición de los trabajos que corresponden con la práctica supervisada, los objetivos planteados y las actividades desarrolladas de la misma.

En el segundo apartado se expone el marco teórico en el cual se ha basado el trabajo realizado durante la Práctica. Se definen los materiales que componen el césped sintético, sus características, beneficios, exigencias para su colocación y las formas de ejecutar la base de asiento del mismo. Se describen los distintos tipos de suelos que existen ya que esto influye en la definición de la base soporte del césped, y luego se mencionan los ensayos efectuados durante la obra los cuales fueron, los realizados en laboratorio: Granulometría, Limite Liquido, Limite Plástico – Índice Plástico y Ensayo de Compactación. Y realizados in situ: Ensayo del Cono de arena.

La tercera parte del informe está dirigido al proyecto y ejecución de la obra, con todas las actividades referidas a la construcción de las canchas de césped sintético. Se inicia con la limpieza del terreno, visitas y relevamientos topográficos, luego con la

información del plano del anteproyecto más los datos relevados se define el proyecto final (reubicación de las canchas con sus cotas de nivel y pendientes finales), calculando los movimientos de suelo, elección tipo de superficie de asiento del césped sintético y los procedimientos para la ejecución de dicha superficie. También se diseñan los dispositivos de desagüe de las canchas. Además se detalla el procedimiento de construcción del cerramiento de las canchas y las luminarias, los materiales usados y la distribución. La última actividad es la instalación del césped sintético la cual se detalla el procedimiento utilizado por la empresa. Finalmente se realiza una conclusión final.

SECCIÓN I
DESCRIPCION DEL PROYECTO Y
ENCUADRE DE LA PRÁCTICA
SUPERVISADA

1. PROYECTO DE COMPLEJO DEPORTIVO Y GASTRONOMICO FOODGOL.

El proyecto consta de la construcción de un complejo deportivo y gastronómico, constituido por 3 canchas de futbol 7-8 de césped sintético acompañado de una galería donde se emplaza un bar de comidas regionales y un paseo con asadores y bancos bajo un palmeral de al menos 30 de estos árboles que invaden el terreno.

La edificación además del bar de comidas típicas que cuenta con su salón, cocina, depósito, barra y baños, también se incluye un segundo sector de comidas para los jugadores, dos oficinas, un mostrador para el encargado de atender las canchas y una tienda de artículos deportivos.

Este proyecto además de apostar como ya se observó, a la cultura local, la salud, el deporte, también colabora con el medio ambiente utilizando materiales reciclados en su construcción los cuales son:

Chapa usada: aproximadamente 130m² para el revestimiento exterior de la mampostería de la fachada del complejo.

Aberturas de colectivo: Se reutilizaron 12 ventanas y 2 puertas de colectivo. Lo que hace un total de más de 200 kg de aluminio y 100 kg de vidrio.

Cubiertas de auto: Las canchas son rellenas con caucho molido proveniente de las gomas de vehículos, gran contaminante en el mundo actual. Se utilizó un total de 35.000 kg de caucho lo que equivale a más de 3.750 cubiertas de auto.

Postes de Luz: Se utilizó aproximadamente 50 postes de luz en desuso por las empresas de energía, cable y teléfono para el cerramiento de las canchas, la demarcación de senderos entre otros usos.

Otros materiales: Se usaron 5 tambores de lavarropa industrial para la fabricación de las mesas del bar. Por otro lado se reutilizaron más de 50 tarimas dándoles funciones como piso de caminos de circulación exteriores, cerramientos, detalles arquitectónicos, etc. También se reciclaron 5 tachos de almacén de combustibles para asadores.

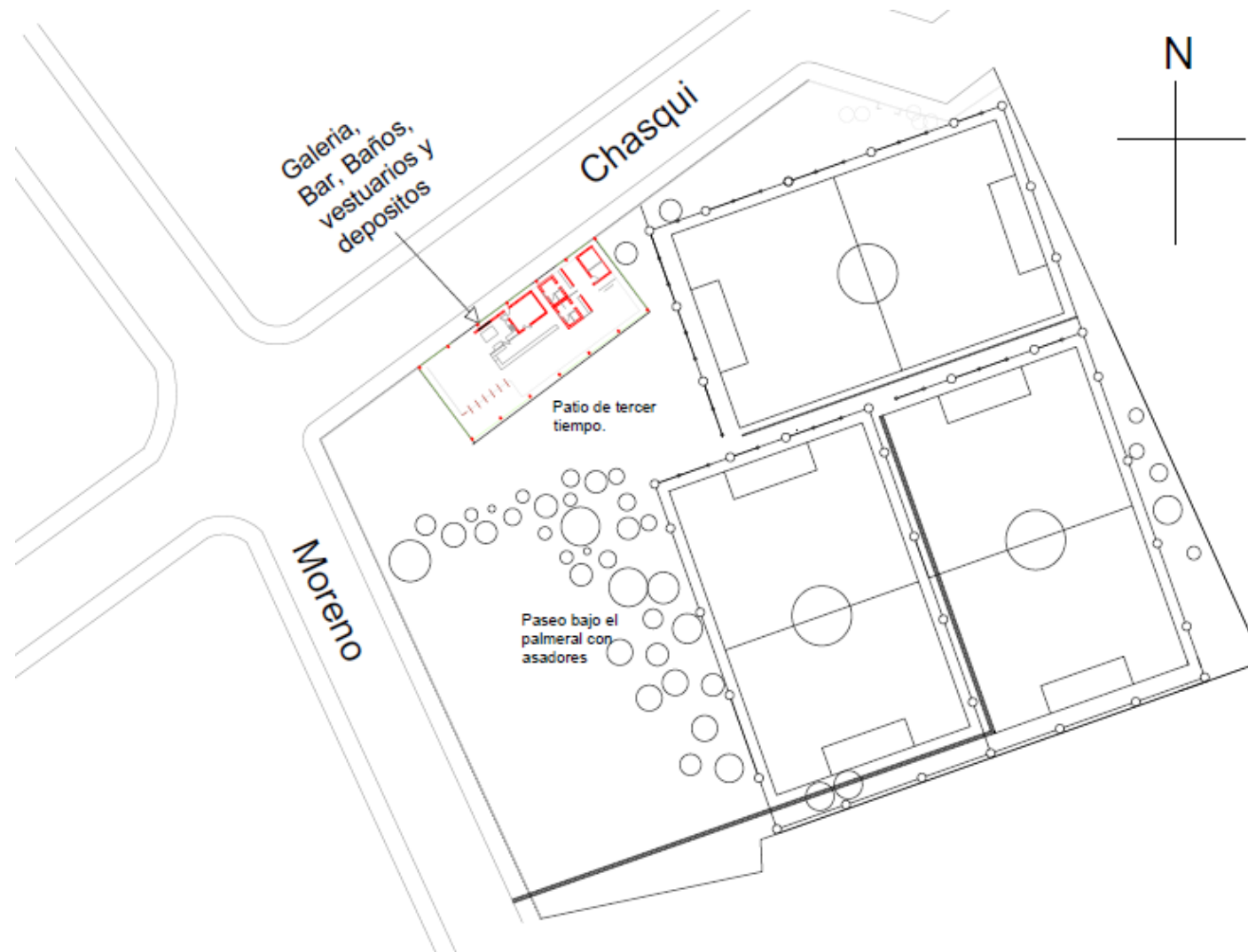


Figura 1: Plano general del proyecto

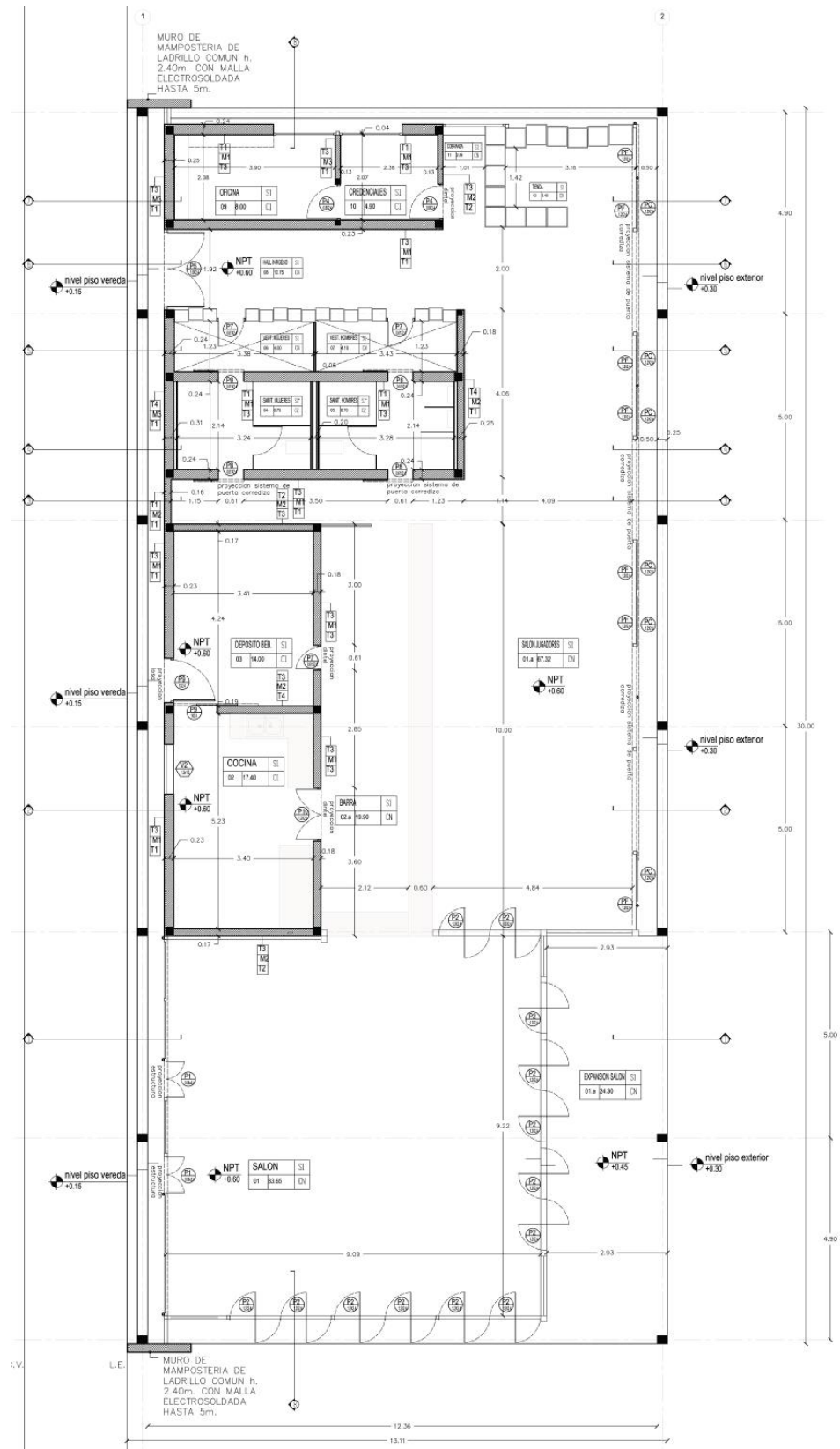


Figura 2: Planta del bar, baños, oficina depósito, etc.

2. MARCO DEL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

2.1. AMBITO DE DESARROLLO DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

La Practica Supervisada se ha llevado a cabo mediante el desarrollo de distintas actividades relacionadas con la actividad profesional de la Ingeniería Civil, en una obra ubicada en la ciudad capital de Santiago del Estero a cargo de la ya mencionada empresa constructora Gonznic SRL.

El trabajo se centra en el proyecto y ejecución de la base de sustentación de las canchas de futbol de pasto artificial. Entre lo que se destacan relevamientos topográficos, movimientos, nivelación y compactación del suelo y la preparación de una capa de pequeño espesor de base granular. De tal forma de cumplir con diferentes exigencias requeridas para la adecuada instalación del césped sintético y así garantizar calidad y durabilidad.

2.2. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

Se ha planteado para el desarrollo de la práctica los siguientes objetivos personales y profesionales:

- Afianzar y ampliar los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera y aprender a aplicarlos en un ámbito profesional de trabajo.
- Generar y brindar un juicio crítico sobre los trabajos realizados por otras personas.
- Concientizarse de las responsabilidades sociales y económicas que implica la toma de decisiones.
- Procurar un desarrollo personal y profesional que difícilmente son alcanzados sólo con estudios académicos, fortaleciendo a la vez los lazos de la Universidad con las distintas entidades de la sociedad.

- Conocer el desarrollo de una obra y los controles de calidad del producto elaborado a los fines de evaluar su aptitud para la obra objeto de la Práctica.
- Plasmar los resultados y consideraciones en un Informe.
- Comprender la importancia del trabajo realizado.

2.3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

Se inició con una primera visita al terreno, donde se realizó una inspección visual del mismo. Luego se supervisó el destronque y limpieza del terreno, tarea en la que se extrajeron las malezas, se demolieron las ruinas de unas canchas de pádel y se quitaron algunos árboles.

Se siguió, ya con el terreno limpio y accesible, un relevamiento topográfico con nivel y cinta. A partir de este se determinaron las curvas de nivel actuales. Luego con estas curvas y con las consideraciones limitantes exigidas por las canchas de césped sintético (pendientes mínimas y máximas), se definieron los niveles de proyecto. Con las curvas actuales y de proyecto se evaluó las necesidades de movimiento de suelo.

Se estudiaron los materiales disponibles y se supervisó el relleno del terreno.

En cuanto a los estudios, se llevaron al laboratorio muestras de suelo para realizarle ensayos para luego definir el tipo de suelo. Se hicieron los ensayos de Granulometría, Límite Líquido, Límite Plástico e Índice Plástico. También se obtuvo la humedad óptima a partir de un ensayo de compactación.

A partir de los ensayos, altura de la napa freática, inspecciones visuales y experiencia de los ingenieros de la empresa se optó por la realización de suelo-cal. Se definió la metodología, según la maquinaria y tecnología disponible, y se supervisó el trabajo del vertido de cal, mezclado, nivelación y compactación. Estas dos últimas con un continuo relevamiento con nivel topográfico, comprobando la obtención de los niveles

requeridos de proyecto. También se controló la compactación alcanzada realizando el ensayo de arena.

Se procedió de la misma manera con la sub base granular con la diferencia que la caracterización de esta nos la facilitó la cantera proveedora. Se supervisó y controló la etapa de compactación y nivelación para garantizar las pendientes, terminaciones y nivel de compactación que requería el proyecto. Esto se realizaba con apoyos permanentes de mediciones topográficas y ensayos de campo.

Por otro lado se supervisó la realización del cerramiento de las canchas que incluyó la instalación de todos los postes para el soporte de reflectores, redes de contención y/o alambrado. Esta actividad se componía en el relevamiento y el control del cavado, impermeabilización de la fundación, el alineado y el uso de los elementos de protección.

Se estudió la instalación del césped sintético que lo realizarán especialistas provistos por la empresa fabricante (Actualmente se espera por la llegada del césped sintético). Consta en la ubicación de los rollos de césped, pegado de fajas y líneas, vertido de la arena y el caucho molido y su cepillado.

Por último se supervisó el tamizado de la arena para cumplir con las exigencias de granulometría requeridas por la empresa (Arena fina) para verterse sobre el césped junto con caucho molido (este provisto por la empresa fabricante del césped).

Finalmente, se confeccionó el presente Informe Técnico Final.

SECCIÓN II

MARCO TEÓRICO

3. EL CESPED SINTETICO

3.1. GENERALIDADES

El césped sintético es una alfombra confeccionada con felpa constituida por rafia de polipropileno o polietileno. Los hilados se fabrican utilizando polímeros, pigmentos y estabilizantes del más alto grado asegurando una excelente durabilidad y protección UV.



Sobre este se vierte y distribuye arena silíceo de determinada granulometría y caucho molido que sujetan el hilado, le proporcionan peso al césped artificial ya que este no se adhiere a la base donde apoya. Estos materiales le confeccionan también una superficie amortiguada, la cual reduce significativamente la fricción con la piel y ofrece mayor seguridad ya que evita lesiones óseas.



Figura 3: Piezas de muestra de un césped sintético

El césped debe apoyar en una superficie adecuadamente compactada y terminada.

Beneficios económicos

- Fácil y rápido de instalar: instalación de un césped profesional en tiempo récord
- Bajo costo de mantenimiento: sin jardinero ni canchero, buen mantenimiento
- Extensa durabilidad: soporta muchas más horas de alquiler de canchas que el césped natural
- Resistente a los cambios climáticos: no sufre las inclemencias del invierno ni las sequías del verano
- Ideal para áreas deportivas de alto tránsito: sin charcos de barro o islas de tierra en las áreas chicas

- Color uniforme durante todo el año: verde césped todo el campeonato, con la posibilidad de crear dibujos simétricos como en los estadios profesionales
- No requiere agua, cortes ni resemebrados: súper ecológico, no hace falta gastar agua ni tratarlo con fertilizantes

Beneficios deportivos

- Se puede utilizar con cualquier tipo de calzado, incluso botines con tapones
- La uniformidad de la superficie posibilita un mayor agarre y ayuda a evitar lesiones
- Excelente trayectoria del balón en fútbol y de la bocha en hockey
- Mejor pique de la pelota en el tenis
- Absorbe los impactos generados por tacles y scrums en Rugby
- Posibilita el entrenamiento incluso bajo la lluvia
- Brinda mayor rapidez y dinamismo a los deportes

3.2. PROCESOS DE FABRICACION

El proceso de fabricación de las fibras de césped artificial, parte bolitas sintéticas compuestas de polipropileno o polietileno dependiendo que se esté produciendo.

Los gránulos se funden a grandes temperaturas y se extruyen bajo presión a través de un molde. Este molde imita la estructura de una brizna de hierba y crea larguísimas fibras que después de enfriarse con agua se enrollan en ovillos.

