

UNIVERSIDAD DE VALPARAISO

**FACULTAD DE ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA EN CONSTRUCCION**

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE
CANCHAS DE FUTBOL EMPASTADAS**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CONSTRUCTOR Y AL GRADO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN**

AUTOR: FRANCISCO ESTEBAN NAVARRETE VALENZUELA

PROFESOR GUÍA: LUIS MADARIAGA VAZQUEZ

AGOSTO 2002

En los momentos importantes de la vida es cuando uno mira hacia atrás y se da cuenta de las personas mas importantes que han estado para conseguir los propósitos que uno se ha forjado.

A mis padres y hermana por su apoyo, dedicación y preocupación en mi vida.

INDICE

GENERALIDADES

A.-	Antecedentes	Pág. 1
B.-	Origen de la Investigación	Pág. 2
C.-	Objetivos	Pág. 2
D.-	Hipótesis	Pág. 3
E.-	Metodología de Trabajo	Pág. 3
F.-	Limitaciones	Pág. 3

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

1.1	Planificación	Pág. 4
1.2	Emplazamiento de la Cancha	Pág. 5

CAPÍTULO II

FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUAS PARA RIEGO

2.1	Captación de Aguas	Pág. 6
2.1.1	Embalses de Acumulación	Pág. 6
2.1.2	Canales Derivados de Ríos	Pág. 6
2.1.3.	Aguas Subterráneas	Pág. 7
○	Generalidades	Pág. 7
○	Movimiento del Agua a través del Suelo	Pág. 7
○	Explotación del Agua Subterránea	Pág. 7
○	Construcción de Pozos	Pág. 7
○	Elevación de agua para Riego	Pág. 9
○	Sistemas de Aforo	Pág. 11

CAPÍTULO III

TIPOS DE CÉSPEDES Y SUS CARACTERÍSTICAS

3.1	Tipos de Cultivo	Pág. 15
3.2	Necesidad de Agua	Pág. 25
3.3	Plagas del Césped	Pág. 30

CAPÍTULO IV

SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO POR ASPERSIÓN

4.1	Generalidades	Pág. 34
4.2	Características del Sistema	Pág. 34
4.3	Estructura del Sistema	Pág. 35
4.3.1	Sistema de Impulsión	Pág. 36
4.3.1.1	Selección de la Unidad de Bombeo	Pág. 38
4.3.1.1	Parámetros para Determinar la Bomba	Pág. 39
4.3.2	Sistema de Filtrado	Pág. 42
4.3.3	Sistema de Conducción de Aguas	Pág. 43
4.3.4	Fitting y Accesorios	Pág. 47
4.4	Automatización de Sistemas	Pág. 51
4.5	Elementos de Automatización	Pág. 52
4.6	Riego por Aspersión	Pág. 53
4.6.1	Generalidades	Pág. 53
4.6.2	Aspersores	Pág. 53
4.6.3	Clasificación de los Aspersores	Pág. 56
4.6.4	Tipos de Sistemas de Aspersores	Pág. 56
4.6.5	Parámetros de Diseño del Sistema de Aspersores	Pág. 57

CAPÍTULO V

ANTECEDENTES HIDROLÓGICOS DE DISEÑO

5.1	Antecedentes Generales	Pág. 67
5.2	Lluvias de Diseño	Pág. 69
5.3	Obtención de Curvas I.D.F	Pág. 69
5.3.1	Estimación a Partir de Datos de Lluvia Diaria	Pág. 69
5.3.2	Estimación de Lluvias para Duraciones entre 1 y 24 horas	Pág. 70
5.3.3	Estimación de Lluvias para Duraciones Menores a 1 hora	Pág. 73
5.4	Transformación de la Lluvia en Escurrimiento	Pág. 75
5.5	Determinación del Coeficiente de Escorrentía	Pág. 75

CAPÍTULO VI

SISTEMA DE DRENAJE

6.1	Zanjas de Infiltración	Pág. 77
6.2	Procedimiento de Diseño	Pág. 78
6.3	Material de Relleno	Pág. 81
6.4	Geotextil	Pág. 81
6.5	Tuberías de Reparto de Flujo	Pág. 82
6.6	Diseño del Esquema de Drenaje	Pág. 84

CAPÍTULO VII DISEÑO DE PROYECTO

7.1	Información Básica	Pág. 85
7.2	Cálculo del Sistema de Drenaje	Pág. 88
7.2.1	Cálculo de Zanjas y Drenes	Pág. 89
7.2.2	Tuberías de Reparto de Flujo	Pág. 91
7.2.3	Tubería Secundaria	Pág. 91
7.2.4	Tubería Principal	Pág. 92
7.3	Cálculo Sistema de Riego	Pág. 94
7.3.1	Diseño del Sistema	Pág. 94
7.3.2	Ordenamiento de los Aspersores	Pág. 96
7.3.3	Selección del Aspersor	Pág. 96
7.3.4	Selección de Tuberías	Pág. 98
7.3.5	Selección de la Unidad de Bombeo	Pág. 99

CAPÍTULO VIII PROCESOS CONSTRUCTIVOS

8.1	Instalación de Faenas	Pág. 103
8.2	Excavación General	Pág. 104
8.3	Instalación Sistema de Drenaje	Pág. 104
8.4	Construcción de Pozo	Pág. 107
8.5	Instalación del sistema de Bombeo	Pág. 108
8.6	Instalación del Sistema de Riego	Pág. 112
8.7	Colocación de Arcos	Pág. 116
8.8	Instalación del Pasto	Pág. 116
8.9	Construcción de Camarines	Pág. 118

CAPÍTULO IX

9.1	Presupuesto	Pág. 128
9.2	Carta Gantt	Pág. 130

CAPÍTULO X MANTENCIÓN

10.1	Mantenimiento del Sistema de Riego	Pág. 131
10.2	Mantenimiento del Césped	Pág. 135
10.2.1	Riego	Pág. 135
10.2.2	Corte	Pág. 136
10.2.3	Escarificado	Pág. 136
10.2.4	Aireación	Pág. 137
10.2.5	Resiembras	Pág. 138
10.2.6	Rulado	Pág. 138
10.2.7	Control de las Malas Hierbas	Pág. 138

CONCLUSIONES	Pág. 139
---------------------	----------

BIBLIOGRAFÍA	Pág. 142
---------------------	----------

ANEXO

a.-	Estudio Mecánica de Suelos
b.-	Catálogo de Equipo Aspersor Utilizado en el Proyecto
c.-	Catálogo de Grupo Motobomba
d.-	Pérdidas de Carga en tuberías y Accesorios
e.-	Dimensiones y Trazado de una Cancha de Fútbol

PLANOS DEL PROYECTO

GENERALIDADES

A.- ANTECEDENTES.

Los ejercicios físicos requieren tener una cancha de fútbol artísticamente concebida y que no desentone con sus alrededores. La construcción deportiva no es un lujo y por tanto nada debe hacer en ella que la haga parecer como tal. Toda la construcción deportiva debe ser sencilla y práctica.

El ambiente, la práctica y el resultado de los ejercicios deportivos se ven fundamentalmente influidos por las instalaciones, de los lugares de entrenamiento y de las construcciones propiamente tal.

A partir de eso hay que buscar soluciones en que la práctica del fútbol se lleve a cabo en un ambiente o en espacios que por su forma corresponden al ideal de la práctica deportiva.

Los espectadores y deportistas desean que las cubiertas o césped natural del campo de deporte sean densos, uniformes y vigorosos. Desde el punto de vista estético no existe ningún otro tipo de superficie y juego que supere el césped.

Una cubierta de césped natural espeso, consistente y uniforme, también supone una mejora de la calidad del juego, proporcionando a los atletas una base estable que permite amortiguar el impacto de agarrones, forcejones o caídas comunes durante el juego. Al mismo tiempo, reduce la turbieza y fango durante la lluvia y en épocas de mucho calor enfría la superficie del suelo.

En un campo de deporte son muy importantes las características y propiedades de las plantas que constituyen el césped, así como las del suelo. Soporte del sistema radicular.

Las especies cultivares que constituyen el césped deben estar adaptadas a las condiciones climáticas locales y formar una densa cobertura cuando se las siega. Deben tolerar un intenso pisoteo y una frecuente siega, por lo que deben emplearse especies y cultivares con una razonable tolerancia al uso y una buena capacidad de recuperación.

Durante muchos años se ha intentado preparar un suelo artificial bien drenado, mezclando cantidades variables de arena dentro del suelo existente.

El resultado obtenido depende de la cantidad de la arena y de las cantidades de la misma que se mezclan con el suelo.

Cuando se quiere construir un campo de fútbol uno de los factores más importante es conseguir que toda la superficie del campo tenga un buen drenaje.

En nuestro país no existen empresas que se dediquen preferentemente a la preparación de mezclas arena-tierra para la construcción de campos deportivos.

La ejecución de una construcción de cancha de fútbol debe realizarse de tal modo que se conozcan a fondo todas las condiciones correspondientes a esta y estar al tanto de cuáles son los deseos especiales de las personas interesadas. Desde este punto de vista se debe hacer un proyecto que resulte al mismo tiempo adecuado desde el punto de vista deportivo y técnico.

Con la información de esta memoria se realizara un anteproyecto de una cancha de fútbol empastada, cuyo mandante es un gremio de abogados de Viña del mar, que tienen una parcela ubicada en el sector de Valle Alegre, Provincia de Quintero V Región.

B.- ORIGEN DE LA INVESTIGACIÓN.

El tema a desarrollar se refiere al estudio de diseño y construcción de canchas de fútbol empastadas.

En el estudio de diseño se investigará las características reglamentarias de una cancha, es decir la ubicación, dimensiones, largo, ancho correspondiente exclusivamente a la cancha, y el ancho libre que debe tener ésta, pendientes transversales y longitudinales permisibles; obras del entorno, ya sean camarines y baños.

En el estudio de construcción se investigará los procesos constructivos de las etapas que concierne una cancha de fútbol desde el movimiento de tierra hasta la mantención de ésta.

En el ámbito nacional existe una gran cantidad de canchas las cuales son construidas sin ningún tipo de consideraciones de diseño, ya sean de tierra o empastadas, por lo tanto este estudio servirá para mejorar e incentivar este deporte.

C.- OBJETIVOS.

1. Establecer las pautas para diseñar una cancha de fútbol empastada.
2. Establecer las pautas para la construcción de una cancha de fútbol empastada.
3. Establecer las pautas para la mantención de una cancha de fútbol empastada.
4. Estudiar los costos que involucran la construcción de una cancha de fútbol.
5. Realizar un estudio sobre los diferentes tipos de pasto que se pueden utilizar.

D.- HIPOTESIS.