Este estiramiento hace la fibra especialmente fuerte. Las fibras de césped artificial se cosen formando una especie de esterilla de polipropileno. Todo a lo ancho de la esterilla se coloca cientos de agujas, cada una de las cuales insertan una larga fibra de césped artificial a través de la dicha esterilla.

3.3. TIPOS DE CESPEDS ARTIFICIALES

Los productos que se exponen a continuación son los tipos de césped que fabrica la empresa **Forbex**. Dicha entidad es la proveedora al proyecto en cuestión.

ALTERNATIVA 1

Calidad propuesta **FORBEX 2000**

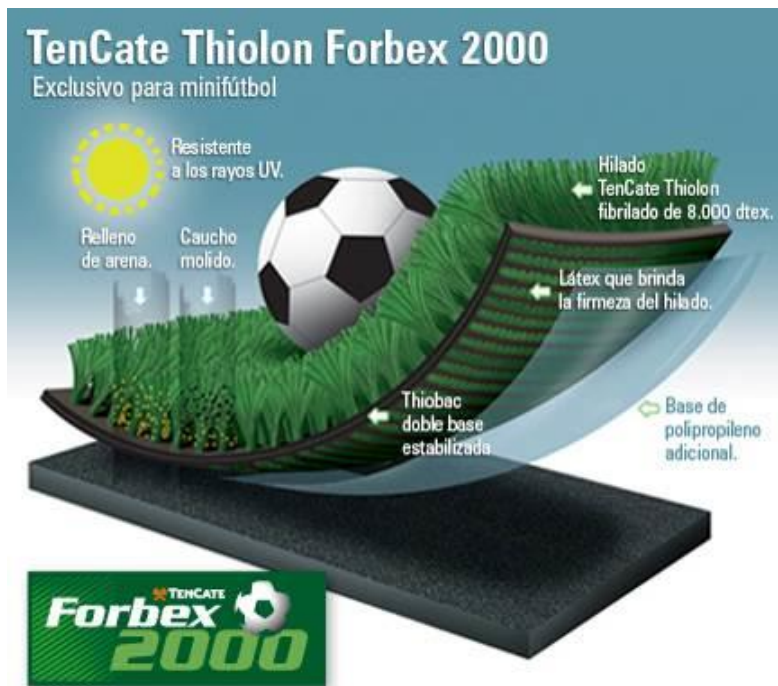


Figura 4: Detalle del producto Forbex 2000

Hilado: LSR 8800 DTX, THIOLON con tratamiento U.V. (resistente a la intemperie).

Base: Polipropileno y Action back con tratamiento U.V.(resistente a la intemperie).

Impregnación: Látex sintético SBR (resistente a la intemperie).

Altura total: 52 mm.

Ancho del rollo: 3.70 m.

Largo del rollo: El requerido de acuerdo al campo de juego

ALTERNATIVA 2

Calidad propuesta **FORBEX 360M**

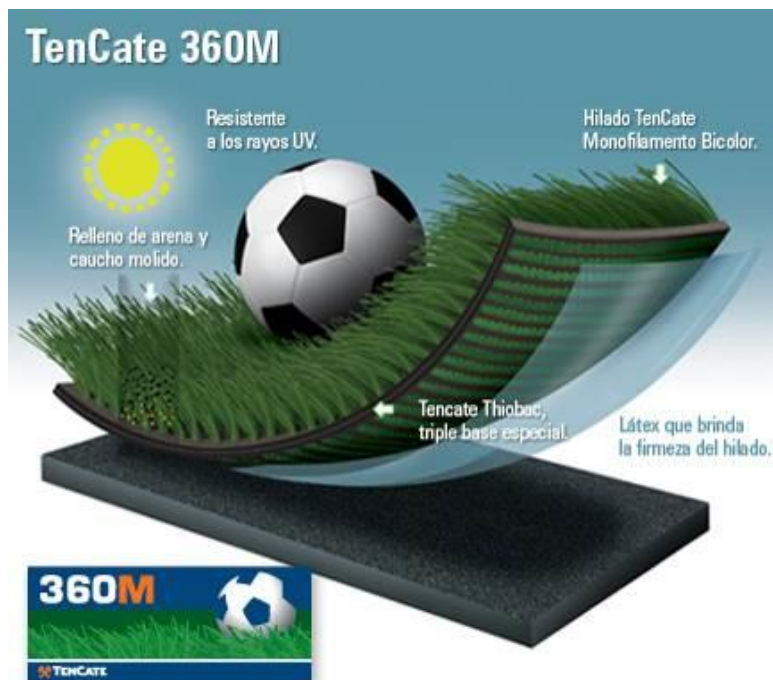


Figura 5: Detalle del producto 360M de Forbex

Hilado: Monofilamento, 12.000 DTX, THIOLON con tratamiento U.V. (resiste la intemperie).

Base: Polipropileno y Action Back con tratamiento U.V. (resistente a la intemperie).

Impregnación: Látex sintético SBR (resistente a la intemperie).

Altura total: 52 mm.

Ancho del rollo: 3.70 m.

Largo del rollo: El requerido de acuerdo al campo de juego.

ALTERNATIVA 3

Calidad propuesta **FORBEX 11.000 MD** (ÚLTIMA GENERACIÓN)

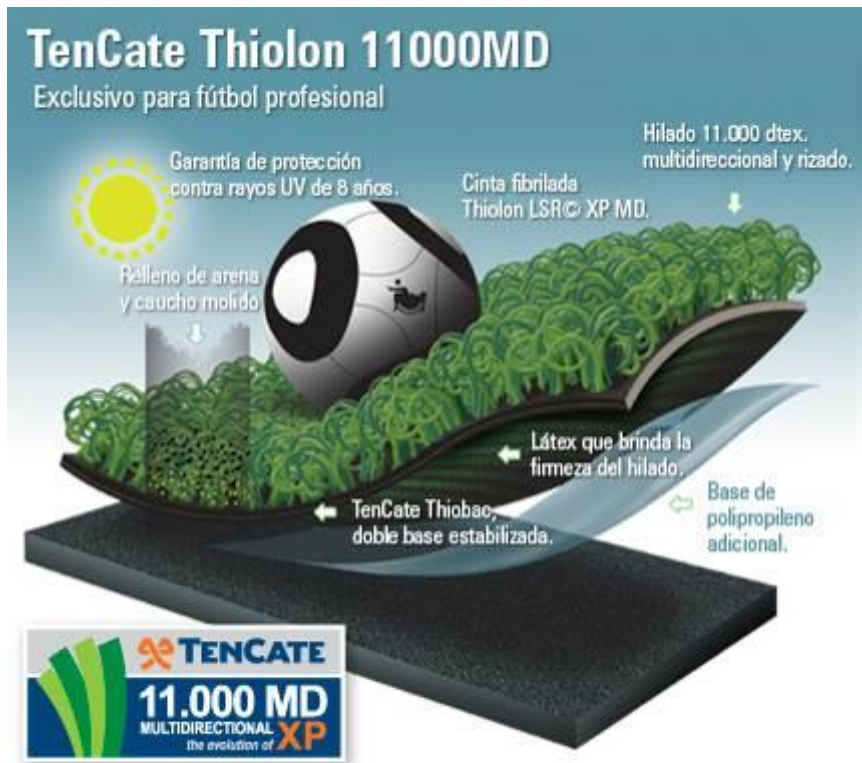


Figura 6: Detalle del producto 11.000 DTX de Forbex

Hilado: LSR 11.000 DTX, Multidireccional, THIOLON con tratamiento U.V. (resiste la intemperie).

Alta resistencia a la fricción.

Base: Polipropileno y Action Back con tratamiento U.V. (resistente a la intemperie).

Impregnación: Látex sintético SBR (resistente a la intemperie).

Altura total: 52 mm.

Ancho del rollo: 3.70 m.

Largo del rollo: El requerido de acuerdo al campo de juego.

3.4. FIBRAS THIOLON TEN CATE

Las Fibras **Thiolon Ten Cate**, son productos de la marca **Ten Cate**. Esta empresa es líder en el mercado de fibras sintéticas deportivas ya que ofrece el producto de mayor confort, resistencia y durabilidad. También cumple con todos los estándares exigidos por FIFA como ser el peso, altura del pasto, color, entre otros. Son fibras suaves, muy resistentes y no abrasivas. Cuentan con tecnología e ingeniería de punta que permite a los calzados deportivos girar y desplazarse.



Figura 7: Fibra de Pasto sintético Ten Cate.

3.5. DESCRIPCION DEL PROCESO DE INSTALACION

3.5.1. Preparación del terreno

La preparación del suelo es un asunto esencial al momento de colocar el césped sintético ya que es la parte vital para un correcto uso y mantenimiento del césped sintético.

Características que debe cumplir el suelo.

- La superficie tiene que estar firme y lisa.
- No debe contar con material vegetal (pasto, raíces de árboles y demás).
- No debe contener altos niveles de humedad.
- No debe tener charcos o depresiones donde se acumule agua.
- No debe tener puntas que sobresalgan de la base (piedras, fierros, y Etc.)



Figura 8: Preparación del terreno

- La superficie deberá contar con las pendientes adecuadas. No deberán ser mayores a 1,1% (para evitar la el arrastre del caucho) ni menores a 0,6% para garantizar un desagüe efectivo.

Opciones de terminación del suelo

Al momento de decidir el tipo de base a preparar debemos tener en cuenta algunos factores como el tipo de suelo que se posee actualmente, el tiempo por el cual podemos utilizar las instalaciones, los niveles de las napas, el nivel del terreno con respecto a la calle, el clima habitual de la región entre otros.

Las alternativas más utilizadas para la preparación del suelo son las siguientes:

- Compactado de Tosca.
- Compactado de Tosca con una terminación de Suelo Cal/ Suelo Cemento.
- Compactado de Tosca con una terminación de Sub-base Granular.
- Compactado de Tosca con una terminación de Carpeta Asfáltica.
- Carpeta un hormigón (Corte de paño menor a 25 m2)
- Realizado de un contrapiso (Corte de paño menor a 20 m2)

3.5.2. Extendido de los rollos

Se dispondrán y extenderán paralelamente los rollos de césped artificial, asegurándose que todas las piezas presenten las fibras o hilos apuntando hacia una misma dirección. De no ser así, el reflejo del sol o cualquier tipo de luz mostrará una clara diferencia de color entre las piezas.



Figura 9: Extendido de los rollos de césped artificial

Si se llegaran a mojar los rollos hay que exponerlos al sol antes de la instalación, (si es en exterior). No se puede iniciar la instalación con el césped húmedo.

Una vez que los rollos han sido abiertos tomar medidas necesarias para instalar el césped en escuadra. Se deberá refilar el excedente de base para poder tener una unión precisa

3.5.3. Unión de los paños

Para hacer coincidir las diversas piezas de césped sintético a la perfección, el espacio entre las mismas deberá ser de 2 mm, y nunca deberá montarse una sobre otra.

Posteriormente, cuando se tenga el césped extendido sobre el terreno, se procederá a abrir las juntas unos 30 cm y se colocará, entre pieza y pieza, una cinta de unión. Con la ayuda de una espátula dentada, se extenderá la cola de poliuretano sobre cada una de las bandas, cerrando las piezas nuevamente sobre ellas. El pegado deberá asegurarse caminando lentamente a lo largo de toda la junta, con un pie a cada lado, o colocando un objeto de peso sobre las mismas durante el tiempo de secado especificado. Generalmente se ubican las bolsas de caucho sobre las juntas para presionar el pegado.



Figura 10: Extensión de la cinta metálica y pegado de las piezas de césped sintético

El sistema de instalación es Flotante, de esta forma el césped sintético permite adaptarse a los cambios de clima, dilatando y contrayendo su estructura de forma adecuada.

3.5.4. Terminación



Figura 11: Vertido de la arena, cepillado y disposición final

Para conseguir un acabado natural, el césped sintético se peinará a contrapelo con un cepillo de obra no metálico y se rellenará con arena de sílice redondeada, tamizada y sin humedad de granulometría 0,3 mm y 0,5 mm. Para poder instalar la misma tiene que estar 100% seca al igual que la superficie del césped. Cepillar la cancha para que se pueda asentar la arena y distribuir en forma uniforme. Por último se le agrega el caucho y se sigue de igual manera. El cepillado ayudará a levantar las fibras del césped, colocándolas en posición vertical. La arena de sílice y el caucho contribuirá a que las fibras mantengan su postura e impedirá que se aplasten tras ser pisadas. De esta manera, se reducirá el desgaste de los hilos y se incrementará la vida útil del producto. También este relleno especialmente la arena de sílice le brinda peso al césped, que como se mencionó no se adhiere a la base de apoyo ya que es una instalación del tipo flotante. A su vez, contribuirá a retener la humedad y se prolongará la sensación de fresca necesaria durante los meses de verano. Finalmente en cuanto al juego este relleno también participa de forma favorable, tal y como se mencionó anteriormente, confiriéndole un amortiguamiento similar al de un campo de césped natural profesional, reduciendo la probabilidad de lesiones óseas.

4. CLASIFICACION DEL SUELO:

Un factor determinante que influye en la determinación del tipo de base de sustentación del césped es clasificar el suelo. Esto es así ya que se necesita conocer sus características y comportamientos frente a diferentes solicitaciones y presencia de agua.

El sistema de clasificación de suelos del H.R.B*, para obras de ingeniería, está basado en el comportamiento de los suelos utilizados en obras viales. Los suelos de similares capacidades portantes y condiciones de servicio, fueron agrupados en siete grupos básicos, desde el A-1 al A-7.

Los suelos de cada grupo tienen, dentro de ciertos límites, características en común. A menudo, dentro de cada grupo hay una amplia variación en las capacidades portantes, cuyos valores pueden ser comunes a distintos grupos. Por ejemplo, un suelo A-2 puede contener materiales con capacidad portante más alta que los de una A-1, y en condiciones excepcionales puede ser inferior a la de los mejores suelos de los grupos A-6 y A-7. En consecuencia, si solo se conoce de un suelo, el grupo a que pertenece en la clasificación del H.R.B*, su capacidad portante puede variar entre límites amplios. La calidad de los suelos, para ser utilizados en subrasantes, va disminuyendo desde el A-1 al A-7, que es el más pobre.

En los últimos años, estos siete grupos básicos de suelos, fueron divididos en subgrupos y se ideó el índice de grupo, para diferenciar aproximadamente algunos suelos dentro de cada grupo. Los índices de grupo, aumentan su valor con la disminución de la condición del suelo para constituir subrasantes. El crecimiento del índice de grupo, en cada grupo básico de suelos, refleja los efectos combinados de los crecimientos del límite líquido e índice de plasticidad, y el decrecimiento de los materiales gruesos en detrimento de la capacidad portante de las subrasantes.

*Highway Research Board (H.R.B.)

Clasificación

La clasificación de suelos comprende dos grandes conjuntos, el de los materiales granulares con 35 % o menos pasando el tamiz IRAM 75 micrómetro (Nº 200) y el de

los materiales limo-arcillosos, conteniendo más del 35 % que pasa al tamiz IRAM 75 micrómetros (Nº 200). Cinco fracciones de tamaños se diferencian entre las dimensiones de los siguientes tamices:

Definición de Grava, Arena Gruesa, Arena Fina y Suelo Arcillosos-Limoso:

GRAVA: Pasa tamiz de abertura cuadrada de 3" y retenido en el tamiz IRAM 2,00 mm. (Nº10).

ARENA GRUESA: Pasa tamiz IRAM 2,00 mm. (Nº 10) y retenido en el tamiz IRAM 425 micrómetros (Nº 40).

ARENA FINA: Pasa tamiz IRAM 425 micrómetros (Nº 40) y retenido en el tamiz IRAM 75 micrómetros (Nº 200).

LIMO Y ARCILLA COMBINADOS: Pasa el tamiz IRAM 75 micrómetros (Nº 200)

Las condiciones y características generales de cada grupo de suelos, se da a continuación:

Descripción de los grupos y subgrupos

Materiales Granulares

A-1-.

Suelos bien graduados, de gruesos a finos, con un ligante no plástico o débilmente plástico.

A-1-a.

Suelos en los que predominan fragmentos de piedra, o grava, con o sin material ligante bien graduado.

A-1-b.

Suelos en los que predominan arenas gruesas, con o sin material ligante bien graduado.

Algunos suelos A-1, pueden requerir materiales finos para constituir bases firmes.

Generalmente suelen ser muy estables bajo la acción de las cargas transmitidas por las ruedas, sin tener en cuenta su contenido de humedad. Pueden usarse satisfactoriamente como bases para delgadas carpetas bituminosas. Los suelos de este grupo son adecuados para superficies granulares de rodamiento.

A-2.-

Suelos compuestos por una extendida gama de materiales granulares que no pueden clasificarse en los grupos A-1 o A-3, por el contenido de finos, su plasticidad o ambas cosas a la vez.

A-2-4 y A-2-5.-

Suelos con materiales granulares que contienen ligante con características de los grupos A-4 o A-5

A-2-6 y A-2-7.-

Suelos con materiales granulares que contienen ligante con características de los grupos A-6 o A-7.

Los suelos A-2 son inferiores a los A-1 por su pobre gradación o inferior ligante, o ambas cosas a la vez.

Pueden ser muy estables con drenaje satisfactorio, y en relación con la cantidad y calidad del ligante, pueden ablandarse con la humedad y presentarse sueltos y polvorientos en épocas de sequías; algunos son dañados por las heladas. Los A-2-4 y A-2-5, bien arenados y compactados, pueden servir de bases. Utilizados como superficie de rodamiento, los A-2-6 y A-2-7, pueden perder estabilidad por efectos de la saturación capilar o falta de drenaje. La calidad de los suelos A-2-6 y A-2-7 como bases varía desde buena, cuando el porcentaje de material que pasa por el tamiz IRAM 75 micrómetro (Nº 200) es bajo, hasta dudosa, con alto porcentaje pasando aquel tamiz e índice plástico mayor de 10.

Generalmente los suelos A-2 son adecuados para cubrir subrasantes muy plásticas, cuando se construya un pavimento de hormigón.

A-3.

Suelos compuestos por arenas pobres en ligante y materiales gruesos. Ejemplos típicos de ese grupo son, las arenas finas de las playas y de los desiertos (formación eólica) y los materiales depositados por las corrientes de agua y constituidos por arenas finas pobremente graduadas y cantidades limitadas de arena gruesa y grava. Son comunes en ocasiones y les falta estabilidad bajo la acción de las cargas, a menos que estén bien húmedos. Son ligeramente alterados por la acción de la humedad, no experimentan cambios volumétricos y confinados constituyen adecuadas subrasantes para cualquier tipo de pavimento. No pueden ser compactados con los rodillos “pata de cabra” y se consolidan por vibración o por riegos y cilindrado.

Materiales Limo-Arcillosos

A-4.-

Suelos compuestos esencialmente de limo, con moderada o poca cantidad de material grueso y sólo pequeña cantidad de arcilla grasa coloidal. Son muy comunes en ciertas ocasiones y secos proveen una superficie de rodamiento firme, con ligero rebote al desaparecer las cargas. Cuando absorben agua rápidamente, sufren expansión perjudicial o pierden estabilidad aún sin manipularlos. Se levantan por la acción de las heladas. Su textura varía ampliamente desde el loam-arenoso hasta el limo y loamlimoso.

Los loam-arenosos tienen mejor estabilidad, para diversas densidades, que los limos y los loam-limosos. Sufren pequeñas variaciones de volumen y no producen grandes distorsiones del pavimento, aun cuando hayan sido compactados secos.

Los loam-limosos y limos, no adquieren altas densidades, porque su pobre graduación y carencia de material ligante, da lugar a un gran volumen de vacíos.

Son relativamente inestables con cualquier contenido de humedad, y cuando éste es grande, tienen muy baja estabilidad y valor soporte. Son difíciles de compactar porque el contenido de humedad, para obtener densidad satisfactoria, está dentro de estrechos límites. Secos, estos suelos son elásticos, mostrando considerable rebote cuando deja de actuar la carga. Los más plásticos se expanden al crecer su contenido de humedad.

Esto es más fácil de producirse, cuando han sido compactados con una humedad debajo de la óptima. Las carpetas bituminosas requieren importantes capas bases, cuando se empleen suelos de este grupo, como subrasantes.

Determinación del Índice de Grupo

El índice de grupo en esta clasificación de suelos, se puede determinar con la fórmula basada en la granulometría, límite líquido e índice plástico del suelo, o recurriendo para determinaciones rápidas, a los gráficos confeccionados con este fin.

La fórmula es la siguiente:

$$IG = (F - 35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15) (IP - 10)$$

F= por ciento de material que pasa por el tamiz IRAM 75 micrómetros (Nº 200), expresado como un número entero. Este por ciento se expresa en función del material que pasa por el tamiz de 75 mm. (3 ").

LL = límite líquido

IP = índice plástico

Bases para la formula Índice de Grupo

La fórmula desarrollada para evaluar cuantitativamente los materiales granulares con arcilla y los materiales limo arcillosos, se basa en las siguientes consideraciones:

Los materiales A1-a, A1-b, A2-4, A2-5 y A3 son satisfactorios para subrasantes, cuando están adecuadamente drenados y compactados debajo de moderados espesores de pavimento (base y/o capa superficial) compatibles con el tránsito que soportarán, o cuando han sido mejorados por la adición de pequeñas cantidades de un ligante natural o artificial.

Los materiales granulares con arcilla de los grupos A2-6 y A2-7 y los limo-arcillosos de los grupos A4, A5, A6 y A7 varían en su comportamiento como material de subrasante desde el equivalente a los buenos suelos A2-4 y A2-5 hasta el regular y pobre, requiriendo una capa de material de sub-base o un espesor mayor de la capa de base para soportar adecuadamente las cargas del tránsito.

El por ciento mínimo crítico que pasa por el tamiz IRAM 75 micrómetros (Nº 200), es de 35 despreciando la plasticidad y 15 cuando los índices plásticos son mayores que 10.

Se consideran críticos los límites de 40 o mayores.

Para suelos no plásticos o cuando el límite líquido no puede ser determinado, se considerará que el índice de grupo es cero (0).

No hay límite superior para el índice de grupo obtenido con la fórmula. Los valores críticos de PT N° 200, límite líquido e índice de plasticidad se basan en una evaluación de diferentes organizaciones que practican estos ensayos, sobre comportamiento de subrasantes y capas de base y sub-base.

Bajo condiciones promedio de drenaje y compactación adecuados, el valor soporte de una subrasante puede ser considerado inversamente proporcional al valor del índice de grupo. Un índice de grupo 0 indica un “buen” material de subrasante y otro de 20 o mayor un material “muy pobre”.

A-5.-

Son suelos similares a los A-4, con la diferencia que incluyen materiales muy pobremente graduados y otros como micas, y diatomeas que proveen elasticidad y dan lugar a baja estabilidad. No son muy comunes en ciertas ocasiones. Rebotan al dejar de actuar la carga, aun estando secos. Sus propiedades elásticas intervienen desfavorablemente en la compactación de las bases flexibles que integran y no son adecuados para subrasantes de delgadas bases de este tipo o carpetas bituminosas. Están sujetos al levantamiento por la acción de las heladas.

A-6.-

Suelos que están compuestos por arcillas con moderada o despreciable cantidad de material grueso. Son suelos muy comunes. En estado plástico, con variada consistencia, absorben agua sólo cuando son manipulados.

Tienen buen valor soporte compactados a máxima densidad; pero, lo pierden al absorber agua. Son compresibles, con poco rebote al dejar de actuar la carga y muy expansivos compactados en subrasantes con humedad debajo de la óptima. Los índices de plasticidad mayores de 18, indican alta cohesión del material ligante (arcilla y coloides) con bajos contenidos de humedad. Poseen muy poca fricción interna, y baja estabilidad para altos contenidos de humedad.

Colocados y “conservados” con poca humedad, son aceptables en terraplenes y subrasantes. La presión capilar del agua, que se ejerce por el secado, es de tal intensidad que acerca las partículas del suelo, formando una masa compacta y densa.

Este proceso se pone en evidencia por la formación de grietas de contracción en épocas de sequía.

Como estos suelos tienen poros muy pequeños, el agua se mueve lentamente por ellos, aún bajo considerable carga hidrostática. Absorben agua o se secan muy lentamente, a menos que sean manipulados. Son difíciles de drenar. Mientras el movimiento del agua gravitacional es lento, la presión capilar que empuja el agua de las porciones húmedas a las secas, es muy grande, e importantes fuerzas expansivas se desarrollan por este motivo.

No son adecuados para usar como subrasantes, bajo delgadas bases flexibles o carpetas bituminosas, por los grandes cambios volumétricos al variar la humedad y su bajo valor soporte al humedecerse.

Entre los suelos más pesados de este grupo y los pavimentos de hormigón, debe interponerse una capa de otros materiales, para prevenir distorsiones del pavimento o la producción del “bombeo”. Todos los pavimentos flexibles necesitan la interposición de capas de suelos A-1 o A-2 o piedra partida, para prevenir la acción de la arcilla sobre las bases flexibles, con pérdida de su capacidad portante.

A-7.-

Como en los suelos A-6, predominan en éstos la arcilla, pero debido a la presencia de partículas uniformes de limo, materia orgánica, escamas de mica o carbonato de calcio, son elásticos. Bajo cierto contenido de humedad se deforman rápidamente bajo la acción de la carga, y muestran apreciable rebote al desaparecer aquella. Poseen las mismas características de los suelos A-6 y el mismo comportamiento constituyendo subrasantes en otras aplicaciones de la construcción. Además de los altos cambios volumétricos al variar la humedad, bajo valor soporte al humedecerse, necesidad de interposición de capas de otros materiales para separarlos del pavimento, etc., los suelos A-7 son elásticos y rebotan al dejar de actuar las cargas, lo que impide la adecuada compactación y los hacen inaceptables como subrasantes para pavimentos flexibles.

A-7-5.-

Suelos como los A-7 con moderados índices de plasticidad en relación al límite líquido, pueden ser altamente elásticos y sujetos a considerables cambios volumétricos.

A-7-6.-

Suelos como los A-7 con altos índices de plasticidad en relación al límite líquido y sujetos a extremados cambios volumétricos. Suelos compuestos de turbas blandas y tierras abonadas que, tienen grandes cantidades de materia orgánica y humedad y no pueden ser usados en subrasantes y terraplenes o cualquier otro tipo de construcción.

Planilla Nº 2: CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA SUBRASANTES (CON SUBGRUPOS)

CLASIFICACIÓN GENERAL	SUELOS GRANULARES Pasa tamiz IRAM 75 micrómetros (Nº 200) hasta el 35%							SUELOS ARCILLOSO-LIMOSO Pasa tamiz IRAM 75 micrómetros (Nº 200) más del 35%			
CLASIFICACIÓN POR GRUPOS	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Ensayo de tamizado por vía húmeda Porcentaje que pasa por:											
Tamiz IRAM de 2 mm. Nº 10	Máx 50										
Tamiz IRAM de 425 micrómetros Nº 40	Máx 30	Máx 50	Mín 51								
Tamiz IRAM de 75 micrómetros Nº 200	Máx 15	Máx 25	Máx 10	Máx 35	Máx 35	Máx 35	Máx 35	Mín 36	Mín 36	Mín 36	Mín 36
Características de la fracción que pasa por tamiz IRAM 425 micrómetros Nº 40											
Límite Líquido	-	-	-	Máx 40	Mín 41	Máx 40	Mín 41	Máx 40	Mín 41	Máx 40	Mín 41
Índice de Plasticidad	Máximo 6		No plástico	Máx 10	Máx 10	Mín 11	Mín 11	Máx 10	Máx 10	Mín 11	Mín 11
CONSTITUYENTES PRINCIPALES DE TIPOS MAS COMUNES	Fragmentos de rocas, grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas arcillosas limosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
COMPORTAMIENTO GENERAL COMO SUBRASANTE	Excelente a bueno						Regular a pobre				

El Índice Plástico del Sub-Grupo A - 7 - 5 es igual o menor que LL - 30. el Índice Plástico del Sub-Grupo A - 7 - 6 es mayor que LL - 30.-

Tabla 1: Clasificación del suelo

5. ENSAYOS

Para clasificar el suelo es necesario realizar los siguientes ensayos:

- Tamizado o Granulometría de suelo por vía húmeda
- Limite Líquido
- Limite Plástico – Índice Plástico

También se realizaron otros ensayos necesarios:

- Compactación de Suelos
- Control de compactación por el método del cono de arena (In Situ)

5.1. TAMIZADO DE SUELO POR VIA HUMEDA

Esta Norma detalla el procedimiento a seguir para establecer la distribución porcentual de las partículas finas de un suelo, o fracción fina de un material granular, de tamaño inferior a los tamices IRAM 2,0 mm (Nº 10), IRAM 425 micrómetros (Nº 40) e IRAM 75 micrómetros (Nº 200).

El procedimiento que se siguió para realizar el ensayo se detalla en el anexo 1 (A1.1.).

5.2. LIMITE LÍQUIDO

Es el contenido de humedad, expresado en por ciento del peso del suelo seco, existente en un suelo en el límite entre el estado plástico y el estado líquido del mismo. Este límite se define arbitrariamente como el contenido de humedad necesario para que las dos mitades de una pasta de suelo de 1 cm de espesor fluya y se unan en una longitud de 12 mm, aproximadamente, en el fondo de la muesca que separa las dos mitades, cuando la cápsula que la contiene golpea 25 veces desde una altura de 1 cm, a la velocidad de 2 golpes por segundo.

El procedimiento que se siguió para realizar el ensayo se detalla en el anexo 1 (A1.2.).

5.3. LIMITE PLATICO – INDICE PLASTICO

El Limite Plástico es el contenido de humedad existente en un suelo, expresado en por ciento del peso de suelo seco, en el límite entre el estado plástico y el estado sólido del mismo.

Este límite se define arbitrariamente como el más bajo contenido de humedad con el cual el suelo, al ser moldeado en barritas cilíndricas de menor diámetro cada vez, comienza a agrietarse cuando las barritas alcanzan a tener 3 mm. de diámetro.

El Índice Plástico es la diferencia entre el LL y el LP.

El procedimiento que se siguió para realizar el ensayo se detalla en el anexo 1 (A1.3.).

5.4. CONTROL DE COMPACTACION

Estudia las variaciones del peso unitario de un suelo en función de los contenidos de humedad, cuando se lo somete a un determinado esfuerzo de compactación. Permite establecer la Humedad óptima con la que se obtiene el mayor valor del Peso unitario, llamado Densidad seca máxima.

El procedimiento que se siguió para realizar el ensayo se detalla en el anexo 1 (A1.4.).

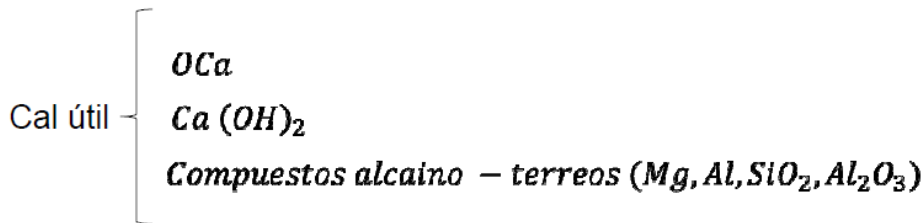
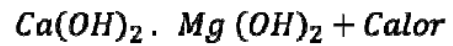
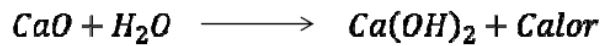
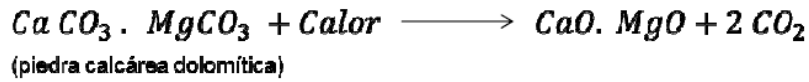
5.5. CONTROL DE COMPACTACION POR EL METODO DEL CONO DE ARENA

Determina en el terreno el peso unitario de un suelo compactado, corrientemente denominado densidad, y establece si el grado de compactación logrado cumple las condiciones previstas.

El procedimiento que se siguió para realizar el ensayo se detalla en el anexo 1 (A1.5.).

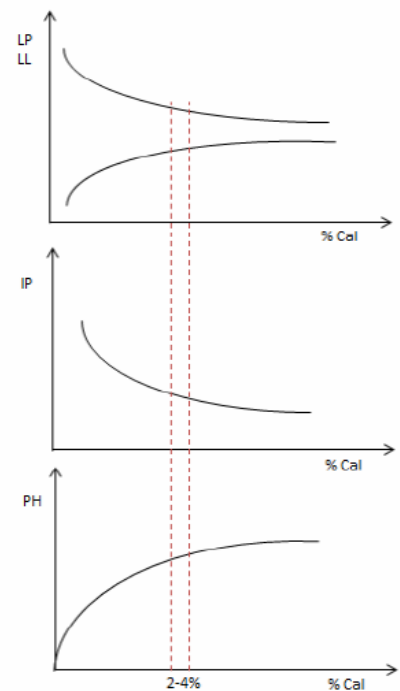
6. ESTABILIZACION SUELO CAL

- CAL



Corrección en el suelo:

- Plasticidad y trabajabilidad
 - Granulometría
 - Densidad-humedad
 - Cambios volumétricos
 - Resistencia mecánica
- Mejoramiento (cambiamos LL,LP, IP, etc.)
 - Estabilización (generamos matriz cementante)



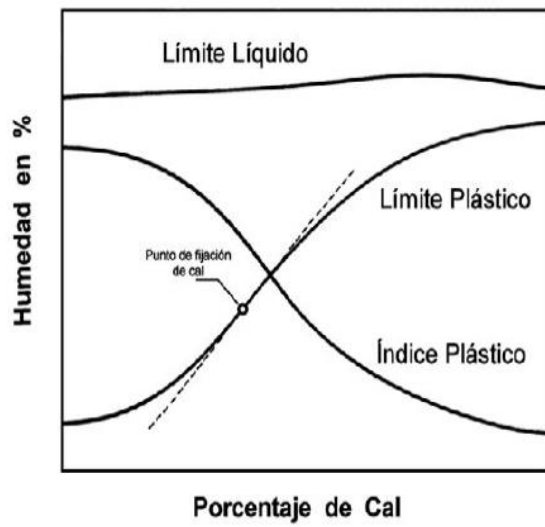


Figura 12: Variación del Límite Plástico e Índice Plástico en función del porcentaje de cal.

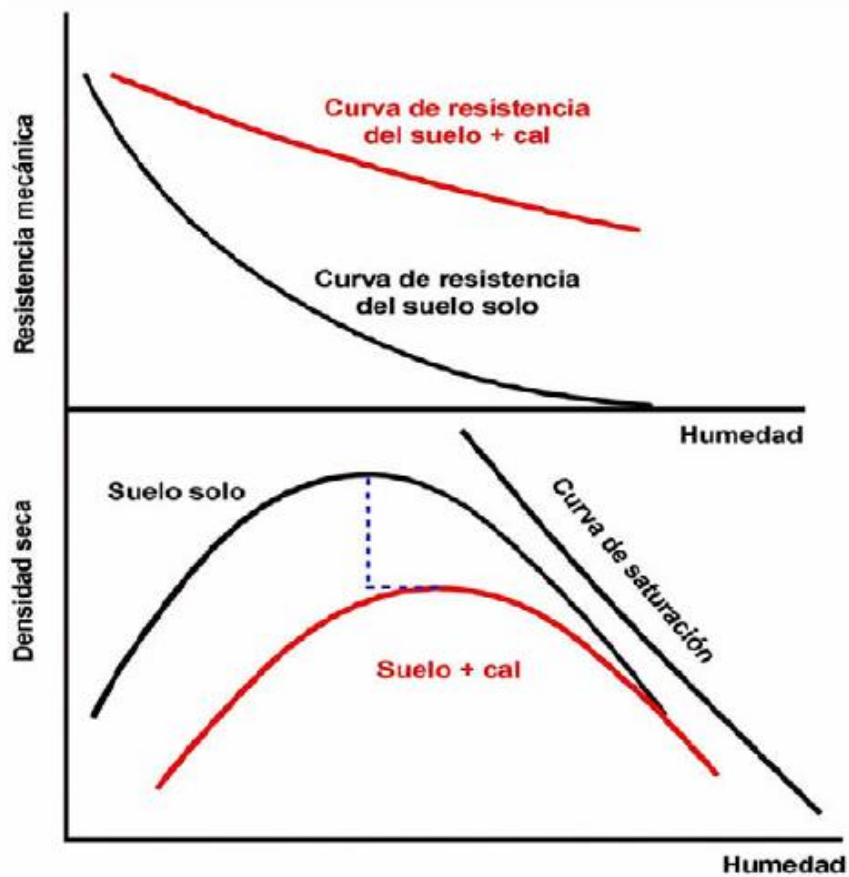


Figura 13: comparación en la resistencia mecánica, humedad óptima y densidad seca entre Suelo-cal y suelo solo.