El diseño y construcción de canchas de fútbol empastadas, incentivará y mejorará la realización de este deporte, el cual es el más practicado en el ámbito nacional.

E.- METODOLOGÍA DE TRABAJO.

La metodología de trabajo fue la siguiente:

En primer lugar se realizó una investigación de la información existente acerca del tema. Luego se realizó un análisis de los diferentes tipos de pasto con sus características y condicionantes.

También se realizó un estudio de costos de las diferentes partidas que existen en este tipo de proyectos.

Posteriormente en el estudio de construcción se realizaron las investigaciones necesarias acompañadas de visitas a terreno, con lo cual se logró un itemizado secuencial con las etapas más importantes para estas.

Finalmente se establecieron las proposiciones para las áreas de análisis y estudio.

F.- LIMITACIONES.

1. Este estudio se refiere solamente a canchas de fútbol empastadas.
2. Además se refiere a canchas ubicadas en la región de Valparaíso. Pudiendo ser abordada para otras regiones, tomando las restricciones respectivas.
3. El método de abastecimiento de agua, para el regadío, será mediante agua subterránea, es por eso que se profundizará en la materia relacionada con este tema.
4. No se realizará un estudio del diseño de obras del entorno, como es el caso de graderías, iluminación, otros.
5. Se profundizará en el sistema de riego por aspersión, el cual es que logra un mejor aprovechamiento del agua, para este tipo de proyecto.

CAPITULO I

CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

1.1 Planificación

Lo mismo que en las demás construcciones, también en la construcción de canchas de fútbol suele ser el mandante quien pone condiciones y estipula las cosas. A partir de las necesidades fijadas, se va desarrollando el diseño. Para esto hay que tener en cuenta lo siguiente:

- 1.- Es necesario aclarar suficientemente cada una de las necesidades, no solo las condiciones y los deseos momentáneos, sino además tener en cuenta los cambios que se han de esperar.
- 2.- A medida que se van concretando las ideas con respecto a la cancha de fútbol, se debe consultar a un arquitecto (eventualmente se puede llamar a propuesta), referido a los aspectos arquitectónicos, teniendo coordinación con el centro ingenieril.
- 3.- Cuando se da la aprobación de carácter general al proyecto, hay que discutir el programa de construcción. Al final la obra que surja por muy modesta que sea, debe ser la solución más favorable dentro de las condiciones existentes y que pueda conseguirse la vida útil proyectada.
- 4.- Al mismo tiempo de llamar a concurso de arquitectura, debe precederse también a la elección del lugar más apropiado para la ejecución del proyecto. Si no se ha hecho esta elección con carácter definitivo, es importante consultar su opinión a la adecuación del lugar ya que uno poco favorable puede hacer fracasar el proyecto ya sea desde un punto de vista financiero como de construcción.
- 5.- Toda construcción de canchas de fútbol debe armonizar favorablemente con sus alrededores, y es aquí la mención arquitectónica. En la construcción terminada se pone de manifiesto la calidad y maestría de los profesionales encargados de la obra en el punto de vista del diseño y construcción.

1.2 Emplazamiento de la Cancha.

Generalidades

Las canchas de fútbol exigen un área de terreno de aproximadamente 4050 [m²] la más pequeña y de 10800 [m²] según las dimensiones oficiales no internacional. Hay que estudiar cuidadosamente el emplazamiento adecuado por que es de importancia la situación favorable para la zona de influencia, la inclusión en el plan regulador de espacios libres y las conveniencias topográficas.

Factores a Considerar

- No todos los lugares son apropiados para la construcción de una cancha de fútbol. Hay que comprobar a tiempo las condiciones para un fácil acceso, calidad del terreno, la situación y condición del agua subterránea condiciones climáticas y factibilidad de agua potable, alcantarillado y de electricidad, siendo cada tema analizado por el equipo ingenieril.
- Toda cancha de fútbol debe ser construida de acuerdo, no solo con su finalidad, sino que también con el entorno, y su posible modificación. Unas sencillas plantaciones pueden entre otras cosas, cambiar en gran medida el paisaje de las canchas más sencillas.

CAPITULO II

FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y SISTEMAS DE CAPTACION DE AGUAS PARA RIEGO.

2.1 Captación de las Aguas

La captación de aguas para su utilización en instalaciones de riego se realiza desde 3 tipos de fuentes; las cuales son:

- Los embalses de acumulación de aguas lluvias.
- Los canales derivados de los ríos (Aguas Superficiales).
- Pozos para captación de aguas subterráneas.

2.1.1 Embalses de Acumulación de Lluvias

Son denominadas grandes obras preferentemente construidos de tierra u hormigón, acumulan el agua de lluvia de hoyas hidrográficas importantes, para de ese modo regular la entrega de los caudales de agua a los sectores de riego, ya que el agua acumulada en invierno se emplea en los períodos de escasez del recurso.

La calidad de las aguas es superior a los canales derivados de ríos, aunque para su utilización en sistemas de riego tecnificado deban de filtrarse por su alto contenido de algas y materia orgánica.

2.1.2 Canales Derivados de Ríos

Los canales son obras artificiales que sirven para conducir el agua de los ríos hasta los valles de regadío. En su construcción se realizan obras de excavación y terraplenado de suelos y diversas obras de arte como sifones, cruce de quebradas por medio de acueductos y caídas de agua. Se emplean para conducir el agua a grandes distancias a un bajo costo. El agua de canales derivados de río para ser empleada en los sistemas de riego tecnificado debe ser acumulada en tranques de regulación con el fin de racionalizar el empleo del recurso y además para que al provocar una disminución de la velocidad de las aguas se produzca una decantación de las partículas sólidas.

Los embalses de acumulación y canales de ríos, son generalmente captados por energía hidráulica, la cual se logra por medio de bombas.

Para los efectos del diseño, no se considera el agua proporcionada por la lluvia, ya que por ser un evento probabilística, no constituye un abastecimiento seguro y constante para riego.

En esta memoria como se definió en las limitaciones, se hace referencia en adelante solamente a la captación de aguas subterráneas mediante pozos.

2.1.3 Aguas Subterráneas

2.1.3.1 Generalidades

El agua subterránea tiene su origen en filtraciones del agua de lluvia que alimenta los cerros o montañas, o bien, puede deberse a la proximidad de ríos o cauces superficiales de agua y napas subterráneas.

Este tipo de captación es estable en cuanto al rendimiento ya que es cuantitativamente más importante si se compara con el agua de abastecimiento superficial.

Los factores que gobiernan la disponibilidad de agua subterránea, aún cuando difíciles de evaluar, no son menos reales y mensurables que los otros factores que determinan el rendimiento de los abastecimientos superficiales.

En contraste, sin embargo, la información cuantitativa es generalmente escasa y fraccionaria. Debe recurrirse a la evidencia indirecta, principalmente de naturaleza geológica, para llegar a conclusiones provechosas, teniendo presente la teoría sobre el estudio de aguas subterráneas.

Para desarrollos importantes, son recomendables los servicios de un geólogo competente.

En ausencia de registros extensos sobre el comportamiento de recursos de aguas subterráneas en desarrollo o de investigaciones científicas amplias, el ingeniero debe basar sus decisiones sobre experiencias anteriores con suministros similares y sobre el comportamiento de pozos de pruebas, realizados por el equipo ingenieril del proyecto.

2.1.3.2 Movimiento del Agua a Través del Suelo

El movimiento del agua a través del suelo queda definida por las leyes de Darcy-Dupuit la cual se puede encontrar en cualquier texto de Hidráulica Aplicada, se hace mención particular de referencia el Manual de Drenaje Agrícola, Dirección de Riego V Región, MOP. 1997, cuyo autor es, Carlos Grassi.

2.1.3.3 Explotación del Agua Subterránea

La explotación del agua subterránea, se realiza por medio de dispositivos llamados captaciones de Agua que permiten poner a disposición el recurso contenido en los acuíferos.

Estos dispositivos se pueden clasificar en:

- a) Drenes y Galerías.
- b) Pozos.
- c) Pozos de drenes radiales.

a) Drenes Galerías.

En este tipo, se conduce el agua por gravedad a los pozos de bombeo y desde estos se eleva el agua hacia el lugar necesario. Estos son generalmente de cemento comprimido o de algún material polímero, provistos de agujeros en su parte superior.

b) Pozos

Es una perforación vertical en forma cilíndrica y cuyo diámetro es mucho menor que la profundidad. El agua penetra a lo largo de las paredes creando un flujo de tipo radial. Es la forma de captación más empleada.

c) Pozos de Drenes Radiales.

Consisten en un pozo revestido que salen en varias direcciones drenes horizontales. El conjunto actúa como un pozo de gran diámetro.

El bombeo es la característica esencial de la mayor parte de las captaciones de agua subterránea. Un funcionamiento adecuado requiere que la altura de succión, incluyendo la pérdidas a la entrada y en las tuberías se mantenga a menos de 7,60[m], a este se le denomina pozo poco profundo (ó manométrico). Cuando el nivel freático se encuentra a una mayor profundidad que 7,60[m], el tubo colector que conduce a la bomba y a la unidad misma de bombeo deberán colocarse bajo el nivel del suelo, a este se le denomina pozo profundo.

En el caso de pozos profundos su explotación para riego dependerá de la calidad del agua, y de los costos de perforación, de la instalación de la bomba y del bombeo propiamente tal. El costo de perforación es directamente proporcional a la profundidad de este y de su diámetro. También el costo dependerá de la formación geológica que deba perforarse.

En algunos casos, perforaciones de varios metros de profundidad, pueden resultar factibles económicamente cuando después que se pasa el techo del acuífero el valor de la presión liberada permite que el agua suba cerca de la superficie del terreno. Así el costo de la perforación se reducirá con un bajo costo en la instalación del equipo de bombeo.

2.1.3.4 Construcción de Pozos.

Los pozos se perforan generalmente en alguna de las cuatro formas por las que se distinguen:

- Pozos Cavados.
- Pozos Cavados y Abiertos a Chorro.
- Pozos Perforados.

Los pozos perforados se taladran, ya sea por percusión o por rotación. Generalmente se prefieren los siguientes métodos:

- **Perforación por Percusión**
- **Perforación por Rotación**

2.1.3.5 Elevación de Agua para Riego

Generalidades.

Existen muchas zonas, en que por la ubicación de las fuentes de abastecimiento de agua tanto por el emplazamiento y topografía de estas, se hace imposible conducir este recurso por gravedad a los lugares requeridos. Más aún cuando las características de la zona en que se desea regar, obligan al empleo del agua subterránea, se hace necesario elevar el agua por algún procedimiento mecánico hasta los puntos deseados. Estas operaciones se realizan a través de las bombas de riego.