SECCIÓN III

PARTE PRÁCTICA

7. ANALISIS DEL TERRENO, INSPECCION VISUAL

Primero se detectó y analizo el terreno por medio de imágenes satelitales provistas por el google earth y planos del terreno, en donde se pudo observar sus dimensiones, la presencia de construcciones civiles, grandes arboledas y las construcciones vecinas. Luego de identificado y estudiado el terreno, se realizó una primera visita al mismo, principalmente sobre el sector donde se instalarían las canchas. Allí se observó el estado de las construcciones que en ese momento ocupaban parte del sector en cuestión, tipo de vegetación y suelo entre otras. Sin embargo debido a las fuertes y continuas lluvias que hubo en esos días, se tornó casi imposible la circulación sobre el terreno ya que el suelo estaba muy inestable por el alto grado de humedad que contenía.

Otra característica que se detecto fue la presencia de una gran depresión ubicado en el fondo del terreno en donde el acceso era imposible ya que este estaba inundado y la altura del agua era considerable. Esto fue corroborado luego por los dueños los que mencionaron la existencia de una laguna en ese sector.

En este punto se determinó entonces que se tenía un terreno abandonado aproximadamente de 8.700m² con un palmeral que cubría una superficie de 2.000 m², dos canchas de paddle en ruinas, una depresión en el fondo del terreno y vegetación abundante propios del abandono. Es un terreno esquina en donde hacia el Norte y el Oeste, el terreno da hacia las calles Chasqui y Moreno respectivamente. Hacia el Este colinda con casas unifamiliares, y hacia el sur con el supermercado Chango Más. Se ubica en un barrio tranquilo rodeado de residencias familiares.



Figura 14: Ubicación del terreno, desde una imagen satelital.

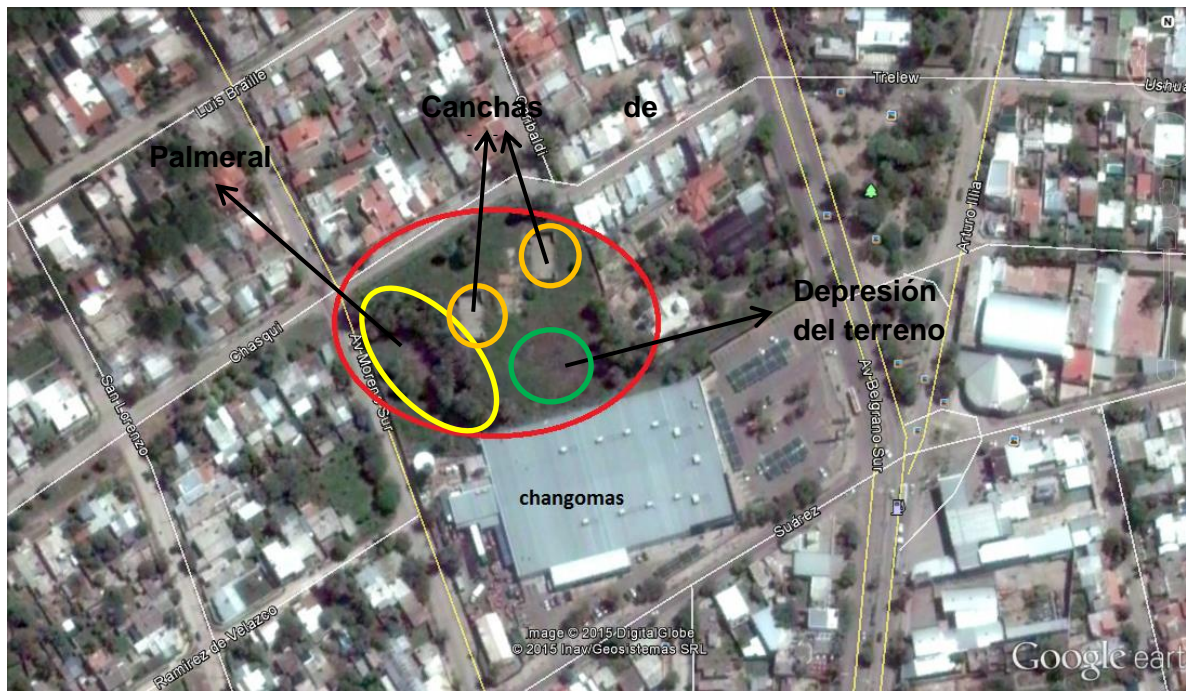


Figura 15: Ubicación de los diferentes objetos y caracterización del terreno y de las propiedades vecinas.



Figura 16: Foto tomada desde afuera del terreno. Se puede observar el palmeral a la derecha, una de las canchas de paddle y la densidad de vegetación.



Figura 17: En esta imagen se observa la altura de la vegetación, del terreno. Lugar donde se ubican las canchas.

8. LIMPIEZA Y DESTRONQUE DEL TERRENO

Se procedió a la supervisión de la limpieza y destronque del terreno. Esta consistió en la remoción del manto vegetal, algunos pequeños árboles que se encontraban en el medio del sector donde se construirían las canchas y en la demolición de las canchas de paddle.

La actividad se llevó a cabo con una maquina cargadora frontal y dos ayudantes en el campo.

El suelo saturado no permitió trabajar a la maquina con total libertad, condicionándola y disminuyendo su eficiencia.

Otra Problemática que surgió fue la rotura de un caño de agua en funcionamiento, por parte de la cargadora, no informado a la empresa por parte de los dueños. Se solucionó rápidamente cortando la provisión desde la llave maestra.



Figura 18: Imagen de la cargadora frontal trabajando en la demolición de las canchas y extracción del manto vegetal.



Figura 19: Imagen del estado del terreno y al fondo la maquina extrayendo un árbol de mediana altura.



Figura 20: Otro ángulo de la cargadora extrayendo una palmera.

9. RELEVAMIENTO TOPOGRAFICO, REUBICACION DE LAS CANCHAS Y DEFINICION DE LOS NIVELES DE PROYECTO:

Una vez demolido la construcción y revuelto gran parte del manto vegetal, se procedió a relevar el lugar para determinar lo siguiente:

- 1) Corroborar dimensiones dadas por el plano.
- 2) Relevamiento de las palmeras límites con las canchas (en función de estas se ubican las canchas).
- 3) Nivel del terreno y pendiente del terreno.
- 4) Desagües.
- 5) Replanteo de las canchas de futbol.

Este relevamiento se realizó a partir de un Nivel Topográfico y cinta métrica.

Se midieron los niveles de todo el terreno, principalmente el sector donde se emplazan las canchas, y los de las calles Chasqui y Moreno. Por estas evacuaría el agua de lluvia.



Figura 21: Imagen del terreno, la cargadora siguiendo con la limpieza y al fondo se observa el inicio del relevamiento topográfico del terreno.



Figura 22: Medición altimétrica con nivel y mira topográfica.

Se definieron 3 puntos fijos, necesarios por las obstrucciones que se tenían para realizar las lecturas.

A partir del relevamiento se cargaron los datos al plano, se corrigieron algunas medidas y se construyeron las curvas de nivel.

Se pudo identificar que el primer vértice de la ochava en la doble curva sobre chasqui tenía un ángulo mayor al de los planos y por lo que la distancia entre la ochava y la línea medianera que colinda con Chango Mas, midiendo ortogonal a esta, era mayor a la que se tenía con el plano. También se comprobó y ubico la depresión en el terreno.

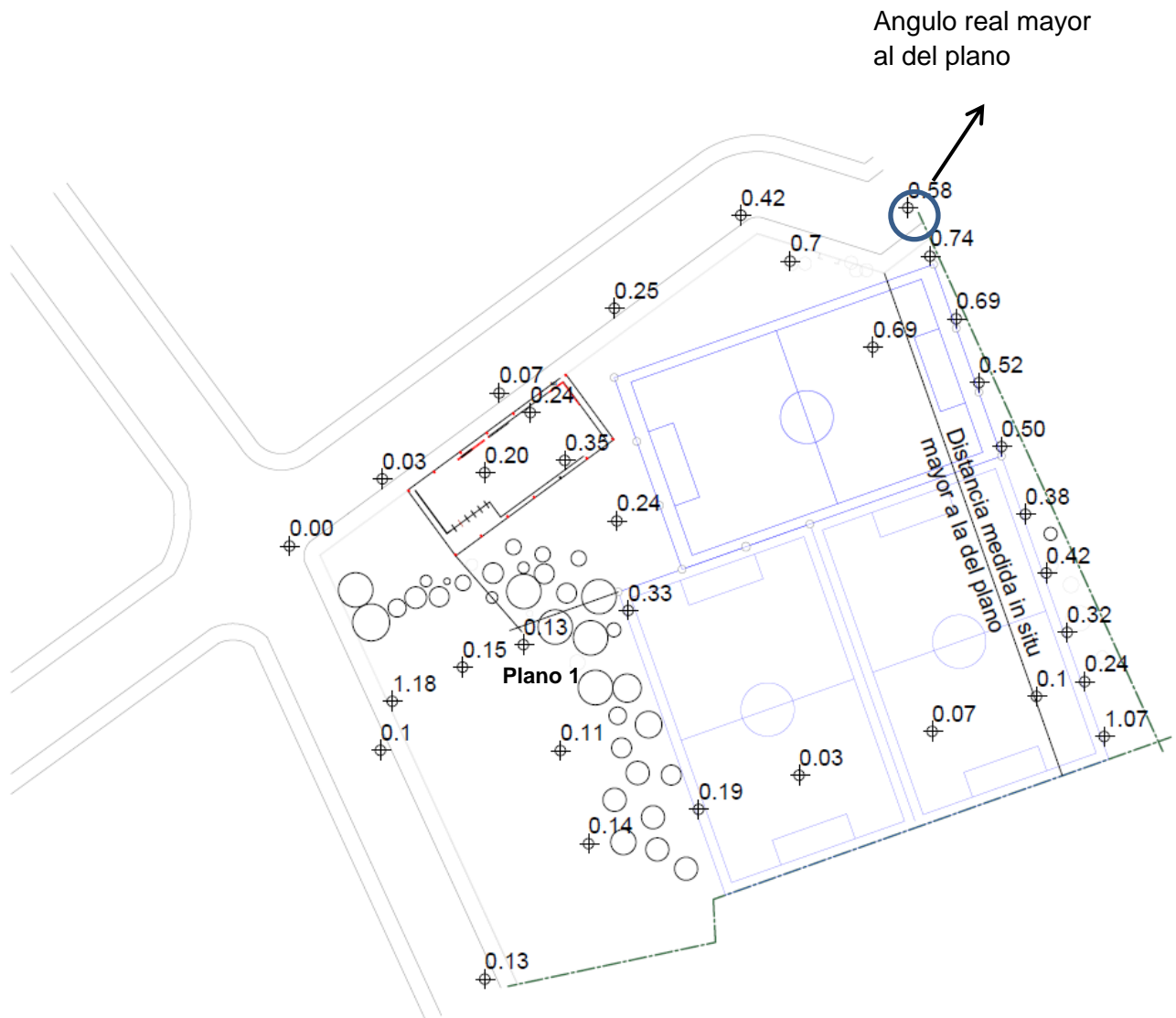


Figura 23: Diferencias entre el plano del proyecto y las mediciones in situ.



Figura 24: Curvas de nivel del terreno natural.

A partir de las mediciones, correcciones realizadas y el replanteo del palmeral (factor determinante en la ubicación de las canchas) se propuso la ubicación, niveles finales de las canchas de fútbol, como así también las formas de desagüe de las mismas de tal forma de reducir al mínimo el movimiento de suelo, ya que esto repercute directamente en los costos de la obra. Otro factor muy importante que influyó en la definición del proyecto fue tener en cuenta las pendientes máximas para evitar erosión y pendientes mínimas para garantizar el desagüe eficiente del campo de césped sintético según lo expuesto en la sección anterior del presente informe ($0.6 \leq \text{Pend} \leq 1.1$).

Propuesta:

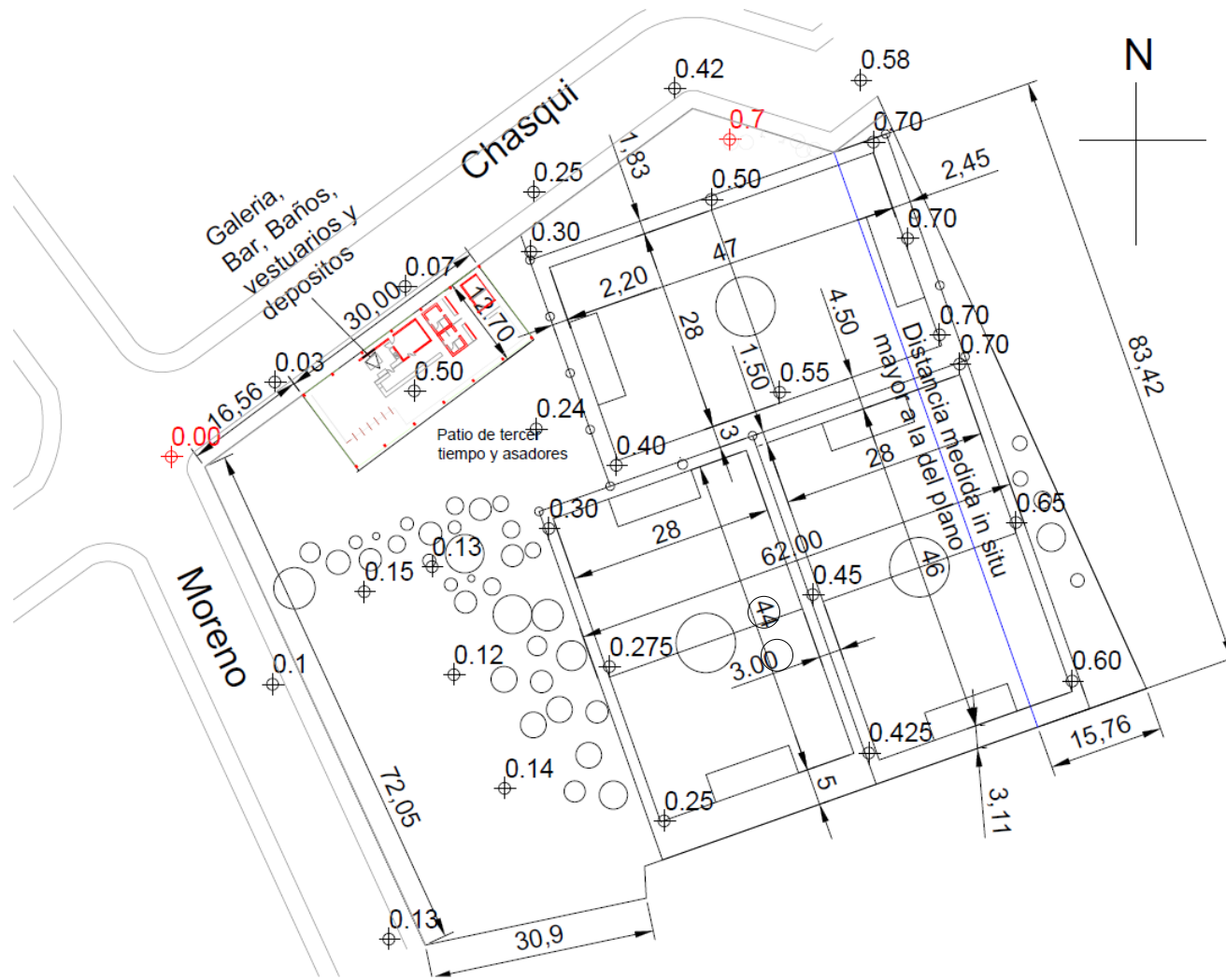


Figura 25: Propuesta de cotas y niveles del plano de proyecto final.



Figura 26: Curvas de nivel propuestas

Con las curvas de nivel del terreno natural y las curvas de proyecto (finales), se calcularon a través del CivilCad, superponiendo las mencionadas superficies, los movimientos de suelos necesarios. Volúmenes de terraplén o relleno y desmorte:

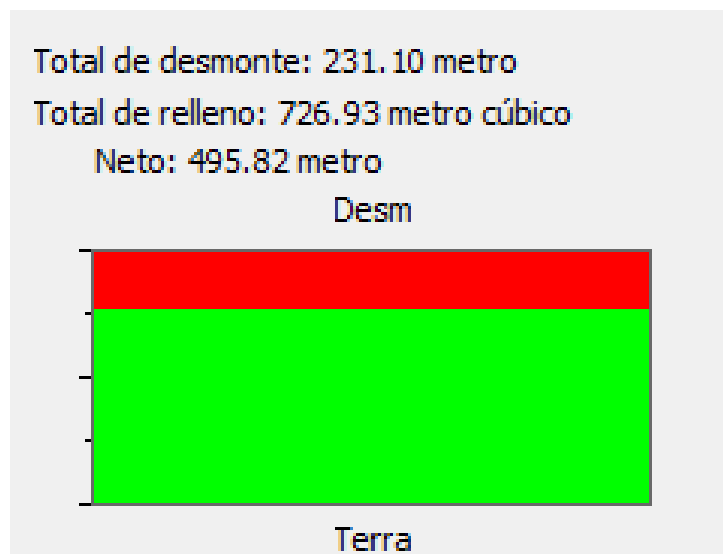


Figura 27: Grafico que muestra porcentaje de desmorte y relleno.

Esto fue un factor que no se tuvo en cuenta inicialmente, y que afectaba directamente en la inversión inicial y los tiempos de la obra. Ahora se debía buscar y comprar tierra.

Se utilizaron algunos escombros de la demolición para relleno, y lo demás se compró de una obra cercana.

A continuación se realizaron los correspondientes estudios del suelo propio del terreno y el de relleno transportado de la obra cercana.

10. CONFECCION DE LA ESTRUCTURA DE LA BASE DE APOYO DEL CESPED

10.1. ESTUDIO DEL SUELO

Del suelo se extrajeron muestras representativas y se llevó al laboratorio para realizarle los siguientes ensayos:

- Granulometría
- Limite Liquido
- Limite Plástico – Índice Plástico
- Clasificación
- Compactación, Método de Proctor

De los que se obtuvieron los siguientes resultados:

10.1.1. Granulometría por lavado

PESO SECO DE LA MUESTRA: 200,0

Tamices (in)	Tamices (mm)	RET. gr	PASA gr.	% PAS
4	4,7625	0,0	200,0	100,0
10	2	2,4	197,6	98,8
40	0,42	26,1	171,5	85,8
200	0,074	70,4	101,1	50,6

Tabla 2: Tabla final del ensayo de granulometría, con % de pasante y retenido.

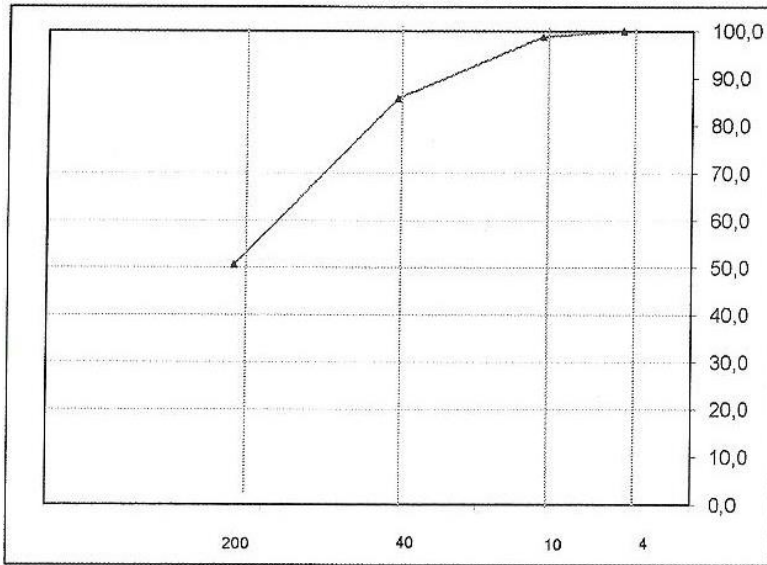


Figura 29: Grafico que muestra porcentaje de pasantes según tamiz



Figura 28: Tamizado por lavado

10.1.2. Limite Liquido, Limite Plástico - Índice Plástico

LIMITE LIQUIDO	23,3	P/ 25 GOLPES
-----------------------	------	--------------

LIMITE PLASTICO	17,8
------------------------	------

INDICE DE PLASTICIDAD	5,5
------------------------------	-----

10.1.3. Clasificación del suelo

CLASIFICACION HRB	A-4
--------------------------	-----

10.1.4. Ensayo de compactación

PESO SUELO + MOLDE a	PESO SUELO P = a - b	DENSIDAD HÚMEDA $D_H = P / V$	PESO SUELO HÚMEDO P_H	PESO SUELO SECO P_s	% H. H	DENSIDAD SECA $D_s = \frac{100 D_H}{100 + H}$
3.386,0	1.685,0	1.768,1	300,0	262,2	14,4	1.545
3.498,0	1.797,0	1.885,6	300,0	258,1	16,2	1.622
3.598,0	1.897,0	1.990,6	300,0	254,0	18,1	1.685
3.601,0	1.900,0	1.993,7	300,0	249,9	20,0	1.661

Tabla 3: Resultados del ensayo de compactación



Figura 31: Laboratorio de vialidad de la provincia.



Figura 30: Ensayo de compactación

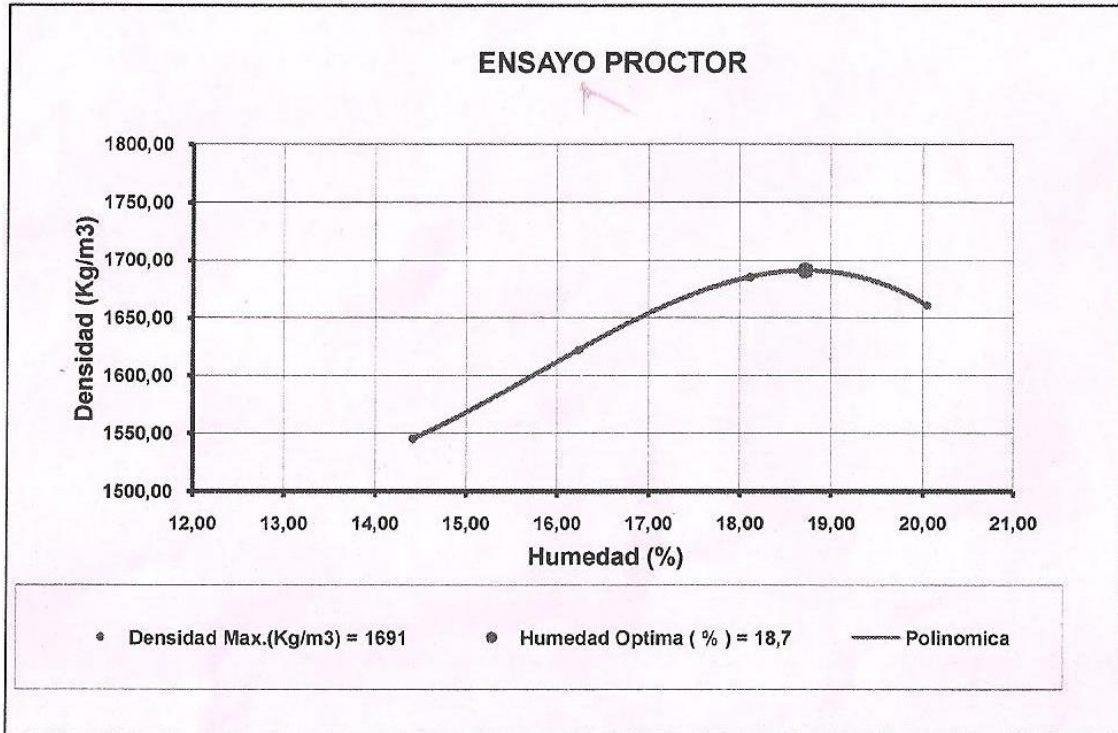


Figura 32: Grafico realizado a partir del ensayo de compactación, con el que se obtiene la Densidad Máxima Seca y la Humedad Optima.

10.2. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS Y DEFINICION DEL LA ESTRUCTURA.

El Suelo como se puede observar en los resultados es un A-4 (mayoría de los casos en Santiago Del Estero Capital), no tiene un elevado Limite Líquido, tampoco el Índice Plástico es alto pero tiene gran porcentaje de pasante Tamiz 200 (50,6%).

Por otro lado en una excavación in situ se pudo determinar que la napa freática se encontraba a solo 90 cm de la superficie.

Debido a la presencia de humedad permanente que contenía el suelo seguramente por lo anteriormente expuesto y teniendo en cuenta que se trabaja con un suelo tipo A-4 según los ensayos de laboratorio. Se identificaron dos problemas que podrían surgir:

- El primero es el que se mencionó en el marco teórico que corresponde con las características de un suelo A-4, en donde en presencia de humedad podría tenerse variaciones volumétricas que serían muy perjudiciales para la cancha de futbol, infiriendo directamente en la calidad del servicio.

- En segundo lugar se presentaba la dificultad en la ejecución de una compactación eficiente ya que la humedad presente en algunos sectores superaba a la óptima.

Por lo expuesto se decidió realizarle una mejora al suelo. Esta se realizó con la adición de Cal, ya que brinda soluciones a diversos problemas los cuales son:

1. Permiten mejorar un suelo demasiado húmedo
2. Permiten utilizar un suelo no tolerable
3. Permiten mejorar un suelo tolerable.
4. Controla los cambios volumétricos.

Debido a que esta actúa:

- Disminuyendo el índice de plasticidad, bajando el límite líquido.
- Disminuye la densidad obtenida del ensayo de compactación proctor.
- Aumenta la humedad óptima, lo que permite trabajar con mayor humedad en el suelo.
- Aumenta el CBR.
- Disminuye la sensibilidad al agua.
- Aumenta la resistencia a la compresión simple. Esto se logra si se agrega suficiente cantidad de cal. Generalmente el primer contenido de cal permite cambiar las características del suelo, y lo que se coloque por encima de esto, produce una estabilización.

El porcentaje de cal a suministrar al suelo se decidió por el 3% debido a las principales necesidades que se buscaba (lo subrayado arriba) y lo enunciado en el marco teórico, donde hasta ese porcentaje (2% a 4%) mejora notablemente el suelo respecto al LL, LP, IP y H^o óptima. A partir de ese porcentaje la variación de las características mencionadas son pequeñas, solo sigue mejorando la resistencia (tal y como lo muestran los gráficos del marco teórico).

Se corroboró que la elección de estabilizar el suelo con cal haya sido la conveniente con la ayuda del siguiente gráfico.

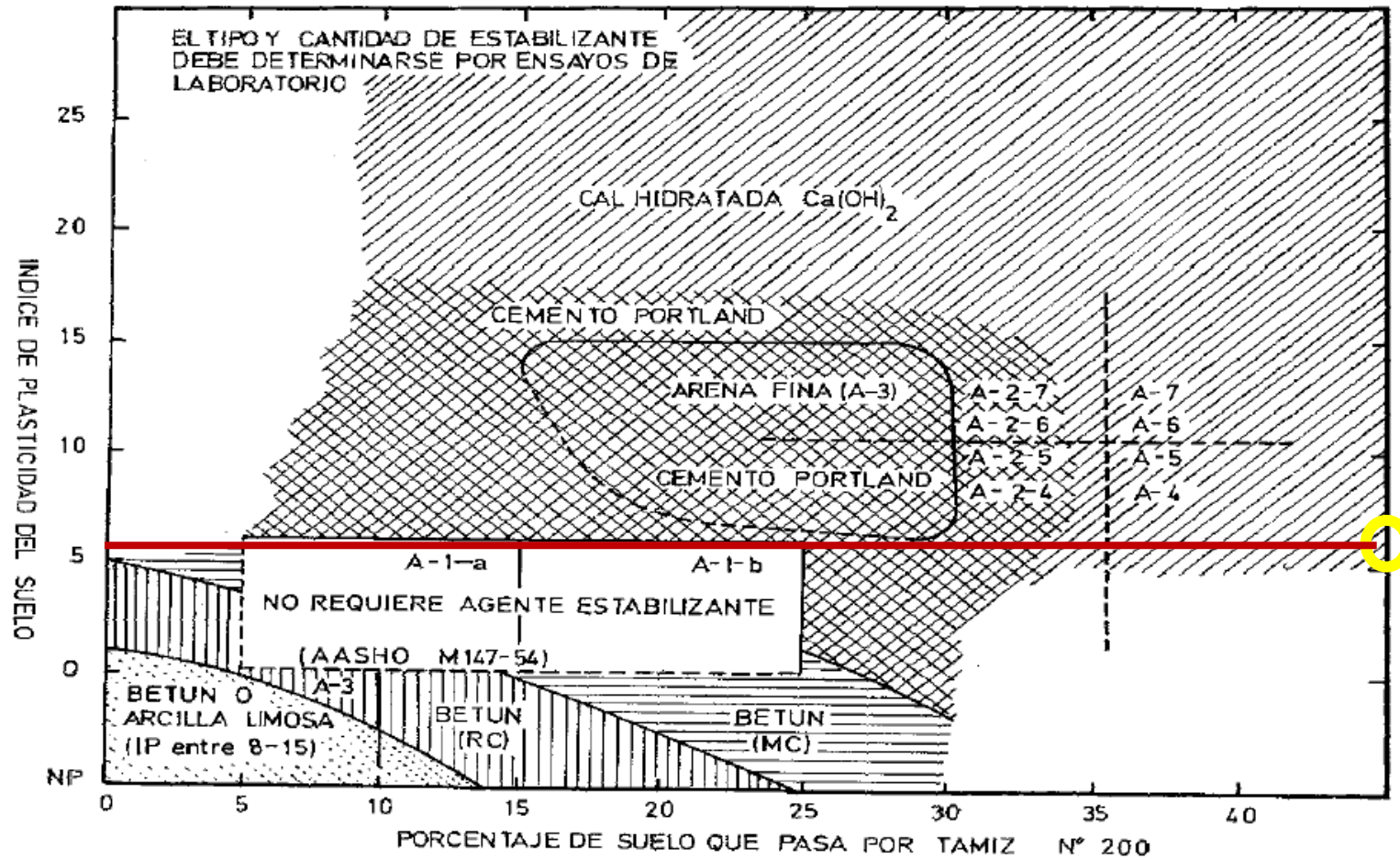


Figura 33: Gráfico para determinar el estabilizante apto según el tipo de suelo a mejorar.

Finalmente sobre la superficie suelo-cal se optó por realizar una capa de base granular de aproximadamente 5 cm para brindarle mayor resistencia e impermeabilidad, asegurar durabilidad y mejorar la terminación dejándola lisa, libre de ondulaciones. Esto último es de fundamental importancia para la calidad de la cancha, ya que como se lo explicó en el marco teórico el césped sintético toma exactamente la forma de la superficie donde se asienta, por lo que cualquier desperfecto al momento de la instalación o producido a lo largo de su vida útil, afectara a la superficie con la consiguiente disminución en la calidad del servicio como así también la vida útil del producto.

Sobre esto y antes de instalar el césped sintético, se tendera una membrana de polietileno de 200 micrones. Principalmente para darle impermeabilidad y evitar que puesto en funcionamiento las canchas, el suelo acumule elevada humedad debido a fuertes lluvias.

Esta elección por sobre otras alternativas, como ser la de realizar una capa asfáltica de 3 cm o una carpeta de hormigón es puramente económica. Mientras que comparado a una imprimación de asfalto respecto a la lámina de polietileno es tanto por efectividad y economía.

Finalmente sobre la membrana, se sitúa el césped sintético la arena y el caucho tal como ya se explicó en el marco teórico.

Por lo tanto la estructura proyectada quedara constituida de la siguiente manera:

- Suelo-Cal
- 5 cm de base granular
- Membrana de polietileno de 200 micrones
- Base de polipropileno del Césped sintético
- Arena silícea tamizada
- Caucho molido
- Hilado de polietileno que cumplen el rol del césped natural.

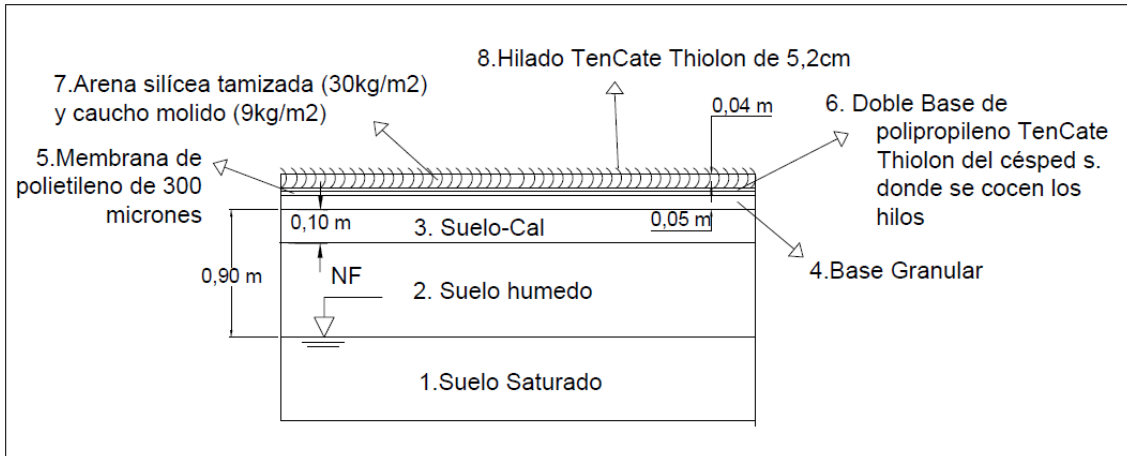


Figura 34: Detalle de la estructura tipo de las canchas.

Las causas que se consideraron determinantes para la elección de esta estructura fueron:

1. Periodo de alquiler.
2. Calidad del suelo
3. Nivel de capa freática
4. Humedad regular del suelo
5. Tamaño de la cancha (F-7,8)
6. Comparación de costos frente a las distintas alternativas.

10.3. CALCULO DEL VOLUMEN NECESARIO DE SUELO Y BASE GRANULAR

Definido la estructura de la base de asiento se calculó los volúmenes necesarios de cada capa.