Cálculo de los Equipos.

Datos Básicos.

Para definir las características técnicas de una elevación mecánica es necesario considerar los siguientes parámetros:

- Tasa anual de agua de riego ($\text{m}^3/\text{año}$).
- Caudal de diseño -Q (m^3/s).
- Número de bombas.
- Número de etapas, cuando se desee instalar bombas en paralelo para grandes elevaciones.
- Altura estática de elevación.

Potencia y Energía.

En la mayor parte de los proyectos de riego es de interés establecer la factibilidad económica de la elevación mecánica considerada, antes de seguir adelante con el diseño. Esta evaluación busca comparar el bombeo con la solución gravitacional mejor, y/o verificar si el riego de la superficie alta se justifica. Para ello es conveniente considerar los siguientes valores o relaciones:

(i) La unidad de potencia es el Watt, con las siguientes relaciones con otras unidades:

$$\begin{aligned} 1 \text{ W} &= 0.001 \text{ KW} & &= 1/g \text{ (Kg*m/s)} = 0.102 \text{ (Kg*m/s)} \\ 1 \text{ CV} &= 75 \text{ (Kg*m/s)} & &= 735.5 \text{ W} \\ 1 \text{ cal} &= 4.1865 \text{ Joule} & &= 4.1865 \text{ W*s} = (4.186/3600) \text{ Wh} \end{aligned}$$

(ii) Para elevar 1 m^3 de agua a 1 m de altura en un segundo se requieren $1000/75 = 13.33 \text{ CV}$ o sea, 9807 W . Esto equivale a $9807/3600 = 2.724 \text{ Wh}$.

(iii) La eficiencia E_b de las bombas y la eficiencia E_m de los motores es inferior a la unidad. Los valores medios de los diferentes motores aparecen en la Tabla N° 2.1.

(iv) La equivalencia práctica utilizada para estimar el consumo de energía eléctrica necesario para elevar 1 m^3 de agua a 1 m de altura queda dado por $2.724 \text{ Wh}/0.8*0.85 = 4 \text{ Wh}$. La energía eléctrica E necesaria para elevar un volumen $V \text{ (m}^3\text{)}$ a una altura $H \text{ (m)}$ queda dada por la siguiente expresión:

$$E \text{ (KWh)} = 4 * V * H \text{ (Wh)} = 4 * V * H/1000$$

(v) La potencia eléctrica N que debe tener el equipo motor queda dada aproximadamente por:

$$N \text{ (Kw)} = 10 * Q \text{ (m}^3\text{/s)} * H \text{ (m)}.$$

(vi) Los motores eléctricos son más eficientes y fáciles de operar y mantener que los motores de combustión interna. En los proyectos de riego la factibilidad de usar energía eléctrica depende del costo de la línea y del transformador, y de la tarifa, que contiene normalmente cargos por energía.

(vii) En la Tabla N° 2.1 siguiente aparecen las cifras que permiten calcular los costos de las alternativas a la electricidad.

COMBUSTIBLE	VALOR CALÓRICO	Ep	Em	CONSUMO
Bencina	10.000 Kcal/Kg.	0.8	0.25	1.7 cm ³
Petróleo	10.000 Kcal/Kg.	0.8	0.30	1.2 cm ³
Electricidad	-----	0.8	0.85	4 Wh

TABLA N° 2.1 Consumos para elevar 1 m³ de agua a 1 m. de altura.

En la altura de elevación, es necesario considerar las pérdidas de carga en el sistema de tuberías.

Estas se toman desde la succión e impulsión, hasta el sector de riego más desfavorable.

Tipos de Bomba para Elevación de Agua.

Al realizar la elección de una bomba para elevar agua, principalmente se deben considerar la potencia y características de esta, de modo que cumpla los requisitos técnicos del proyecto de elevación, como así también permita obtener su rendimiento especificado durante su uso.

Se pueden distinguir los siguientes tipos:

- 1.- Bombas Centrífugas.
- 2.- Bombas de Eje para Pozos Profundos.
- 3.- Bombas de Turbina para pozos profundos.

Cada uno de estos se definirán más adelante.

2.1.3.6 Sistemas de Aforo.

Concepto y Objetivos.

Aforo es toda operación destinada a determinar el caudal o gasto de las corrientes que circulan por ríos, canales, además de las corrientes subterráneas. Para su determinación se requieren datos según sea el sistema y fórmulas empleadas, como altura y profundidades de agua, velocidades medias de la corriente en un punto o sección determinada, áreas y perímetros de la sección por la cual escurre, incluso el coeficiente de permeabilidad.

Los objetivos de aforar los escurrimientos antes mencionados, son principalmente conocer el caudal o gasto de cada uno de ellos, para fines como:

- A.- Diseñar obras de regulación de crecidas.
- B.- Diseñar obras de regadío, tales como canales, embalses de abastecimiento de agua.
- C.- Obtener el caudal de diseño para calcular los componentes de un sistema de riego tecnificado.

El caudal o gasto, es la cantidad de agua que pasa por una sección determinada en una unidad de tiempo determinada

$$Q = \frac{\text{Volumen de Agua}}{\text{Unidad de Tiempo}} = A * V (\text{media})$$

Aforo de Pozos.

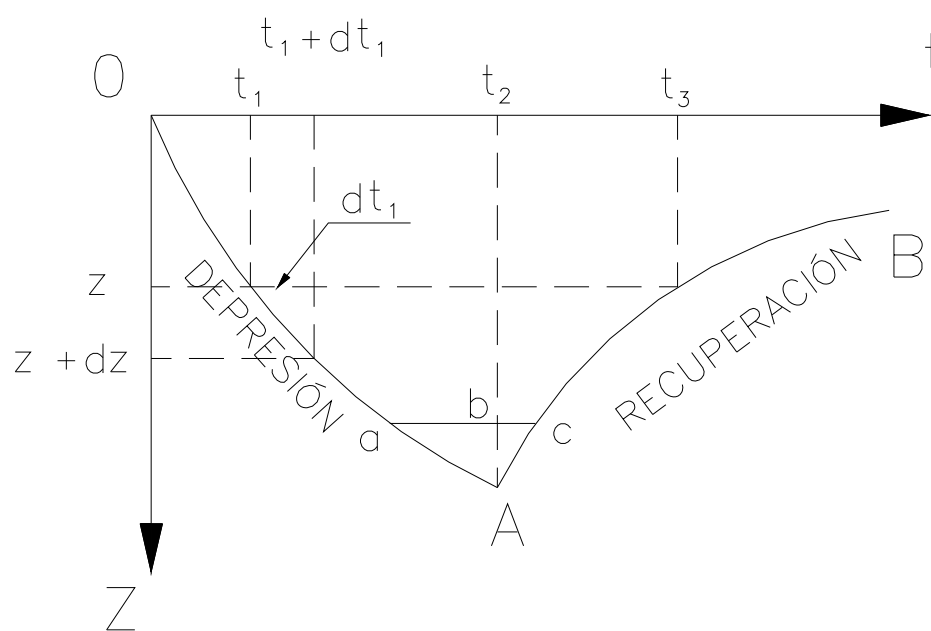
El método para determinar el caudal de un pozo es el de PORCHER entre otros.

Se dispone de una bomba cuyo gasto se conoce o mide (q).

En donde:

S = Es la sección del pozo en m².

Q = Es el caudal que aporta la napa.



OA, corresponde a la depresión del nivel de agua en el pozo, bajo el efecto de un bombeo de caudal constante “q”. En el instante t_2 , se detiene el bombeo y el nivel de agua se recupera, lo que da la curva AB. En las cotas Z y $Z + dz$, correspondientes a las constantes t_1 y $t_2 + dt_1$, el volumen de agua del pozo ha disminuido en $S * dz$ y se tiene:

$$S * dz = q * dt_1 - Q * dt_1$$

Siendo:

S = La sección vertical del pozo en m^2

Q = Su caudal de alimentación por la capa acuífera –napa- (l/s)

Para que durante la subida del agua el nivel del pozo pase de la cota $Z + dz$ a la cota Z , es necesario un tiempo dt , tal que $S * dz = Q * dt$, de estas dos ecuaciones se saca:

$$Q = \frac{q * qt_1}{dt_1 * dt_3}$$

Prácticamente, en la proximidad de A, A_a y A_c .son rectilíneas teniéndose entonces:

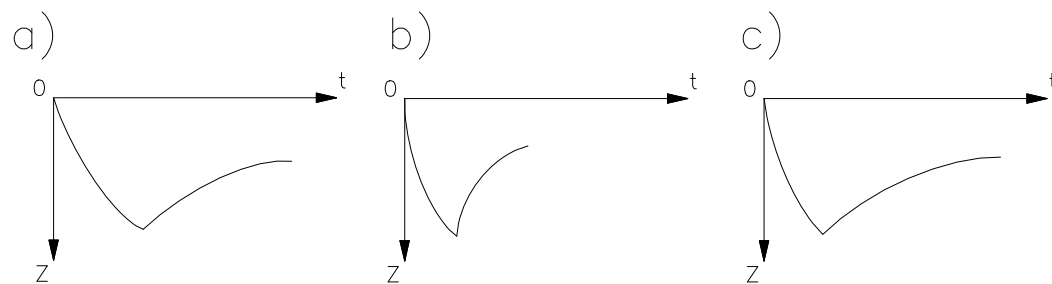
$$dt_1 = ab \quad y \quad dt_1 + dt_3 = ac$$

Por lo tanto la ecuación general nos queda:

$$Q = q * \left[\frac{ab}{ac} \right]$$

La aproximación es del orden del 10%, o sea, error +/- 10%.

Existen otros métodos prácticos además de este.



- Caso a) El pozo demora en agotarse y la recuperación es rápida.
b) El pozo se agota y recupera rápidamente.
c) El pozo se agota rápidamente y demora en recuperarse.

El caso a es el caso más favorable para realizar el bombeo de un Pozo.

Procedimiento Aforo de Pozo.

El procedimiento para efectuar el aforo de pozo que se describe a continuación, se basa en las pautas recomendadas por la dirección de riego, para dichos efectos.

A. Datos preliminares.

Se deberá obtener la Información del caudal de agotamiento entregado en el proceso de construcción del pozo.

B. Procedimiento.

Se instala una bomba con capacidad similar a la bomba empleada para agotar el pozo en la faena de construcción.

b. Prueba de caudales variables.

b.1. Se estrangula la salida de la bomba con una válvula de regulación a fin de obtener $1/3$ del caudal de agotamiento, manteniendo esta prueba durante 2 horas. Durante este período se miden los descensos.

b.2. Luego de ese período, se abre la válvula para obtener $2/3$ del caudal de agotamiento, manteniendo dicho caudal durante 2 horas más.

b.3. Se abre totalmente la válvula, para obtener el caudal de agotamiento.

b.4. Se mide la recuperación del pozo, durante el tiempo necesario para alcanzar un nivel similar al existente antes del agotamiento.

b.5. Se grafican las pruebas de caudal variable y la prueba de recuperación.