Base Granular:

$$Vol\ Base\ G_{Comp} = 0,05m \times 4.200,0m^2 = 210\ m^3$$

$$Vol\ Base\ G_{Suelto} = 210\ m^3 \times 1,4 = 294\ m^3$$

Suelo:

$$Vol\ Suelo_{Comp} = 495,82m^3 - 210m^3 = 285,82\ m^3$$

$$Vol\ Suelo_{Suelto} = 285,82m^3 \times 1,4 = 400,15\ m^3$$

11. DISEÑO DE DISPOSITIVOS DE DESAGUE Y CALCULO DE CAUDALES VERTIENTES SOBRE COLECTORAS:

11.1. ANALISIS DEL DESAGUE DE LAS CANCHAS Y DIMENSIONAMIENTO DE CANALETA PLUVIAL.

El desagüe de las canchas según proyecto se muestra en el siguiente plano:

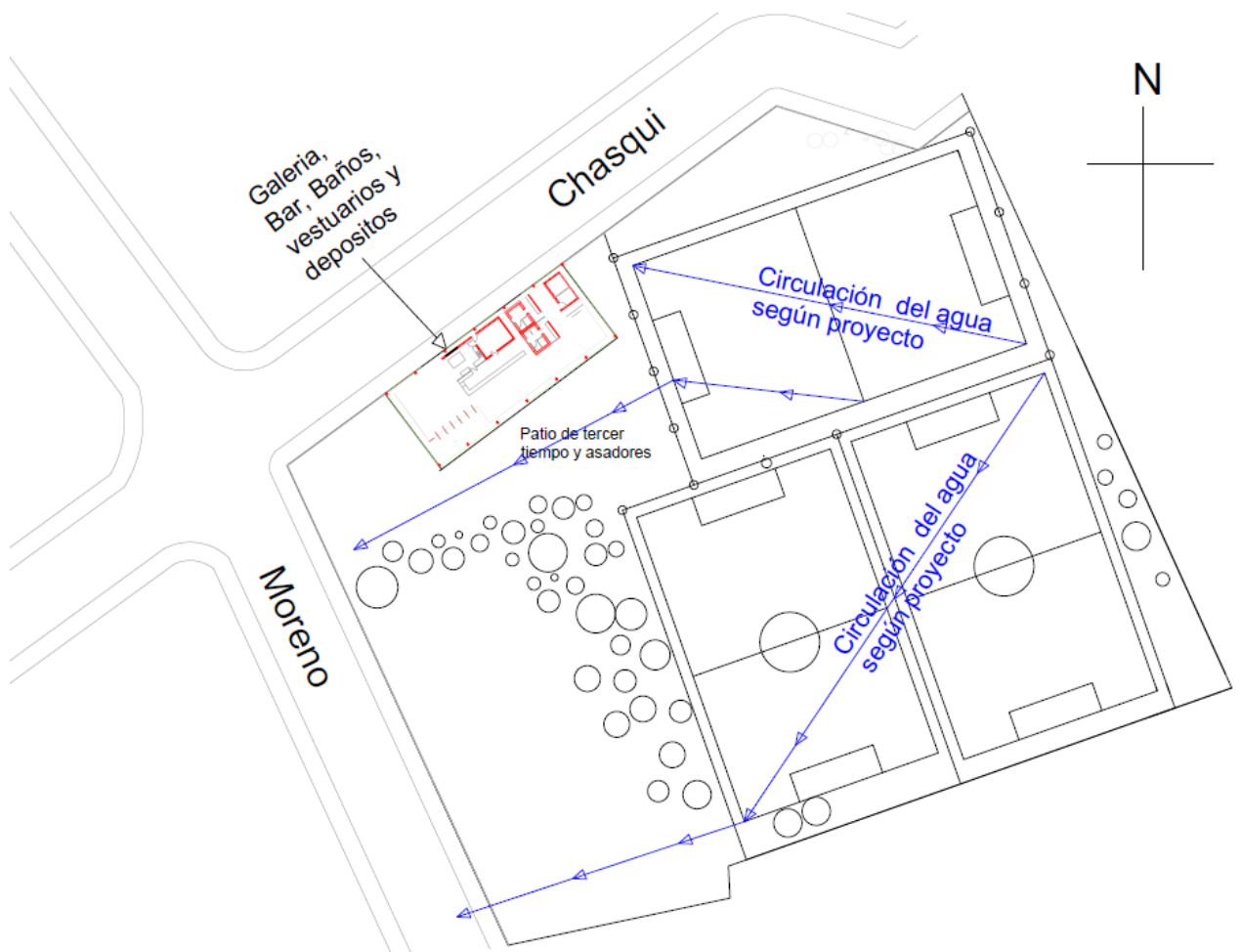


Figura 35: Trayectoria del agua para desagüe

Debido a la gran distancia a recorrer por el agua de lluvia en las canchas colindantes a Chango Mas (hacia el sur) y teniendo en cuenta nula posibilidad del agua a infiltrarse por el suelo (se busca evitar esto). Se proyectó una canaleta de hormigón entre estas dos canchas para interceptar el agua de la que se ubica aguas arriba, con el fin de agilizar el desagüe de la cancha de aguas abajo y también proteger las capas de suelo de la infiltración acortando el tiempo de presencia de agua sobre las canchas.

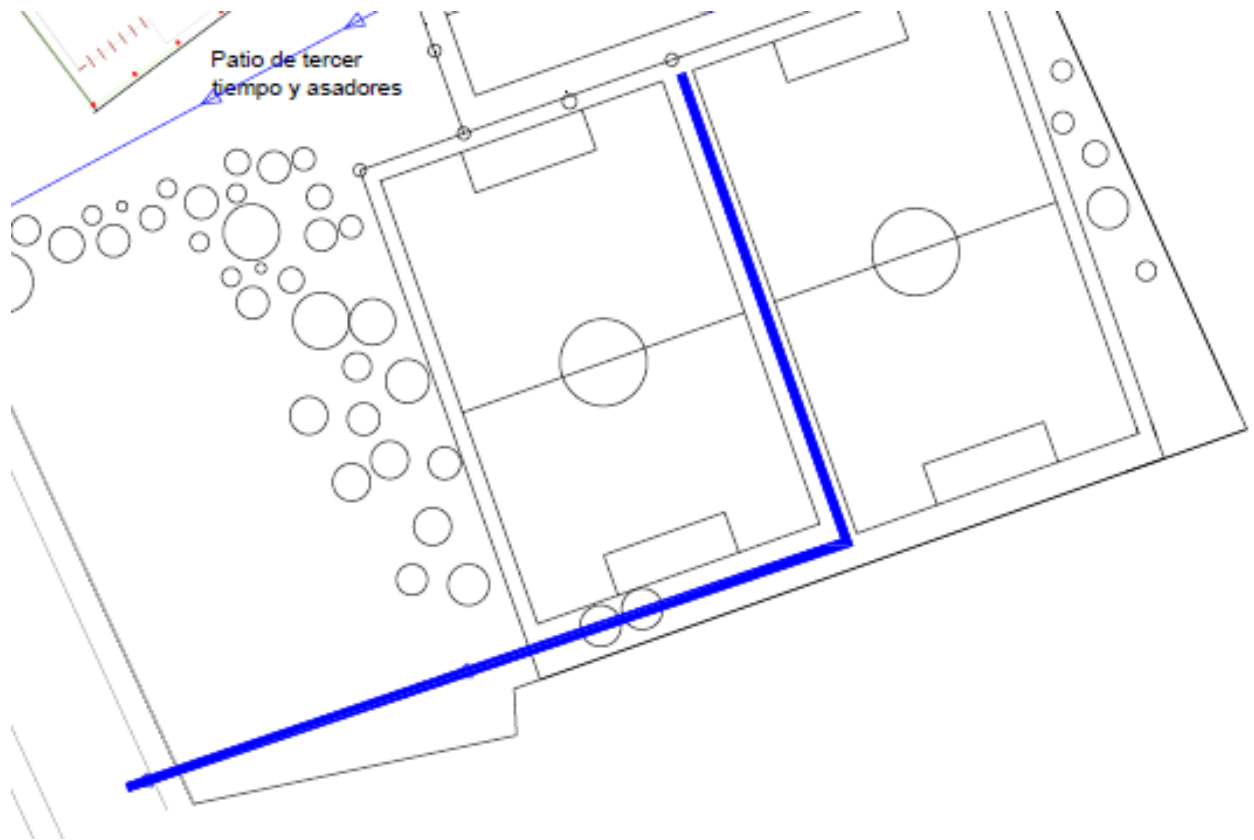


Figura 36: Canaleta de desagüe pluvial de la cancha Aguas arriba.

La canaleta tendrá las siguientes dimensiones:

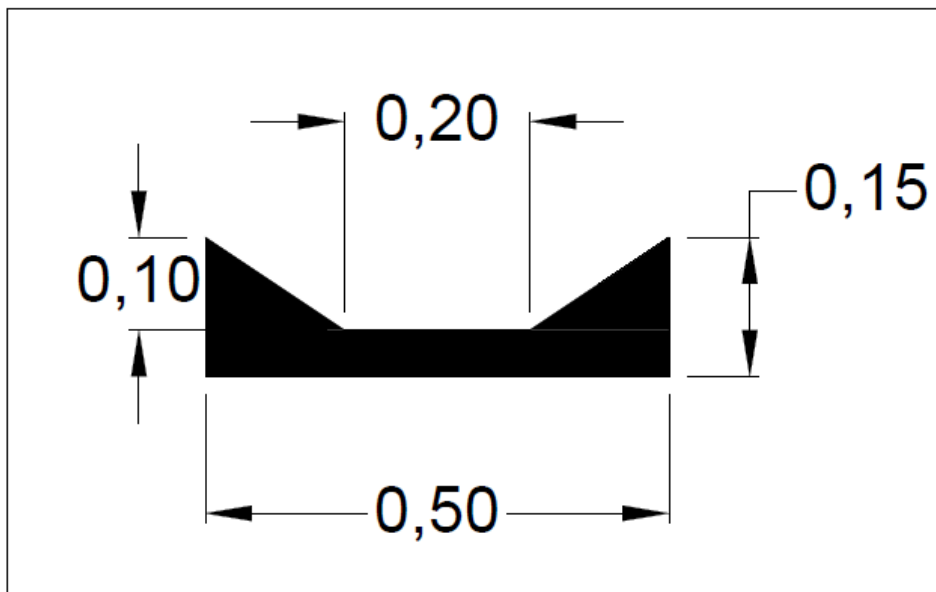


Figura 37: Dimensionamiento de la canaleta propuesta

Por la ecuación de Manning se calculó el caudal para la canaleta proyectada:

$$S = 0,00217 \quad n = 0,11 \quad A = 0,028 \quad R = 0,027$$

$$Q_{canaleta} = \frac{1,49}{n} \times A \times R^{2/3} \times \sqrt{S} = 0,023 \frac{m^3}{s}$$

Luego se verifico con el caudal necesario producido por la cancha aguas arriba. Para la obtención de este valor se utiliza el método general racionalizado:

Tormenta de proyecto: $I = 80 \text{ mm/h}$

$$C_{cancha} = 0,80; \quad A_{cancha} = 1.288 \text{ m}^2 = 0,1288 \text{ ha}$$

$$Q_{requerido} = \frac{I \times C \times A_{cancha}}{360} = 0,022 \frac{m^3}{s}$$

Lo que verifica.

11.2. CALCULO DE CAUDALES VERTIENTES SOBRE LAS CALLES COLECTORAS.

Se requirió cuantificar los aportes de la superficie sobre las calles colectoras, para la obtención del certificado de no inundabilidad de la propiedad, exigidos por el ente estatal responsable. Los caudales no son importantes y su cálculo se detalla a continuación utilizando el método racional generalizado:

En función al drenaje según las pendientes finales que tendrá el terreno, se determinaron las superficies de aporte sobre cada calzada y según su coeficiente de escorrentía.

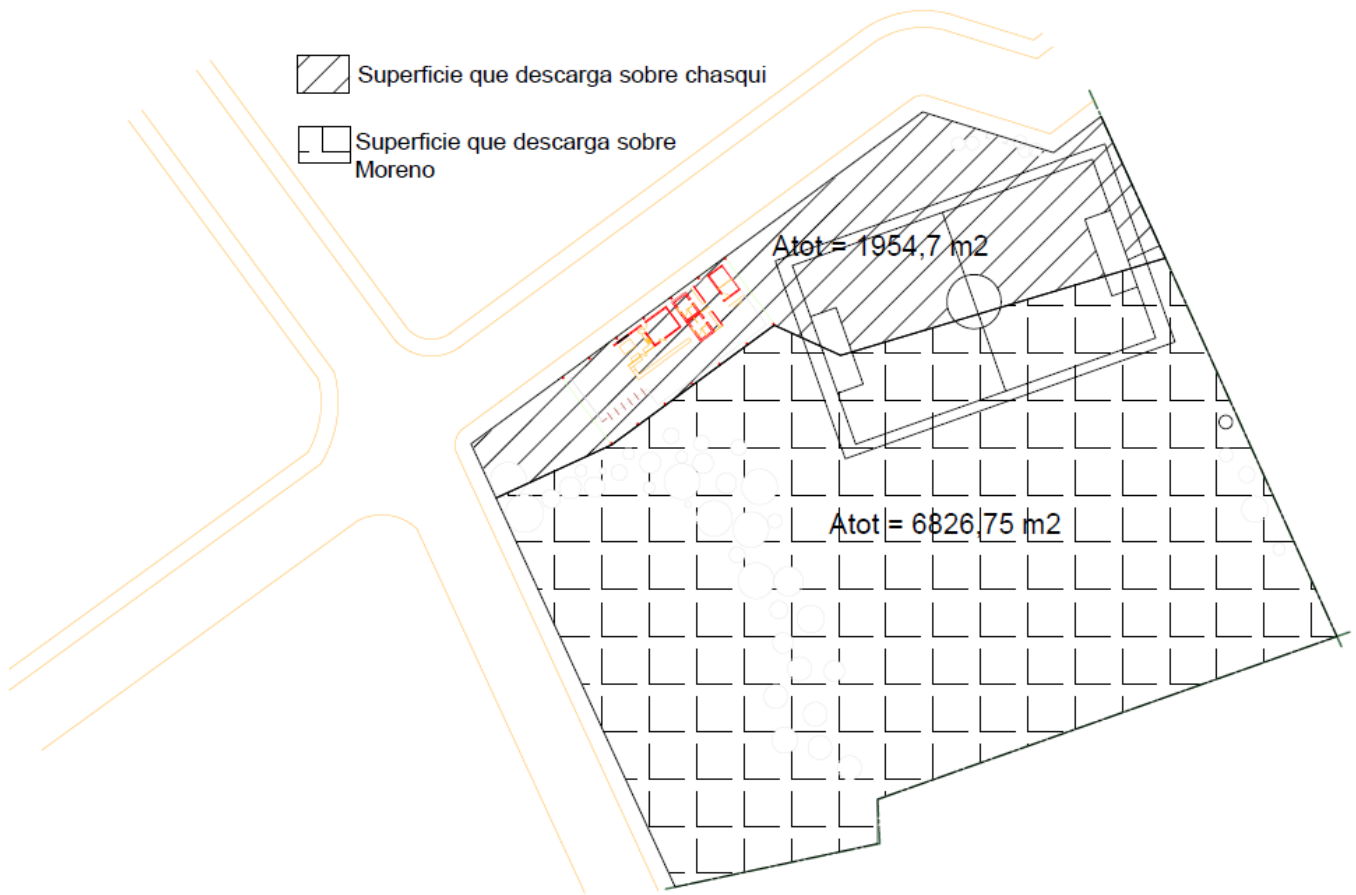


Figura 38: Determinación de las superficies de descarga a cada calle colectora

- Q_{Chasqui} Caudal sobre calle Chasqui:

Tormenta de proyecto: $I = 80 \text{ mm/h}$

Área Verde: $C_1 = 0,70$; $A_1 = 691,08 \text{ m}^2 = 0,0691 \text{ ha}$

Área cubierta de Cancha: $C_2 = 0,79$; $A_2 = 892,44 \text{ m}^2 = 0,0892 \text{ ha}$

Área Edificada: $C_3 = 0,85$; $A_3 = 371,18 \text{ m}^2 = 0,0371 \text{ ha}$

$$C_{\text{prom}} = \frac{C_1 \times A_1 + C_2 \times A_2 + C_3 \times A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \cong 0,774$$

$$Q_{\text{Chasqui}} = \frac{I \times C_{\text{prom}} \times (A_1 + A_2 + A_3)}{360} = 0,034 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

- Q_{Moreno} Caudal sobre avenida Moreno:

Tormenta de proyecto: $I = 80 \text{ mm/h}$

Área Verde: $C_1 = 0,70$; $A_1 = 3516,75 \text{ m}^2 = 0,3517 \text{ ha}$

Área cubierta de Cancha: $C_2 = 0,79$; $A_2 = 3310,00 \text{ m}^2 = 0,3310 \text{ ha}$

Área Edificada: $C_3 = 0,85$; $A_3 = 0,0 \text{ m}^2 = 0,0 \text{ ha}$

$$C_{prom} = \frac{C_1 \times A_1 + C_2 \times A_2 + C_3 \times A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \cong 0,748$$

$$Q_{\text{Chasqui}} = \frac{I \times C_{prom} \times (A_1 + A_2 + A_3)}{360} = 0,113 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

En virtud de lo expresado el aporte de los caudales sobre las calles Moreno y Chasqui no comprometerá el comportamiento de los colectores pluviales existentes en el sector.

Se ubicaran 3 colectores distribuidos según el nivel del terreno sobre calle moreno, y dos sobre calle chasqui, uno para la edificación y otro cercano a la cancha de futbol.

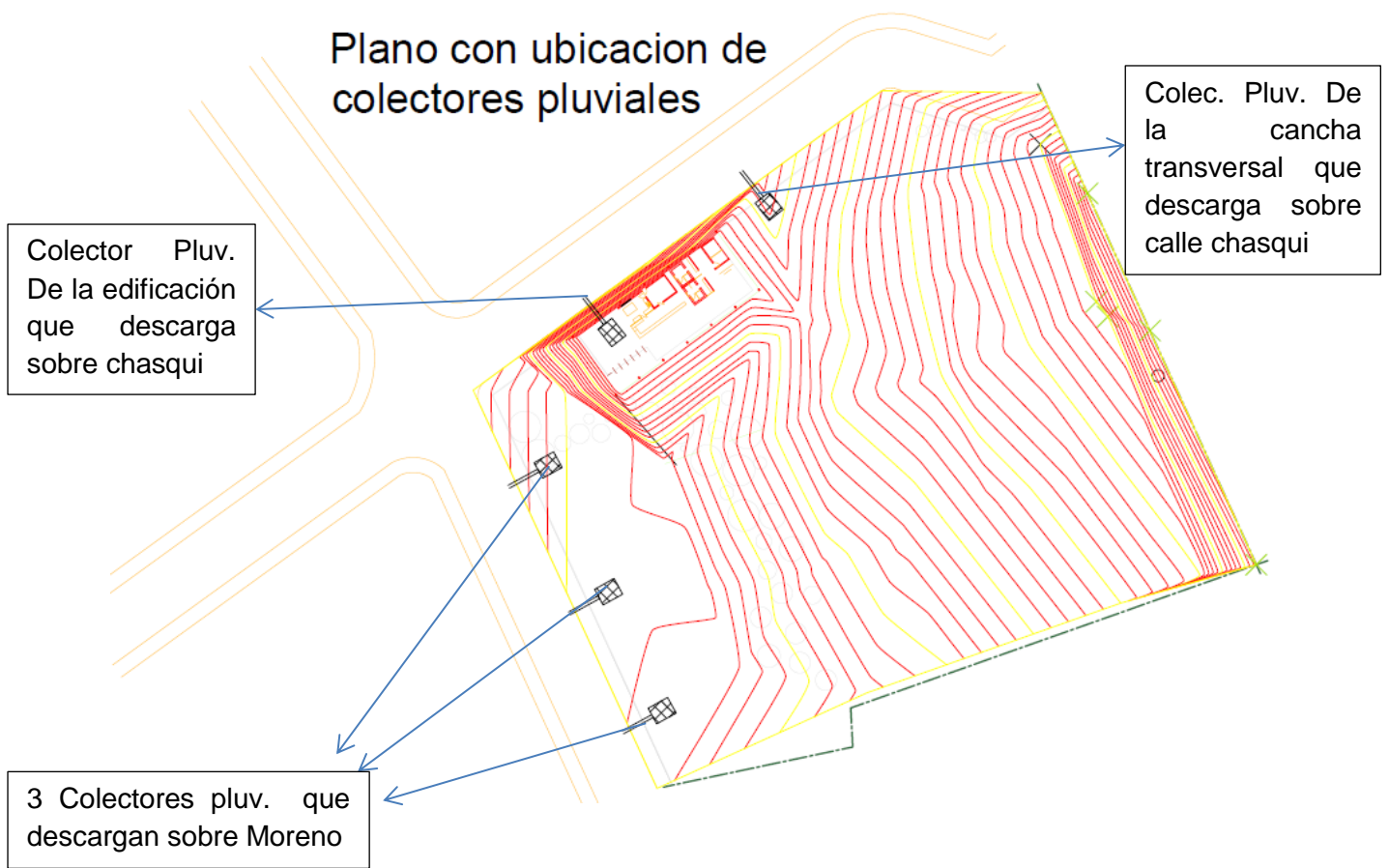


Figura 39: Plano con la ubicación de los colectores pluviales

12. EJECUCION DEL TERRAPLEN O SUELO RELLENO.

Se realizaron las siguientes tareas:

- **Provisión de suelo, transporte.**
- **Organizar la extensión del material**
- **Suelo Cal**
- **Humectar y homogeneizar**
- **Compactar**
- **Comprobar densidad**
- **Asegurar adecuada topografía.**

Los equipos que se utilizan para hacer el relleno son los siguientes:

- Una **motoniveladora**.
- Dos **compactadores**, un neumático y un cilindro liso auto propulsado pequeño.
- Un **tractor**, para remolcar el compactador neumático.
- Un **camión regador**.



Figura 40: Equipos. Cargadora Frontal, Tractor, Compactador neumático y Motoniveladora

12.1. TRANSPORTE

La **provisión de suelo** se hizo de una obra cercana, a la nuestra que necesitaba desmontar. Se disponía de un camión batea y un camión semirremolque con vuelco lateral. El ingreso de estos al terreno se realizó por una entrada que ya tenía el mismo ubicado sobre calle chasqui casi moreno. Estos debían ingresar por moreno recorrer 20 metros en contramano sobre chasqui hasta ingresar a la obra. Se hizo de esta forma ya que por las calles que rodeaban al terreno eran angostas y por el gran tránsito que tiene la avenida Belgrano, arteria principal de la ciudad. Esto imposibilitaba la circulación y giro hacia chasqui.



Figura 41: Esquema de circulación inicial de los camiones. Imposibilidad de utilizar otros

Se presentó un problema en el ingreso de un camión con batea, ya que el suelo no resistía el peso del mismo. Luego del ingreso, el camión se atascó. Esto obligo a liberar su peso volcando la tierra fuera de la propiedad y parte sobre la calle Chasqui, lo que provoco el fastidio y las consiguientes quejas de los vecinos.



Figura 42: Imagen del camión batea atascado a la entrada del terreno



Figura 43: Descarga a la entrada del terreno para liberar peso

Luego de lo ocurrido, se tuvo que enmendar el error de inmediato y tomar precauciones.

Se abrió otro ingreso para vehículos pesados cerca de la doble curva sobre Chasqui, en donde se tenía suelo más firme, ya que es la parte más alta del terreno por lo que contiene menos humedad y además era el sector donde se emplazaban las canchas de paddle por lo que el suelo tenía también una mejor compactación.

Otra solución era abrir una entrada sobre moreno en donde los camiones podrían ingresar sin dificultad por el ancho de esta calle y sin la necesidad de circular en contramano. Pero esta opción fue inviable primero por la poca compactación del suelo que se tenía en ese sector, y también por el palmeral que se extiende paralelamente a la calle Moreno, imposibilitando la llegada de los camiones hacia el sector donde se construirían las canchas.

Esta nueva entrada sobre la doble curva de la calle chasqui se alejaba bastante de la anterior (Chasqui esquina Moreno), por lo tanto también del vecino damnificado que sin ser un detalle menor tenía de profesión abogado.

Se tuvo que rever la circulación de los camiones para poder ingresar a la propiedad por el nuevo ingreso ya que el radio de giro que se tenía con respecto a la chasqui era demasiado pequeño, prácticamente había que girar 180° en un pequeño espacio. También se dificultaba recorrido sobre esta calle ya que debía circular más de 100 metros en contra mano.



Figura 44: Propuesta final de circulación de camiones para el ingreso por la nueva entrada de vehículos pesados del terreno

Se planeó una nueva circulación donde los camiones de la calle Moreno ingresarían por Luis Braille, calle paralela anterior a la Chasqui. Luego girar por la Garibaldi y circular en contramano unos 100 metros hasta llegar al terreno cruzando la Chasqui en donde el acceso quedaría casi frontal al rodado. Este recorrido en contramano no sería problema ya que es un pasaje de dos cuadras con transito casi nulo. Los vecinos suelen utilizarlo tambien de esta manera.

Esta circulación también debieron tomarla los carretones que transportaban las maquinas viales.

12.2. EXTENSION DEL MATERIAL

Se realizó primero con la cargadora frontal transportando los grandes montículos descargados por los camiones bateas distribuyéndolos a los sectores requeridos, de manera uniforme. Esto se hizo así debido a que todavía no se encontraba en la obra la motoniveladora (ya que esta estaba siendo utilizada en otra) y/o en ciertas ocasiones las distancias del acarreo eran demasiado largas. Luego con la llegada de la motoniveladora a la obra se distribuyó y nivelo la capa de suelo en base a la primera distribución que hizo la cargadora frontal. Esta máquina (motoniveladora) lleva distribuía los montículos de tierra a capas de 25 cm. Si no se prevé bien la cantidad de suelo necesario y la separación de los montículos, habrá más suelo del necesario y la motoniveladora lo arrojará al costado, por lo que es necesaria una organización previa a la extensión del material.

También se utilizó un camión semirremolque de vuelco lateral este distribuye de forma más regular e uniforme que el camión batea pero tiene menos capacidad.



Figura 45: Descarga de la batea con la indicación del maquinista.



Figura 46: Descarga de un camión semirremolque de vuelco lateral.



Figura 47: Motoniveladora extendiendo el material y nivelando.

12.3. SUELO-CAL

Se estabilizo el suelo agregándole cal hidratada y se procedió de la siguiente manera:

Para efectuar el suelo cal se realizaron las siguientes tareas:

- Se realizaron primero caballetes equidistantes con la motoniveladora o con el camión semirremolque de vuelco lateral. Estos son montículos lineales, de altura y ancho constante.
- Se dispusieron las bolsas de cal también equidistantes según el porcentaje de cal (3%) sobre el suelo, y se vertieron manualmente.
- Se mezcló y esparció la cal con motoniveladora.



Figura 48: Caballete con distribución de bolsas de cal.



Figura 49: Mezclado y distribución del caballete sobre el suelo con la motoniveladora.

12.3.1. Distancia entre bolsas de cal:

Datos: Alto = 0,4m Ancho = 0,9m Densidad = 1,25 $P_{B. Cal} = 25\text{kg}$

$$Dist_{B.de cal} = \frac{P_{B.cal}}{Dens. \times (Alto \times Ancho \times 0,6) \times 3\%} \cong 3,0 \text{ m}$$

12.3.1. Distancia entre caballetes:

Datos: $Vol_{suelto}/m = Alto \times Ancho \times 1m = .036\text{m}^3$ (se desprecia el Vol de cal)

$$Dist_{Caballetes} = \frac{Vol_{Suelto}/m}{1,4 \times 0,1m} \cong 2,5 m$$

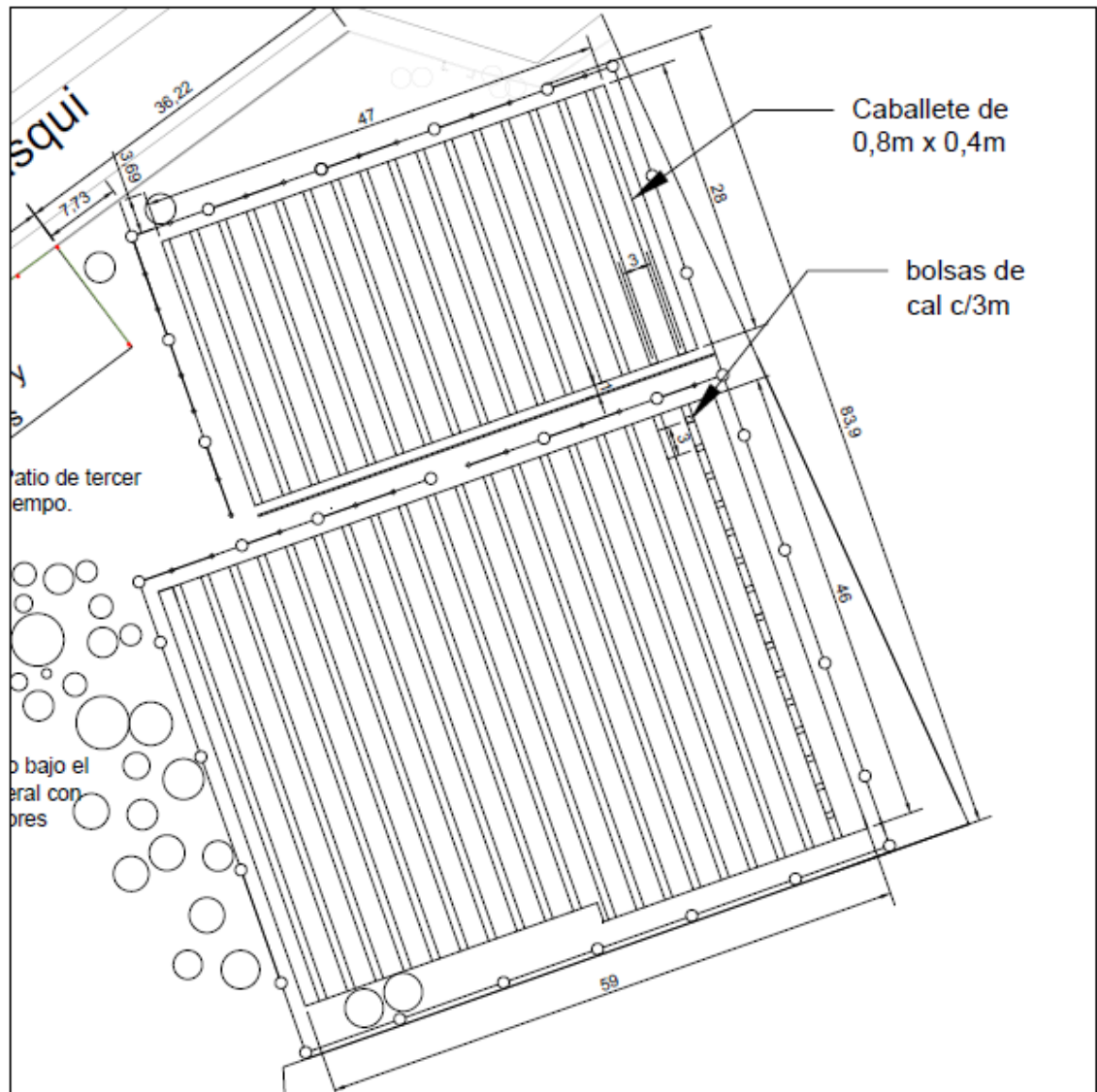


Figura 50: Detalle de la distribución de caballetes y de las bolsas de cal.

Esto da un total de 35 caballetes y 429 bolsas de cal.

Para controlar si el suelo tenía una distribución uniforme de cal se usó fenolftaleína. Consiste en rociar este compuesto en el suelo y determinar si el suelo se tiñe de rojo. Si lo hace, la cal está correctamente colocada.

Es importante destacar que debido al uso que se le va a dar (canchas de futbol 7-8) el suelo no estará sometido a grandes esfuerzos, por lo que la terminación y estabilidad del suelo son las características primordiales a cumplir. No así la resistencia, (aunque este esté ligado fuertemente a la estabilidad del suelo).

Según un estudio realizado sobre una cancha de futbol de césped sintético de un club de México, el CBR (valor soporte) necesario de la superficie de apoyo para este césped, debía ser mayor a "5". Por lo que queda en evidencia lo mencionado anteriormente.

12.4. HUMECTACION

El agua de riego necesaria depende de la humedad natural del suelo. Se midió la humedad previamente para luego calcular la cantidad de agua faltante para llegar a la humedad óptima. Se tuvo un sector donde casi no requería el riego (ex estanque, en el fondo del terreno), ya que contenía demasiada humedad, y otro en donde estaba por bajo de la misma y se necesitó de un riego previo (sector donde se emplazaban las canchas de paddle).

Se contó con un camión de 8000 lts y en base a la cantidad de agua que se necesitó suministrar, se calcularon los viajes que hay que hacer. La cantidad de camiones que hay que emplear para realizar estos viajes, depende de la distancia donde hay que ir a buscar el agua. Como el terreno se emplaza en el centro de la ciudad y el mismo estaba provisto de agua, y agregando a esto que el suelo no requería de elevado riego para alcanzar la humedad optima, basto de un solo camión para realizar la actividad.

Se utilizó el escarificador de la motoniveladora para cuando se tenía material muy duro, cuando viene con muchos terrones, o cuando había exceso de humedad (se rompía y movía el terreno para que el agua se evapore).

12.5. COMPACTACION

La técnica de compactación depende del material que se tenga. Mediante el esfuerzo de compactación se *incrementa la resistencia al corte y se incrementa la densidad*. Se tiene:

- *Compactación por vibración:* Implica rápida sucesión de impactos. Los tipos más comunes son:
 - Rodillos cilindros metálicos lisos
 - Placas vibratorias
- *Compactación estática:* Implica un predominio de tensiones verticales producidos por equipos pesados. Generalmente en la actualidad no hay

cilindros metálicos estáticos, sino que la mayoría vibran, pero hay equipos de ruedas de goma que efectúan compactación estática.

- *Compactación por compresión y amasado*: Implican esfuerzos verticales y horizontales. Se usan para ello rodillos metálicos lisos, rodillos neumáticos y rodillos con salientes.
- *Compactación por impacto*: Implica ondas de presión, y existen compactadores de placas, vibropisones, caída de masas, etc.

Come se mencionó, se dispuso de un *compactador neumático remolcado por un tractor*, que consiste en dos filas de ruedas (4 o 5 por fila), colocadas una en la parte de adelante y otra en la parte de atrás, desfasadas, de modo de compactar mejor el material ósea una compactación del tipo estática.

Esta elección fue debida a los equipos disponibles de la empresa y a la cercanía de estructuras vecinas, que imposibilitaba el uso de compactadores por vibración. En el caso del mini rodillo que fue destinado para la terminación final de la base granular, se lo utilizo a muy baja frecuencia por lo dicho anteriormente.

12.6. COMPROBACION DE LA DENSIDAD

Se comprobó la densidad in situ a partir del ensayo del cono de arena.

12.7. TOPOGRAFIA

Fue imprescindible el trabajo con equipos de topografía para establecer permanentemente los límites de los terraplenes en cuanto a extensión y altura, para no trabajar de manera improductiva.

13. EJECUCION DE LA BASE GRANULAR

Existen dos opciones de fabricación de estas capas:

- **En obra:** Usado fundamentalmente si desde la cantera ya viene el material, entonces simplemente se coloca en la obra y nivel. Si se tiene que mezclar dos o más materiales, se puede hacer en obra, colocando diversos montículos y mezclando con motoniveladora, o puedo hacerlo en:
- **En planta fija:** Generalmente es más costoso, y usado fundamentalmente para bases, no para subbases, las cuales se mezclan habitualmente en obra. Consisten en una serie de cintas que van recolectando el material, y luego van a un mezclador continuo en donde se le agrega el agua.