C. Prueba de caudal constante.

Basándose en las curvas de la prueba de caudal variable se determina la curva de agotamiento del pozo, estableciendo para la profundidad total del pozo el caudal de agotamiento. La prueba de caudal constante se realiza con un 90% de dicho caudal, y es este último valor el caudal de diseño para el sistema de riego a instalar.

CAPITULO III

TIPOS DE CESPED Y CARACTERÍSTICAS

3.1 Tipos de Cultivo

Perennial Ryegrass **Lolium perenne**

Rye grass perenne pertenece a la familia de las gramíneas, la cual, es ampliamente usada en todo el mundo y se le considera como una de las especies de prado más valiosos. Como características principales se puede decir que tiene una excelente tolerancia al uso, rápida germinación (7 días en primavera y 10 días en invierno) y una excelente velocidad de establecimiento.

Por otra parte, en una especie que no tiene buena tolerancia a la sequía y requiere de una alta mantención. La cruce de distintos cultivares ha permitido obtener una amplia gama de variedades, las cuales defieren en sus características tales como: Tolerancia al uso, vigor invernal, color, resistencia a enfermedades, y tolerancia a la sequía y al calor.

Dosis de Siembra: 280 a 450 [Kg/há]

Época de Siembra: Todo el año. De preferencia primavera y otoño.

a) Variedad: Top Hat

Características

Tol. LHC 1/2"	Frec. de Corte	Tol. al Tráfico	Prod. de Thatch	Mezcla Comp.	Req. de N	Tol. a la Sombra	Tol. al Frío	Tol. a la Sequía	Tasa de ET mm/día	Endófito	Tol. a la Salinidad mm/hos
Muy Buena	2 x semana	Muy Buena	Ninguna	Regular Buena	Medio-Alto	Regular Buena	Regular Buena	Regular	Alta 9 a 10	Si	11 Buena

Productor

NJAES/International Seeds, Inc.

Descripción

Top Hat es una variedad de Ryegrass perenne de última generación, tolerante a las enfermedades y al calor, decumbente, de color verde muy oscuro, sensible al fotoperíodo, y endófito mejorado (> 90 %). Top Hat puede utilizarse en todas las aplicaciones de Ryegrass perenne, pero será promocionada en los

climas de transición donde el calor y las enfermedades han constituido un factor limitante para la utilización permanente de Ryegrass perenne. Top Hat forma un césped frondoso de textura fina con una rápida germinación de plántulas, excelente tolerancia al tráfico y compatibilidad poliespecie. El crecimiento de la planta en el Ryegrass perenne está dominado por un renuevo basal agresivo en contraste con los estolones vegetativos (sobre el terreno) y los rizomas (bajo el terreno).

Aplicación

Desarrollado para mezclas y combinaciones (Blend) poliespecie de césped permanente que contengan Ryegrass perenne mejorado; Kentucky bluegrass; Festuca chewings; Festuca creeping; Chépica alemana y Festuca arundinácea Turf Type. Top Hat se utiliza también en forma extensa en programas de sobresiembra de invierno en greens, tees y fairways, ya sea sola, o bien, en mezclas de especies.

b) Variedad: R.2

Características

Tol. LHC 1/2"	Frec. de Corte	Tol. al Tráfico	Prod. De Thatch	Mezcla Comp.	Req. de N	Tol. a la Sombra	Tol. al Frío	Tol. a la Sequía	Tasa de ET mm/día	Endófito	Tol. a la Salinidad mm/hos
Muy Buena	2 x semana	Muy Buena	Ninguna	Regular Buena	Medio-Alto	Regular Buena	Regular Buena	Regular	Alta 9 a 10	Si > 90%	11 Buena

Productor

International Seeds, Inc.

Descripción

R.2 es una variedad de Ryegrass perenne de maduración muy temprana, tolerante a las enfermedades y el calor, decumbente, de color verde muy oscuro, sensible al fotoperíodo, endófito intensificado (>90%). La variedad R. 2 puede ser utilizada en todas las aplicaciones de Ryegrass perenne estándar. Forma un césped de textura muy frondosa y fina con una rápida germinación de las plántulas, excelente tolerancia al tráfico y compatibilidad poliespecie.

Aplicación

Desarrollado para mezclas y combinaciones de césped poliespecie permanente que contengan Ryegrass perenne mejorado; Kentucky bluegrass; Festuca chewings; Festuca creeping; Chépica alemana y Festuca arundinácea Turf Type. R. 2 se utiliza también en forma extensa en programas de sobresiembra de invierno en greens, tees y fairways, ya sea sola, o bien, en mezclas de especies.

c) Variedad: Gator II

Características

Tol. LHC 1/2"	Frec. de Corte	Tol. al Tráfico	Prod. de Thatch	Mezcla Comp.	Req. de N	Tol. a la Sombra	Tol. al Frío	Tol. a la Sequía	Tasa de ET mm/día	Endófito	Tol. a la Salinidad mm/hos
Muy Buena	2 x semana	Muy Buena	Ninguna	Regular Buena	Medio-Alto	Regular Buena	Regular Buena	Regular	Alta 9 a 10	Si > 90%	11 Buena

Productor

International Seeds, Inc.

Descripción

Gator II es una variedad de Ryegrass perenne de nueva generación, tolerante al calor y las enfermedades, decumbente, de color verde muy oscuro, sensible al fotoperíodo, endófito mejorado (>90%). Gator 11 puede ser utilizada en todas las aplicaciones de Ryegrass perenne, pero será promocionada en los climas de transición donde el calor y las enfermedades han constituido un factor limitante para la utilización permanente de Ryegrass perenne. Gator 11 forma un césped frondoso de textura fina con una rápida germinación de plántulas, excelente tolerancia al tráfico y compatibilidad poliespecie, El crecimiento de la planta de Ryegrass perenne está dominada por un renuevo basal agresivo en contraste con los estolones vegetativos (sobre el terreno) y los rizomas (bajo el terreno).

Aplicación

Desarrollado para mezclas y combinaciones poliespecie de Turfgrass permanente que contengan Ryegrass perenne mejorado; Kentucky bluegrass; Festuca chewings; Festuca creeping; Chépica alemana y Festuca arundinácea Turf Type. Gator 11 se utiliza también en forma extensa en programas de

sobresiembra de invierno de greens, tees y fairways, ya sea sola, o bien, en mezclas de especies.

d) Variedad: PhD

Características

Tol. LHC 1/2"	Frec. de Corte	Tol. al Tráfico	Prod. de Thatch	Mezcla Comp.	Req. de N	Tol. a la Sombra	Tol. al Frío	Tol. a la Sequía	Tasa de ET mm/día	Endófito	Tol. a la Salinidad mm/hos
Muy Buena	2 x semana	Muy Buena	Ninguna	Regular Buena	Medio-Alto	Regular Buena	Regular Buena	Regular	Alta 9 a 10	TBD	TBD

Productor

International Seeds, Inc.

Descripción

Combinación fabricada a la medida de ryegrass perenne que contiene tres de las mejores variedades de Ryegrass perenne tales como Top Hat, R.2, Essence*, Gator 11.

Aplicación

Combinación de tres (3) variedades para lograr una base genética amplia para una extensa área de adaptación y una mejor resistencia horizontal a las enfermedades. El Ph.D. Puede ser combinado en forma científica para una adaptación regional apropiada, un menor manejo de corte o una intensificación endófito completa. Desarrollado para combinaciones poliespecie de Turfgrass permanente que contengan Ryegrass perenne mejorado; Kentucky bluegrass, Festuca chewings, Festuca creeping; Chépica alemana y Festuca arundinacea Turf Type. Ph.D. también se utiliza extensamente en combinaciones y mezclas de sobresiembra de invierno de greens, tees y fairways donde se desean cualidades de transición rápidas.

Turf Type Tall Fescue Festuca Arundinácea

Prado Resistente a las condiciones externas. Puede ser sembrado a lo largo de todo el país, pues soporta bien la sombra y el frío, como así mismo suelos húmedos o secos, ácidos o alcalinos, pero prospera mejor en suelos fértiles y bien drenados. Debido a su sistema radicular profundo tolera el uso intenso y la sequía (en condiciones óptimas sus raíces pueden llegar a los 1,60 [m]), sobreviviendo donde otros prados no lo pueden hacer.

Se recomienda sembrarla en mezclas con Poa pratense o Bermuda para canchas deportivas. Soporta cortes medios y necesita fertilización moderada.

En esta especie se puede encontrar variedades desarrolladas con el objeto de obtener plantas más pequeñas como la variedad Houndog 5 y Pride, las cuales son de hoja más fina, pero mantienen sus características, incluso mejoran la tolerancia al uso y disminuyen los cortes.

Dosis de Siembra: 400 a 500 [Kg/há]

Época de Siembra: Todo el año. De preferencia otoño y primavera.

a) Variedad: Houndog 5

Características

Tol. LHC ½"	Frec. de Corte	Tol. al Tráfico	Prod. de Thatch	Mezcla Comp.	Req. de N	Tol. a la Sombra	Tol. al Frío	Tol. a la Sequía	Tasa de ET mm/día	Endófito	Tol. a la Salinidad mm/hos
Baja	2 x semana	Muy Buena	Baja Media	Regular Buena	Medio	Muy Buena	Muy Buena	Excelente	Muy Alta >10	Si >80%	11 Buena

Productor

NJAES/International Seeds, Inc.

Descripción

Houndog 5 es una variedad de Festuca arundinacea para prados con una capacidad mejorada de resistencia al calor y las enfermedades logrando tener una calidad de césped superior en una amplia área de adaptación en roughs, áreas limítrofes y céspedes de club house. Houndog 5 es una Festuca de color verde muy oscuro, de textura moderadamente fina con una excelente tolerancia al desgaste. Houndog 5 es una Festuca tall mejorada completamente endófito

con > 80 % de *A. coenophialum* endófito, que proporciona una mayor resistencia a gran cantidad de nemátodos e insectos que se alimentan de la corona. La presencia del endófito contribuye además a una mejor tolerancia a la tensión biótica y abiótica, un mejor establecimiento de las plántulas, una mejor recuperación primavera/otoño y una menor invasión de malezas verano/invierno.

Aplicación

Houndog 5 es recomendada para césped permanente a pleno sol o a media sombra en roughs, áreas limítrofes y lugares de baja mantención. Houndog 5 puede ser utilizado en mezclas de césped poliespecie, mantenidas a altura de corte moderada que incluyan Kentucky bluegrass, Ryegrass perenne, Festuca ovina, Festuca dura o Festuca creeping no agresivas

b) Variedad: Pride Turf-Type Tall Fescue

Características

Tol. LHC 1/2"	Frec. de Corte	Tol. al Tráfico	Prod. de Thatch	Mezcla Comp.	Req. de N	Tol. a la Sombra	Tol. al Frío	Tol. a la Sequía	Tasa de ET mm/día	Endófito	Tol. a la Salinidad mm/hos
Baja	2 x semana	Muy Buena	Baja Media	Regular Buena	Medio	Muy Buena	Muy Buena	Excelente	Muy Alta > 10	Si 30%	11 Buena

Productor

NJAES/International Seeds, Inc.

Descripción

Pride es una nueva variedad de Festuca arundinacea para prados mejorada, resistente al calor y las enfermedades, desarrollada para una calidad de turf superior en una amplia área de adaptación en roughs, áreas limítrofes y céspedes de club house. Pride es una festuca tall de color verde muy oscuro, de textura moderadamente fina, con una excelente tolerancia al desgaste. Pride es una Festuca arundinacea endófito con 30% de *A. coenophialum* endófito que proporciona una mayor resistencia a gran cantidad de insectos que se alimentan de las hojas y de la corona y nemátodos, la presencia del endófito contribuye además a una mejor tolerancia a la tensión biótica y abiótica, un mejor establecimiento de las plántulas, una mejor recuperación primavera/otoño y una menor invasión de malezas anuales verano/invierno.

Aplicación

Pride está recomendado para un césped permanente en roughs a pleno sol o semi-sombra, áreas limítrofes y lugares de baja mantención. Pride puede ser utilizado en mezclas de semillas poliespecie mantenidas a una altura de corte moderada, que contengan Kentucky bluegrass, Ryegrass perenne, Festuca ovina, Festuca dura o Festuca rubra strong creeping no agresivas.

Kentucky Bluegrass Poa pratensis

Poa pratensis es una gramínea perenne que se produce tanto por rizoma con por semillas. Esta especie germina entre 6 a 12 días, pero es de muy lento establecimiento de 21 a 28 días. Es por lo mismo, que Poa pratensis es usualmente es sembrada en combinación con otros pastos de establecimiento más rápido, como por ejemplo Rye grass perenne, los cuales la ayudan hasta su establecimiento definitivo.

Poa Pratensis tiene una baja frecuencia de corte (1 por semana), resiste de muy buena forma el pisoteo intenso, y es usado ampliamente en campos deportivos, fairways, parques y jardines.

Esta especie forma una verdadera red de rizomas lo que la hace ser bastante resistente pisoteo. Las variedades comunes a menudo sufren con los veranos demasiados calurosos y secos, aumentando la incidencia de enfermedades fungosas. Sin embargo, con la cruce de distintos germoplasmas se han obtenido nuevas variedades que presentan características mejoradas como resistencia a enfermedades, color, textura, densidad, y menor altura de corte,

Dosis de Siembra: 65 a 100 [Kg/há]

Época de Siembra: Todo el año. De preferencia primavera y otoño.

a) Variedad: Merit

Características

Tol. LHC 1/2"	Frec. de Corte	Tol. al Tráfico	Prod. de Thatch	Mezcla Comp.	Req. de N	Tol. a la Sombra	Tol. al Frío	Tol. a la Sequía	Tasa de ET mm/día	Endófito	Tol. a la Salinidad mm/hos
Regular	1 x semana	Buena	Media Alta	Regular Buena	Medio	Regular Baja	Muy Buena	Buena	Media 7 a 8	No	< 3 Baja

Productor

NJAES/International Secds, Inc.

Descripción

Merit es un Kentucky bluegrass mejorado con una calidad de Turf mejorada y un color de césped verde oscuro moderado. Merit está clasificado como un Kentucky bluegrass del tipo "BMW". Generalmente, estas variedades poseen un renuevo rizomatoso intermedio con una resistencia mejorada a la mancha de la hoja, la mancha de rueda y marchitamiento. Merit proporciona además un crecimiento invernal semi-latente y un green-up de primavera excelentes.

Aplicación

Merit es el "jornalero" de las variedades de Kentucky bluegrass. Puede ser utilizado en combinaciones de Kentucky bluegrass para fairways, tees y roughs de canchas de golf. También puede ser utilizado en mezclas poliespecie que contengan Ryegrass perenne mejorado, Festucas finas y Festucas tall mejoradas del tipo Turf

Bermudagrass**Cynodon dactylon**

Especie de rastrera (estalonífera y rastrera). Prado de color verde intenso, con buen establecimiento inicial en primavera-verano, y gran resistencia al pisoteo. Soporta cortes bajo y requiere de pocos cuidados de mantención. Posee excelente resistencia a altas y bajas temperaturas, como también a sequías estacionales. Se recomienda sembrarla sola o asociada con otras gramíneas. Tiene una excelente respuesta a la fertilización nitrogenada, además de ser resistente a enfermedades fungosas.

Esta es una especie de zonas cálidas que requiere de 25° C para lograr su potencial de crecimiento, se detiene con temperaturas bajo los 16° C, y se torna amarilla bajo los 10° C.

Bermuda grass no tolera la sombra, drenajes pobres ni suelos con alta acidez. Su calidad más importante es la resistencia que tiene al pisoteo y por eso es ideal para campos deportivos de todo tipo, así como para cualquier área verde de uso intenso.

Se puede decir que es una muy buena alternativa para prados de alto tráfico es el establecimiento de Bermuda grass en primavera-verano, y para que la carpeta se mantenga verde el año realizar una sobre-siembra en otoño con Rye grass perenne Ph.D.

En el mercado internacional, y ahora en nuestro país, existen Bermudas de última generación desarrolladas para enfrentar mejor las bajas temperaturas.

Dosis de Siembra: 80 a 100 [Kg/há]

Época de Siembra: Todo el año. De preferencia primavera y otoño.

a) Variedad: Mirage

Características

Tol. LHC 1/2"	Frec. de Corte	Tol. al Tráfico	Prod. de Thatch	Mezcla Comp.	Req. de N	Tol. a la Sombra	Tol. al Frío	Tol. a la Sequía	Tasa de ET mm/día	Endófito	Tol. a la Salinidad mm/hos
Muy Buena	3 x semana	Excelente	Alta	Baja	Alto	Baja	Buena	Excelente	Baja 6 a 7	No	28 Excel.

Productor

International Seeds, Inc. and Arizona Grain, Inc.

Descripción

Mirage es una nueva y mejorada bermuda grass de semilla tolerante al frío (de sangre fría), derivado de cruces de germoplasma de bermudagrass adaptado al clima del norte y del sur. Mirage proporciona una mejor calidad de Turf, un green-up de primavera temprano, un césped uniforme, una textura de hoja más fina y una proporción significativamente mayor de crecimiento decumbente que el bermudagrass de semilla común. Mirage es de un color verde moderado y de crecimiento vegetativo predominantemente rizomatoso, Esta característica le ayuda a entregar una mejor tolerancia al frío y a una fuerza de cubrimiento durable.

Aplicación

Mirage fue desarrollado exclusivamente para su utilización como turfgrass LHC en climas templados, sub-tropicales y tropicales donde se adapta el césped de estación calurosa. La mejor tolerancia del color de Mirage lo convierte en una opción superior para aquellos climas templados de temperatura más fría donde se desea una mejor tolerancia del color que en el bermuda grass de semilla común. Mirage puede ser utilizado de forma exitosa a

pleno sol en tees, fairways, roughs y out-of-bounds de campos de golf. Mirage no está recomendado para greens de canchas de golf.

Mezclas de Césped

Las mezclas tradicionales han sido desarrolladas producto de años de acuciosa investigación y ensayos de campo a lo largo de todo el territorio nacional.

Cada mezcla contiene especies y variedades de prado importadas seleccionada de acuerdo a los siguientes parámetros tales como:

- Adaptabilidad al clima y suelo
- Resistencia al pisoteo.
- Resistencia a las plagas.
- Resistencias a las sequías
- Resistencia a las heladas.
- Alto nivel de hongo endófito.
- Baja producción de materia seca (thatch).
- Color verde oscuro
- Textura de follaje fina.

Variedad: Strong Grass (Mezcla Estadio)

Esta mezcla es una combinación de gramíneas conocida por su versatilidad de aplicaciones en climas y suelos de variadas características. Por estar compuesta tanto por especies de invierno como de verano, esta puede ser sembrada desde Iquique hasta Osorno con excelentes resultados de establecimiento. Al ser una mezcla de gran resistencia al pisoteo, uso intenso, sequía y heladas, es ideal para el establecimiento de canchas de fútbol.

Características

Tol. LHC 1/2"	Frec. de Corte	Tol. al Tráfico	Laten. Invernal	Resist. Altas T°	Resist. a la humed.	Tol. a la Sombra	Tol. al Frío	Tol. a la Sequía	Tasa de ET mm/día	Endófito	Tol. a la Salinidad mm/hos
Muy Buena	3 x semana	Muy Buena	Parcial	Muy Buena	Buena	Regular	Muy Buena	Buena	Alta 9 a 10	Si	11 Buena

Tipo de Césped	Variedad	%
Bermuda	Mirage	5
Festuca Arundinacea	Bing	45
	Houndog 5	45
	Pride	45
Poa Pratensis	Kentuky	10
	Blue grass	
Rye grass Perenne	Top Hat	40
	Gator II	40
	PhD	40
	R2	40

Esta mezcla es la más utilizada en la región de Valparaíso, la cual ha dado excelentes resultados.

Dosis de Siembra: 20 a 25 [Kg/m²]

Época de Siembra: Todo el año. De preferencia primavera y otoño.

3.2 Necesidad de Agua del Cultivo

La cantidad de agua necesaria de la lluvia efectiva, para satisfacer las necesidades de uso consumo de la planta se llama "Uso Consumo del agua aplicada". Esta es la cantidad de agua que debe ser suministrada mediante el riego.

Se deben determinar también las constantes físicas de humedad y la densidad aparente, para así calcular la capacidad de retención de agua en el suelo que junto al uso consuntivo permiten determinar la cantidad de agua necesaria para el cultivo.

El estudio y conocimiento de la capacidad de los suelos para retener el agua de riego, son esenciales para que un riego sea rentable.

Los métodos para medir estas propiedades son entre otros:

- Por medio de barrenos, para toma de muestras.

- Resistencia del terreno a la penetración.
- Inspección ocular.
- Mediante el uso de tensiómetros.