Este caso se realizó en obra, y no hubo necesidad de mezclar materiales. Se realizaron las siguientes actividades.

- Extendido
- Humectación
- Compactación y determinación de densidades
- Asegurar topografía adecuada

13.1. EXTENDIDO

Se ejecutó con motoniveladora. De la misma forma que se realizó el terraplén.

13.2. HUMECTACION

Se realiza en el extendido. Se observaba una mayor eficiencia cuando las bases venían húmedas de la planta, porque la humectación en obra bajaba bastante el rendimiento. Se debe tener precaución en esta tarea ya que si se humecta antes de la primera compactación, el agua puede llevar los finos hacia abajo, y si se hace en la segunda compactación, puede ser que el agua no penetre hasta abajo.

13.3. COMPACTACION Y COMPROBACION DE DENSIDADES

Se realizó la compactación principalmente con el compactador neumático descrito anteriormente, luego para la terminación de la superficie se utilizó el compactador de cilindro liso autopulsado. Este realizaba la compactación con vibración a baja frecuencia para no afectar a las estructuras vecinas. Se realizaron ensayos del cono de arena para corroborar la densidad alcanzada.

13.4. ASEGURAR TOPOGRAFIA ADECUADA

Se debe dar la altura adecuada a la base, lo que es fundamental ya que si se pasa en el nivel, la inspección obligara a sacar el material, lo que constituye una gran pérdida de tiempo. Si se tiene un faltante en cuanto a la altura, habrá diferencias con las de proyecto lo que incidirá directamente en las pendientes y desagüe de las canchas lo que puede ser muy perjudicial para el costo y/o beneficio del proyecto a futuro. Disminuye la vida útil. Esta actividad se realiza con nivel, cinta e hilo.

14. EJECUCION DEL CERRAMIENTO DE LAS CANCHAS, Y LUMINARIA

Se realizó también parte del cerramiento de las canchas que consistía en la colocación de los postes. Estos se pueden clasificar según su función en principales, secundarios y terciarios.

- **Principales:** Sostienen tela metálica, red de contención e iluminaria.
- **Secundarios:** Sostienen tela metálica y red de contención.
- **Terciarios:** Sostienen únicamente tela metálica.

La tela metálica es del tipo romboidal de 1,8 m de altura, alambre del 12 de diámetro (1,2 mm) y abertura del rombo de 2 pulgadas (5 cm aproximadamente).

La red de contención tiene una altura de 5 m. Es una red de hilo de polietileno de 2,5mm de espesor, de 13cm x 13cm de abertura del cuadrado.

La iluminaria consiste en reflectores de mercurio halogenado de 400W cada uno.

Los principales son postes de luz de 8,5m de altura ubicados a 2,00m de los laterales de la cancha, cada 12 metros de distancia con una altura libre de 7,40m. A esta altura en cada poste se instala una estructura metálica donde apoyan dos reflectores. Se instaló entonces 4 postes por cada lateral de cancha con dos reflectores cada uno, lo que sería un total de 8 postes y 16 reflectores por cancha.

Sostiene también la tela metálica hasta los 1,8m de altura, luego se enlaza con la red de contención que se cuelga hasta los 6,5m de altura.

Los postes se empotran en el suelo 1,10m de profundidad aproximadamente, donde antes de instalarlos se los impermeabiliza cubriéndolos con bolsas de polietileno para garantizar mayor durabilidad, y teniendo en cuenta que algunos postes a instalar eran usados.

El poste se introduce en el pozo por medio de una pluma. Luego mientras esta lo sostiene se lo verticalizaba por medio de sogas agarradas al poste donde tiraban personas una de cada lado siguiendo las órdenes del capataz que se encontraba a una distancia considerable para poder determinar de manera visual la linealidad y verticalidad del mismo con respecto a los otros. Una 3era persona inmovilizaba el poste con sus manos luego que el capataz le diera la orden. A partir de esto se

rellenaron los pozos con suelo mezclado con cemento para garantizar el empotramiento y también reducir la permeabilidad.

Los postes **Secundarios**, son de menor altura que los anteriores, aproximadamente de 7,5 m totales, donde 1 metro se los empotraba de la misma forma que los anteriores y se dejaba 6,5 m de altura para poder sostener el alambrado y la red de contención. Estos se ubican en los vértices y por detrás de las líneas de fondo de las canchas, aproximadamente a 3 m de distancia de las mismas.

Los postes **terciarios**, sirven solo para acortar las luces entre palos y poder rigidizar la tela metálica, que es la zona más afectada debido los impactos de la pelota y/o jugadores. Tienen una altura total de 2,5 m aproximadamente donde 0,7 m se empotra, esta instalación a diferencia de los anteriores se lo realizaba en forma manual y sin el uso de suelo cemento en el relleno.

Se ubican cada 4 metros de distancia por lo que irían 2 entre postes principales y secundarios.



Figura 51: Distribución de los postes según lo indicado.

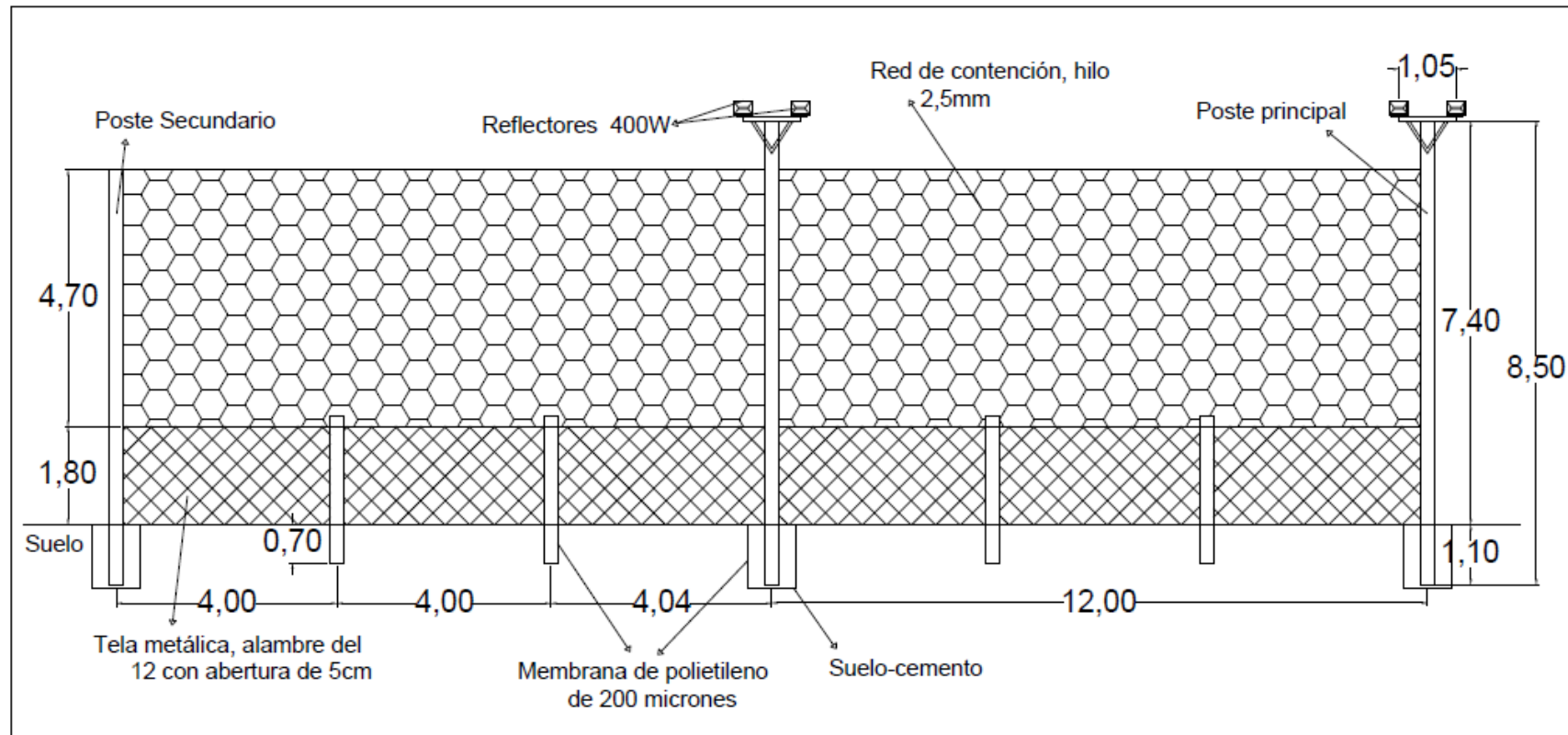


Figura 52: Detalle del cerramiento de las canchas.

15. COLOCACION DEL CESPED SINTETICO Y OTRAS OBRAS COMPLEMENTARIAS

Actualmente se espera por la llegada de los rollos de césped sintético, mientras se zarandea la arena para cumplir con la granulometría exigida por el fabricante del césped. Esta arena proviene de una cantera situada al norte de la provincia sobre las orillas del rio dulce. Por otro lado se realizan otras obras complementarias mientras se avanza también con la edificación del bar, baños, depósito y oficina.

15.1. OBRAS COMPLEMENTARIAS

Se está ejecutando el tendido eléctrico sobre el complejo. Este llevará el cableado bajo tierra hasta las canchas en donde se eleva por un poste y luego se distribuye a todos los reflectores colgando entre los palos a la altura de dichos reflectores. Todos los interruptores estarán ubicados en la cocina del bar.

También se está realizando la excavación para la canaleta pluvial, que se dimensiono. Esta será de hormigón y tendrá la siguiente distribución de armadura.

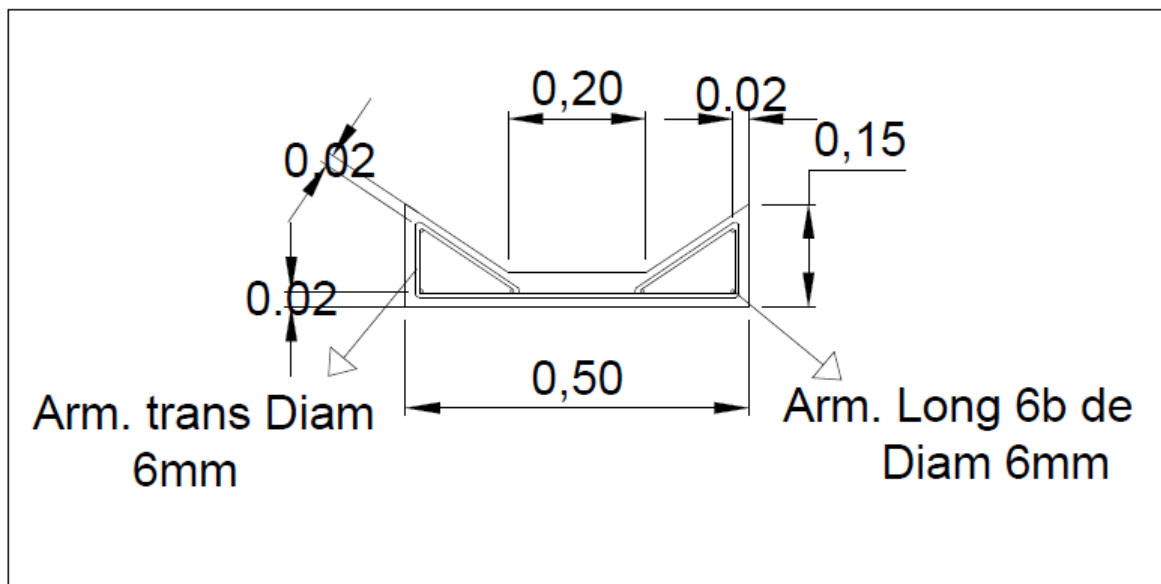


Figura 53: Detalle de armadura de la canaleta pluvial proyectada.

15.2. PROCEDIMIENTO DE LA COLOCACION DEL CESPED

La instalación del césped lo realizan especialistas enviados por la fábrica, tal y como se lo detallo en el marco teórico.



Figura 54: Forma de tendido del césped sintético. Imagen extraída de otra obra similar realizada por la empresa.

La colocación y distribución de la arena y el caucho se realizaran luego de colocado el césped de la siguiente manera.

Se distribuye la arena tamizada con carretilla, depositando los montículos de forma equidistante cada 1,5 m de distancia aproximadamente de forma tal de cumplir con los 30kg/m².

Se reparte, compacta y cepilla con una plataforma de madera donde por encima se le coloca algo de peso apreciable y por debajo se le adosan cepillos. Este instrumento es arrastrado por un vehículo pequeño, en este caso un cuatriciclo. Con el instrumento descrito se logra acomodar y asentar los granos de arena depositándolos en la base de polipropileno del césped, liberando y verticalizando así el hilado de polietileno.



Figura 55: Cepillado de la arena tamizada. Imagen extraída de otra obra similar realizada por la empresa.

Luego se ubican las bolsas de 25 kg de caucho que lo provee la fábrica del césped, también de forma regular cada dos metros de distancia entre ellas aproximadamente para lograr los 9kg/m² requeridos. Generalmente se las distribuye antes de verter la arena, en el momento que se pegan los paños para darle peso a la unión recién pegada. Luego se rompen las bolsas y se distribuye utilizando el mismo instrumento acarreado por un cuatriciclo.



Figura 56: Distribución de las bolsas de caucho. Imagen extraída de otra obra similar realizada por la empresa.

16. CONCLUSIONES

16.1. CONCLUSIONES RESPECTO A LAS TAREAS REALIZADAS

El principal objetivo de los trabajos realizados en la empresa, fue el desarrollo del proyecto y ejecución de la base de apoyo de las canchas de césped sintético en la capital de Santiago del Estero.

De las tareas realizadas se sintetizan las siguientes conclusiones:

- El proyecto representa un complejo con las únicas canchas de césped sintético de F-8 de la ciudad y por ende el de más envergadura, ubicado en una zona estratégica para la comodidad de todos los santiagueños.
- La búsqueda de la alternativa más conveniente para la ejecución de cada tarea implicó una adaptación a los condicionantes propios del proyecto, buscando siempre la mayor simplicidad garantizando que la solución propuesta pueda ser ejecutada y materializada con las técnicas constructivas y equipos disponibles.
- Se observó la importancia de la experiencia laboral de los profesionales en los distintos rubros para la definición de cada solución a diferentes circunstancias y/o problemáticas.
- Se experimentó y observó el dinamismo de una obra civil debido a las modificaciones que se realizaron sobre la marcha del proyecto, que influyeron directamente en el presupuesto del mismo y tiempos de obra. También se identificaron los factores que no estaban contemplados y que obligaron a las modificaciones. Estos son:
 - La presencia de depresiones del terreno que incluso se encontraron sectores por debajo de la napa freática en épocas húmedas.
 - Ensayos de laboratorio e in situ.
 - Corrección del plano, por diferencias con el terreno real.
 - Ubicación exacta de palmeras de 25 metros no contempladas..
- La definición de la estructura de la base de asiento del césped artificial, se basó tanto en el análisis de los resultados de los ensayos que caracterizaron al

suelo, presencia de la napa freática, las exigencias requeridas, la experiencia del equipo profesional etc., como así también y siendo un factor determinante el aspecto 'económico'. Este último basado principalmente en un análisis de proyecto, donde la variante principal fue el tiempo de explotación.

- La proyección de una canaleta pluvial entre las dos canchas paralela a la avenida Moreno se justificó principalmente por experiencia de los profesionales de la empresa en otra obra similar (también de canchas de césped sintético). La superficie de aporte sobre la cancha ubicada aguas abajo era demasiado extensa por lo que podría dejarla fuera de servicio por una excesiva altura del pelo de agua. Por lo que la construcción de una canaleta entre ellas captaría el agua de la cancha aguas arriba reduciendo la superficie de aporte sobre la otra y por lo tanto también la posibilidad de ocurrencia de la problemática mencionada. Estas canchas están diseñadas para funcionar bajo cualquier condición climática.
- Los coeficientes utilizados en el Método General Racionalizado son coeficientes provistos por los ingenieros especialistas en el tema de acuerdo a su experiencia laboral.
- Se observó la falta de capacitación en la mano de obra respecto al uso de los elementos de seguridad. Principalmente en la necesidad e importancia de ellos como así también el uso apropiado.

16.2. CONCLUSIONES RESPECTO A LA PRÁCTICA SUPERVISADA

El ejercicio de las tareas asignadas en la empresa "Gonznic SRL" permitió desarrollar una experiencia de trabajo en equipo y la interacción permanente con un grupo de profesionales y no profesionales dentro del seno de una obra de ingeniería dedicado a distintas ramas de la misma, como ser todas las actividades referentes a la preparación y/o mejora del suelo, obras de arquitectura, viales entre otras.

La experiencia laboral permitió afianzar y aplicar muchos de los conceptos adquiridos en las distintas materias cursadas a lo largo de la carrera, en un ámbito en el cual el alumno pudo relacionarse con profesionales de la Ingeniería Civil más

experimentados, quienes le brindaron una visión integral de las organizaciones laborales de este tipo.

BIBLIOGRAFIA

- Dirección Nacional de Vialidad. “Normas de ensayos (VN - E1 – 65), (VN - E2 – 65), (VN - E3 – 65), (VN - E4 – 84), (VN - E5 – 93), (VN - E8 – 66)”.
- Yang H. Huang. “Pavement Analysis and Design”. 2nda edición. Universidad de Kentucky, EE UU.
- Ven Te Chow. “Hidráulica de Canales Abiertos”.
- Forbex, fábrica de Césped sintético. “Especificaciones técnicas del Césped Sintético”.
- Tanco A., Del Boca J., Frateschi A., Rodriguez C., Rico M. “Apuntes de curso de Transporte III”. FCEFN, UNC.
- Vialidad Provincial de Santiago del Estero. “Pliego General de Especificaciones Técnicas para el Movimiento de Suelo”.
- Tesis de Universidad de Magallanes. “Inspección de Canchas de Césped Sintético”. Mexico.