Para calcular la humedad aprovechable de un suelo, en términos de una altura de agua, se puede utilizar la siguiente expresión:

$$H.A = \left[\frac{CC - PMP}{100} \right] * Da * Pr * Pw$$

En donde:

- H.A. Altura de agua aprovechable para el cultivo (mm). (Un milímetro de altura corresponde a un litro de agua por metro cuadrado de terreno).
- CC Contenido de humedad de suelo, expresado en porcentaje base peso seco, a una energía de retención que oscila entre 1/10 a 1/3 de bar. Indica el límite superior o máximo de agua útil para la planta que queda retenida en el suelo contra la fuerza de gravedad. Se conoce como Capacidad de Campo.
- PMP Contenido de humedad del suelo, expresado en porcentaje base peso seco, a una energía de retención que oscila entre 10 y 15 bar. Indica el límite inferior o mínimo de agua útil para la planta. Se conoce como Punto de Marchitez Permanente.
- Da Densidad aparente del suelo (g/cc)
- Pr Profundidad representativa de la muestra de suelo analizada (mm).
- Pw Humedad del suelo en tanto por uno.

Al aplicar esta expresión a los valores normales encontrados en los diferentes tipos texturales de suelos, en donde suelos arcillosos retienen una mayor cantidad de agua útil o aprovechable para la planta que suelos arenosos.

Dado que los suelos rara vez son homogéneos en profundidad, será necesario el determinar los valores de contenido de humedad a Capacidad de Campo y Punto de Marchitez Permanente para los diferentes estratos de suelo.

Medición de Humedad a CC y PMP

La obtención del valor de HA resulta de primordial interés para el diseño, planificación y manejo de sistemas de riego. Si no se dispone de los servicios de un laboratorio de suelos para la determinación de los contenidos de retención de humedad de suelo a Capacidad de Campo y Punto de Marchitez Permanente, una buena aproximación a estos valores puede obtenerse de la siguiente manera:

1. Inmediatamente después de un riego o lluvia intensa que haya saturado el suelo, se selecciona un sector representativo del sector a cultivar y cubrir con una lona o plástico impermeable, que evite la evaporación desde el suelo.
2. Luego de 24 a 48 horas después del evento, extraer muestras de suelo de entre 100 a 200 (gr) en cada estrato. Depositarlos en una cápsula hermética o en una bolsa plástica sellada.
3. Pesar las muestras en una balanza de lectura de décimas de gramo, sin abrir o destapar la muestra. Registrar la lectura como PSH + PE (Peso del suelo húmedo mas Peso de envase).
4. Una vez pesada la muestra, dejarla en un horno a 105° C por 24 horas y pesar la muestra seca. Si se utilizan bolsas plásticas previamente, asegurarse de extraer la totalidad de la muestra de suelo de la bolsa antes de ponerla en el horno, pesando el envase plástico (PE) y el envase nuevo utilizado en el horno de secado. En cualquier caso, debe existir absoluta certeza del peso del envase, debido a que este valor se debe restar al peso de suelo.
5. Luego se obtiene el valor de contenido de humedad del suelo a Capacidad de Campo (*Occ*).

$$Occ = \frac{(PSH + PE) - (PSS + PE)}{PSS} * 100$$

De este modo, la Ecuación anterior indica la relación porcentual en el contenido de agua en una muestra de suelo, quedando expresada como:

$$Occ = \frac{(\text{Peso de agua en la muestra})}{PSS} * 100$$

En donde:

PSH Peso del suelo húmedo (g)

PE Peso del envase al momento de pesar (g)
 PSS Peso del suelo seco (g)

6. Para obtener el contenido de humedad de una muestra de suelo a Punto de Marchitez Permanente, es necesario someterla a un plato de presión a 15 atmósferas y luego determinar su contenido de humedad.

Otra forma de obtener el contenido de humedad a Punto de Marchitez Permanente sería multiplicar el valor de humedad a Capacidad de Campo por 0.55, es decir:

$$PMP = 0.55 * Occ$$

El uso consumo puede expresarse en profundidad de agua por unidad de tiempo. Las unidades más usadas son [mm/día], [mm/mes]. Para el cálculo del volumen total de agua necesaria, se multiplica la necesidad de agua estacional por la superficie que se quiere regar. La unidad es m³.

El uso consumo variará según:

- Tipo de planta.
- Estación en que se cultive.
- Clima.

Los valores del uso consuntivo pueden convertirse en índices equivalentes de caudal de agua por unidad de superficie. En la tabla N° 3.1 figuran los índices del caudal continuo equivalente -24 horas de aplicación- por área unitaria para varios índices de uso consuntivo diario.

<i>Uso Consuntivo del agua por el cultivo</i>		<i>Caudal Continuo Equivalente por Hectárea</i>
<i>Milímetro/ día</i>	<i>Litros/segundo</i>	<i>Metros Cúbicos/ día</i>
2	0,23	20
3	0,35	30
4	0,46	40
5	0,58	50
6	0,69	60
7	0,81	70
8	0,92	80
9	1,04	90
10	1,15	100

Tabla N° 3.1 Conversión de índices de uso consuntivo diario, caudal continuo equivalente por área unitaria.

<i>Método de Riego</i>	<i>Eficiencia de Aplicación</i>
<i>Tendido</i>	30
<i>Surcos</i>	45
<i>Bordes</i>	60
<i>Californiano</i>	65
<i>Aspersión</i>	75
<i>Microjet</i>	85
<i>Microaspersión</i>	85
<i>Goteo</i>	90

Tabla N° 3.2 Eficiencias de aplicación del agua según el método de riego empleado.

Para este estudio, el método de riego aplicable, es la aspersión, por lo tanto se hará referencia en adelante al riego por aspersión.

Demanda de agua de los cultivos.

Dado a que el riego tecnificado trata de satisfacer las necesidades de agua de las plantas, se debe diseñar el sistema para las mayores demandas que requiera el cultivo, es decir, para el cultivo en estado adulto y para un período de pleno verano.

Como el sistema de riego tecnificado solo riega una parte de la planta y ésta zona siempre está bajo sombra, las pérdidas de agua por evaporación son mínimas, por lo que en la práctica el uso-consumo de agua de la planta coincide con su transpiración.

Por lo tanto es necesario saber la evapotranspiración del cultivo. Siendo la evapotranspiración la suma de los términos transpiración, que es el agua que penetra a las raíces, se emplea para construir tejidos y se evapora a la atmósfera, y evaporación que es el agua evaporada por el terreno adyacente a la planta.

Existen diversos métodos para determinar la evapotranspiración de un cultivo, siendo el mas usado el Evaporímetro de Bandeja Tipo A, aunque existen otros métodos empíricos como los de Penman, Lowry-Johnson

La evapotranspiración se entenderá para efectos de diseño como la precipitación necesaria que debe entregársele al cultivo para suplir sus necesidades de agua.

1 [mm./día] de evapotranspiración = 1 [l/m²] de precipitación.

Conociendo la evapotranspiración de un cultivo el marco de plantación, el tipo de emisor y su descarga, se podrá entonces establecer el tiempo de riego que es necesario dar para provocar la precipitación esperada.

3.3 Plagas del Césped

Hay un gran número de ácaros e insectos que se pueden encontrar asociados a un césped de una forma u otra, pero sólo unos pocos, afortunadamente, causan daños. Agrupar las plagas en función del hábitat que ocupa el sector destructivo es sólo una de las posibilidades de clasificación, pero que tiene la ventaja de agrupar también el tipo de soluciones para combatirlas. Por tanto, consideraremos tres grupos de plagas según su sector destructivo viva en hojas y tallos, en el fieltro o en el suelo.

Hojas y Tallos

Es el grupo menos importante, el más fácil de detectar y el más fácil de tratar. En él destacan:

- Ácaros de los céspedes: la erinosis de las bermudas, causada por *Eriophyes cynodonensis*.
- Pulgones, cochinillas y larvas de pequeños dípteros son sólo peligrosos esporádicamente, sobre todo en verano, pudiendo atacar Poas, *Agrostis* y *Cynodon*. Todos ellos son de control relativamente fácil mediante pulverizaciones foliares.

Fieltro

El fieltro o colchón es una capa de acumulación de materia orgánica no descompuesta que se forma justo debajo del césped cuando la tasa de descomposición es inferior a la de acumulación. Un fieltro de 1-1,5 [cm] no es perjudicial, sino conveniente, pero cuando el espesor es de más de 2,5 [cm], el fieltro puede ser muy perjudicial, al dificultar la penetración de las raíces, del agua y de los productos. Existen actualmente productos especiales para mejorar la penetración de las raíces, del agua y de los tratamientos condicionadores de suelo.

En el fieltro viven habitualmente las larvas de las polillas (mariposas nocturnas), sean pirálidas o noctúidas. En nuestras condiciones, las larvas de noctúidos (gusanos grises y rosquillas), son una de las plagas más importantes de los céspedes. En ocasiones, también las orugas defoliadoras, del tipo de la gardama (*Laphygma*), *Mythimna* o *Spodoptera* (gusanos del ejército), que también comen por la noche, pueden ocasionar daños graves.

Suelo

En el suelo viven muchos insectos que pueden atacar el césped, los más importantes son los grillo topos o alacranes cebolleros, las típulas y los gusanos blancos. Las típulas son las larvas de *Típula oleracea* (o *T. paludosa*), una especie de mosquito gigante, al que le gustan las zonas marítimas, de inviernos suaves y muy lluviosos, donde también ataca las praderas naturales. Las larvas, que son grises y duras, se alimentan de raíces y cuellos de las plantas durante el día y, cuando salen a la superficie, por la noche, de tallos y hojas.

Los gusanos blancos son las larvas de diferentes especies de escarabajos, que constituyen la plaga más seria de los céspedes, las especies más dañinas son de la subfamilia *Melolonthinae* (géneros *Melolontha*, *Rhizotrogus*, *Phyllopertha*...). Producen sobre todo daños en raíces, no sólo en céspedes sino en gran número de especies (plagas polífagas). El umbral mínimo de tratamiento difiere mucho según los autores, entre 10 y 100 larvas por m².

Los grillo topos causan daños directos al alimentarse de raíces y cuellos de las plantas e indirectamente por las galerías subterráneas que excavan, destruyendo las raíces que encuentran a su paso, especialmente en céspedes recién sembrados. Son también más activos por la noche.

Control de las Plagas

Un buen manejo general del césped que estimule un crecimiento vigoroso de las plantas es el mejor medio preventivo de lucha contra las plagas. Cuando el césped está debilitado por algún stress (sequía, cortes demasiado frecuentes, carencia o exceso de nutrientes...), las plantas toleran peor el ataque de los insectos. Por otra parte, el respeto de los predadores insectívoros como pájaros, murciélagos o pequeños mamíferos, puede contribuir al mantenimiento de poblaciones de insectos por debajo del nivel de la plaga, siempre que el remedio no sea peor que la enfermedad, pues a veces los daños en céspedes de alto valor son producidos por los predadores en busca de los insectos del sector. En zonas con problemas endémicos de una determinada plaga, la elección de una variedad tolerante puede ser el medio preventivo más eficaz. Algunos bermudas híbridos, por ejemplo, son genéticamente resistentes a la erinosis (ácaros *Eriophes*).

Control Químico

Cuando la intensidad de la plaga obliga al uso de insecticidas, la elección del producto debe tener en cuenta sobre todo los siguientes factores:

1. Menor toxicidad para el manipulador y para el medio ambiente.
2. Máxima accesibilidad del producto al hábitat de la plaga (hojas, fieltro, suelo).
3. Persistencia ajustada al control deseado.

Toxicidad y Ecotoxicidad

Los insecticidas organoclorados, que se habían utilizado con gran éxito en la lucha contra los insectos del césped (clordano, aldrin, y otros.), han sido prohibidos en su mayoría debido a su acumulación en el medio. Actualmente, sólo queda autorizado el Lindano, cuyo uso sigue siendo una opción interesante contra los insectos del fieltro y del suelo. Los otros insecticidas normalmente usados contra los insectos del suelo, pertenecen a las familias de los carbamatos, organofosforados y piretroides. Globalmente, los organofosforados poseen niveles de toxicidad aguda mayores.

Accesibilidad

La biodisponibilidad real de un plaguicida depende en gran parte del tipo de formulación (líquida, granulada, y otros.) y de su solubilidad en el agua. En el caso del césped, en cuanto a los insecticidas del suelo, se ha visto que no hay grandes diferencias entre la aplicación de formulaciones líquidas o granuladas. Tanto si aplicamos insecticidas granulados como en pulverización (líquidos o polvos disueltos en agua), la penetración del producto en el fieltro y/o en el suelo será aumentada por el agua de lluvia o de riego.

La solubilidad del insecticida, por tanto, puede ser muy importante, sobre todo en céspedes con mucho fieltro en los que se quiera atravesar éste para controlar insectos del suelo. Los insecticidas disponibles varían enormemente en su solubilidad. Entre los usados en césped, el triclofon y el carbaril son de los más solubles mientras que el clorpirifos es muy poco soluble.

Con alguna excepción, los insecticidas menos solubles son además los que se quedan más adsorbidos (retenidos) en la capa de fieltro, sin poder alcanzar el suelo. Este es, también, el caso del clorpirifos, que es, sin embargo eficaz contra muchos insectos del suelo si no hay problemas de fieltro. Según algunos autores el carbaril produjo una capa de fieltro menor al de otros tratamientos insecticidas en un ensayo comparativo.

Efecto Residual

Insecticidas excesivamente residuales, difícilmente biodegradables, son más nocivos para los ecosistemas. Sin embargo, en el extremo opuesto, los productos de bajísima actividad residual son sólo eficaces como acción de choque, y nos obligan a tratamientos más frecuentes. Este es el caso de los piretroides, que son muy eficaces contra las plagas del 1er grupo (las que viven en hojas y tallos) y contra ciertos insectos del suelo en ciertas condiciones (tratamientos al oscurecer, cuando las larvas salen a la superficie), pero que casi no tienen ninguna persistencia. Entre los carbamatos y los organofosforados, hay bastante variación en la persistencia, según cada caso particular. No hay que olvidar, para finalizar, otros consejos de orden general a la hora de elegir el tratamiento:

- a. Precio.
- b. Momento del tratamiento. El conocer la biología del insecto en cada zona, sus épocas de puesta, de eclosión, de mudas, actividad reproductora, etc., que permitirá acertar plenamente en el diagnóstico temprano y en el momento más eficaz para tratar.
Resistencia. Algunos insectos desarrollan una resistencia. Para evitar ese riesgo, es fundamental la alternancia de diferentes insecticidas (pertenecientes a diferentes familias químicas y, por tanto, con modos de acción diferentes). En céspedes, se aconseja intercalar carbamatos y organofosforados si las plagas del suelo exigen una alta frecuencia de tratamientos.

CAPÍTULO IV

SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

4.1 Generalidades

Los céspedes necesitan para su desarrollo determinadas cantidades de elementos fertilizantes, como cal, potasio, ácido fosfórico, nitrógeno y además agua. La abundancia de los céspedes depende de la sustancia de que éstas sienten mayor necesidad, al agua ha de equiparse en este sentido a los elementos nutritivos indispensables, y la experiencia demuestra que dichos elementos se aprovechan tanto mejor cuanto más se aproxime el grado de humedad del terreno al que necesite el césped que se trata. Durante su crecimiento cada tipo de césped consume una determinada cantidad de agua, y si ésta no es suministrada en cantidad suficiente por las lluvias, que además deben cubrir todas las pérdidas (evaporación, infiltración, y otros,) se entorpece la vida vegetativa y llega incluso a interrumpirse completamente. Esta deficiencia se subsana con el riego del terreno.

4.2 Características del Sistema de Riego

En los últimos años se ha producido avance en el desarrollo de sistemas de riego tecnificado.

El riego por aspersión, consiste en la aplicación localizada de agua en forma de lluvia artificial, que se forma como consecuencia del agua que fluye por efecto de la presión a través de pequeños orificios llamados boquillas.

Debido a las innumerables ventajas que se pueden alcanzar con estos sistemas, se habla de una revolución tecnológica en la agricultura moderna; entre estas ventajas, se pueden señalar:

- * Ahorro de agua, fertilizantes y mano de obra.
- * Mayores rendimientos de los cultivos y de mejor calidad, debido al óptimo estado hídrico del suelo.
- * Prevención de enfermedades y pestes al mantener seca la zona de contacto planta - suelo.
- * Aplicación del riego presurizado en terrenos, sin necesidad de nivelar previamente.
- * Utilización de aguas de mala calidad física, mediante un adecuado sistema de filtrado.
- * La incorporación directa de fertilizantes o productos químicos que necesita la planta, permite un ahorro significativo de éstos.
- * Automatización total, controlando el riego y los fertilizantes; ocupando menos mano de obra.
- * Permite realizar simultáneamente otras labores de riego.

Sin embargo, existen algunas limitaciones temporales que regulan la adopción de este sistema:

- * El alto costo inicial del sistema, que a corto plazo se recupera.
- * Un diseño inadecuado puede llevar al fracaso el proyecto global de un sector.
- * Requiere tiempo de capacitación y entrenamiento de los operadores.

4.3 Estructura del Sistema

De acuerdo con las características del cultivo a regar; se deben elegir los componentes del sistema, los cuales son:

Fuentes de agua

La fuente de agua de un sistema de riego presurizado, puede ser de diverso origen: un estero, canal de riego, pozo profundo, vertiente, pozo noria, estos casos fueron ya analizados en el capítulo N° 2.

Estructura de un sistema de riego presurizado.

Un sistema de riego está constituido por una serie de elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos, con el fin de controlar, tratar, activar y desactivar el flujo del agua de riego. Sus principales sistemas son:

- * Sistema de Impulsión.
- * Sistemas de Filtros.
- * Sistema de Conducción de las aguas
- * Fittings y accesorios
- * Sistema de válvulas.
- * Equipo programador de válvulas.

A continuación, se explica cada uno de ellos:

4.3.1 Sistema de Impulsión

Sistema Gravitacional

Es un método empleado en terrenos con características topográficas que permitan la acumulación de aguas en estanques que cuenten con una diferencia de cota tal que posibilite la utilización de sistema de riego tecnificado.

La diferencia de cota debe ser mayor o igual a la suma de:

- Las pérdidas de carga por concepto de filtrado de aguas.
- Las pérdidas de carga producidas en la conducción del agua por las tuberías.
- La suma de las pérdidas de carga que se producen en fittings y accesorios del sistema.
- La presión de trabajo de los emisores, la cual dependerá del tipo de emisor, y este a su vez depende del cultivo a regar.

Sistema de Bombeo

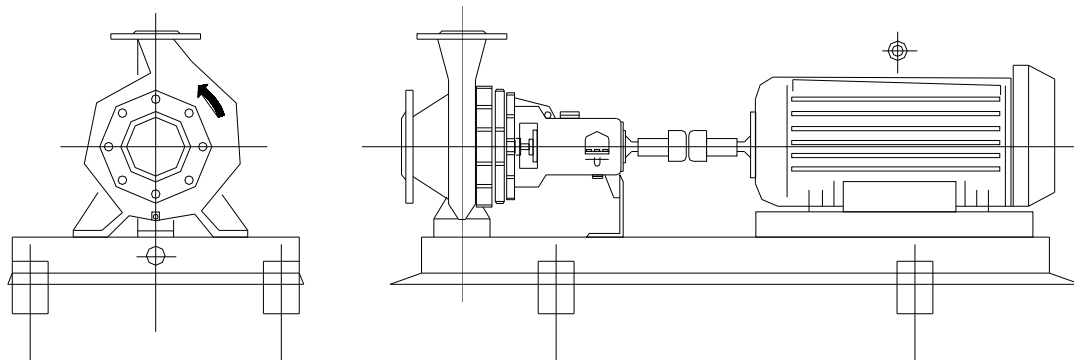
Es el método que se usa comúnmente, consistente en el empleo de elementos mecánicos que captan las aguas para impulsar el agua hasta el lugar determinado. Existen 3 tipos de bombas:

1.- Bombas Centrífugas:

El agua penetra en la bomba en sentido axial, siendo impulsada en sentido radial. Tienen las ventajas de contar con rendimiento medio, gran caudal pero alturas limitadas, son de fácil instalación, poco mantenimiento y acopladas a motores eléctricos alcanzan altas velocidades.

La desventaja de estas bombas radica en la limitada altura de elevación.

Estas van instaladas por encima del nivel de agua. Son accionadas por su motor, acoplado bien en el extremo del eje o bien por mediación de un acoplamiento semielástico, por correas o por cardán en ángulo.



2.- Bombas de Eje para Pozos Profundos

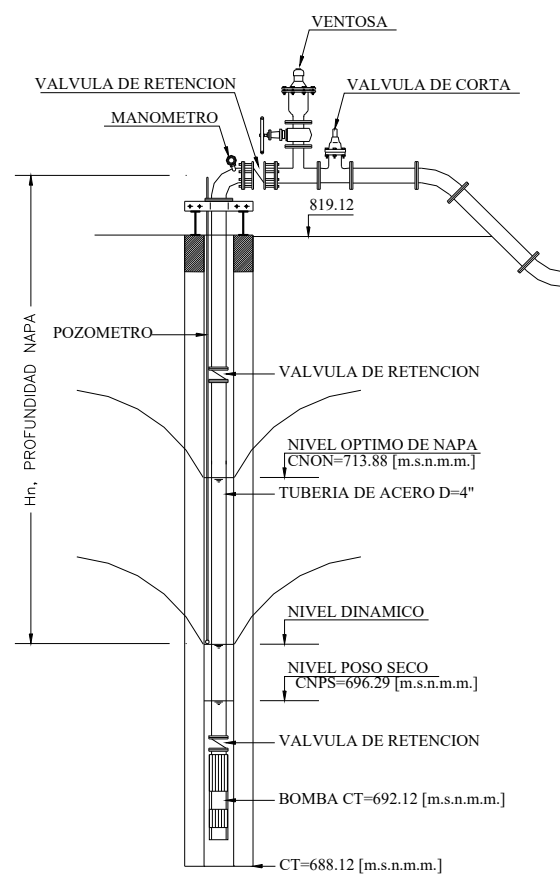
En caso que la bomba no pueda ser instalada por encima del nivel del agua, o que la perforación del pozo sea de un diámetro muy pequeño, o que la obtención del caudal necesite una gran elevación, entonces se puede instalar la bomba centrífuga por debajo del nivel de bombeo, quedando el motor en la superficie y el eje de accionamiento colocado en el interior de la columna de impulsión. El bombeo puede realizarse desde gran profundidad y componerse de varias etapas: en el caso de accionamiento con motores eléctricos, este debe colocarse en el extremo del eje; por lo contrario para un accionamiento con motores diesel o a gasolina, éste debe acoplarse al eje por correas o cardán.

La bomba al quedar sumergida no es necesario cebarla para que funcione, aunque. A modo de desventaja no se pueden realizar labores de inspección de la misma.

3.- Bombas de Turbina para pozos profundos

La bomba va directamente acoplada a un motor eléctrico de pequeño diámetro y sumergible en agua, lo que permite obtener rendimientos altos debido al acoplamiento y a la refrigeración producida por la inmersión completa del motor.

Estas bombas son las que tienen los mayores rendimientos en cuanto a la elevación de grandes caudales a grandes alturas, aproximadamente entre 0,5 y 100 [lts/seg] a 20 y 400 [m.c.a].



4.3.1.1 Selección de la Unidad de Bombeo

Cálculo de los Diámetros de Impulsión y Succión.

Tubería de Impulsión

La velocidad máxima especificada para esta tubería es de 2,0 (m/s) la cual permite controlar el golpe de ariete que se pueda presentar en el sistema de bombeo. Debido a que esta conducción puede ser bastante larga, se debe efectuar el estudio del diámetro más económico. Uno de los criterios utilizados para la determinación para esta determinación es el empleo de la fórmula de Bresse:

Para instalaciones operadas en forma continua, se tiene:

$$Di(m) = K * \sqrt{Q(m^3 / s)}$$

$$K = \rightarrow 0.7 \text{ a } 1.6$$

$$K(\text{promedio}) = 1.2$$

Para instalaciones no operadas en forma continua, se tiene:

$$Di(m) = 1.3 * X^{1/4} * \sqrt{Q(m^3 / s)}$$

Donde:

$$X = \frac{N^{\circ} \text{ horas de bombeo por día}}{24}$$

Tubería de Succión

La succión es la etapa más crítica en el bombeo, ya que cualquier entrada de aire ocasionará problemas en el bombeo.

El diámetro de esta tubería nunca debe ser inferior al diámetro de la tubería de succión ni tampoco inferior al diámetro del orificio de entrada de la tubería de succión a la bomba. Se recomienda utilizar el diámetro comercial inmediatamente superior al de la tubería de impulsión. La velocidad del agua en esta tubería debe estar comprendida entre 0.6 y 0.9 (m/s).

4.3.1.2 Parámetros para la Elección de la Bomba

Una buena elección de la bomba nos permite un ahorro de dinero en la inversión del proyecto. Al realizar la elección se deben considerar los siguientes términos:

Altura estática de succión (H s)

Es la distancia existente entre el nivel del agua en el pozo húmedo y el eje de la bomba. Se le suele llamar succión negativa si el nivel del agua se encuentra por debajo del eje de la bomba, o succión positiva si el nivel del agua se encuentra por encima del eje de la bomba.

Altura estática de impulsión (H i)

Es la diferencia entre el nivel de descarga de la bomba y el eje del rotor.

Altura estática total (H est)

Es la diferencia entre los niveles del agua en el pozo húmedo y la descarga, es decir, la suma de las alturas estáticas de succión e impulsión.

Altura de fricción (H fs, H fi)

Es la altura adicional que debe ser suministrada para vencer las pérdidas por fricción en las tuberías de impulsión (H fi) y de succión (H fs). Pueden ser calculadas mediante la ecuación de Darcy-Weisbach o Hazen Williams.

Altura de velocidad ($V^2/2g$)

Representa la energía cinética del fluido en cualquier punto del sistema.

Altura de pérdidas menores (H ms, H mi)

Es la altura de agua adicional para vencer las pérdidas debidas a los accesorios tales como codos, válvulas y otros. Pueden ser calculadas como un factor de la altura de la velocidad o como una longitud equivalente de tubería.

Pérdidas en la Red de Distribución (Jt)

Es la altura adicional que debe ser suministrada para vencer las pérdidas por fricción en las tuberías de la red de distribución. Pueden ser calculadas mediante la ecuación de Hazen Williams.

$$J = 10.665 * \left[\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.869}} \right]$$

Pérdida del Aspersor (P. asp)

Es la presión necesaria que debe ser suministrada por la bomba para que este opere adecuadamente.

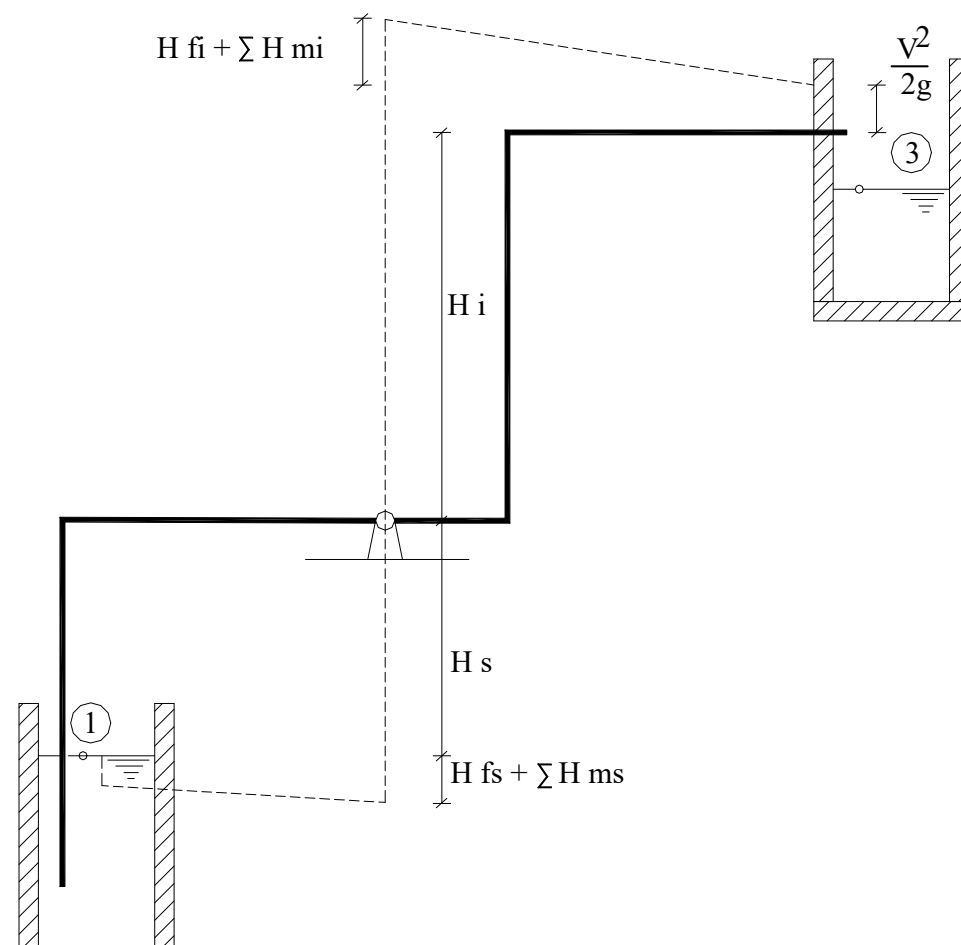
Altura del aspersor (h.asp)

Altura de la boquilla del aspersor sobre el nivel del suelo en metros.

Altura dinámica total (Hm)

Es la altura total contra la cual debe trabajar la bomba teniendo en cuenta todos los factores anteriores.

Para obtener la altura dinámica total, es necesario establecer la ecuación de Bernoulli entre los niveles del agua en la succión y en la impulsión.



La presión, corresponde a la altura dinámica de elevación que debe vencer la bomba, ésta altura está compuesta de los siguientes términos:

$$H_m = h.s + h.i + h.fs + h.fi + Jt + h.asp. + + P. Asp.$$

La carga total que debe vencer la bomba corresponde a H_m [m.c.a], para elevar un caudal de Q [m³/hora].

El origen de la fuerza motriz disponible en el predio, puede ser por combustión interna en motores diesel, gasolina, o bien eléctricas.

Las curvas características procurando que las bombas estén situadas en las curvas ascendentes o por lo menos en el máximo de ellas.

La carga total generada por la bomba, la potencia requerida para moverla a una cierta velocidad constante y la eficiencia, varían con el caudal que ellas descargan.

Las interrelaciones de capacidad, carga potencia y eficiencia se denominan características de la bomba.

Estas se pueden combinar y mostrar gráficamente y a esta interpretación gráfica se les denomina Curvas Características de las Bombas.

Cuando se quiere obtener la potencia real a instalar se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q * H_m}{75 * \frac{r_1}{100} * \frac{r_2}{100}} \text{ [C.V]}$$

Donde:

P	=	Potencia en caballos hora.
Q	=	Caudal en litros por segundo.
H _m	=	Altura dinámica de elevación total en metros.
r ₁	=	Rendimiento de la bomba en tanto por ciento.
r ₂	=	Rendimiento del motor en tanto por ciento.

La elección del tipo de bomba depende de los valores que alcancen el caudal a elevar y la altura manométrica de elevación, para lo cual se podrá utilizar en los casos más exigentes unidades de bomba que trabajen en paralelo o en serie.

4.3.2 Sistemas de Filtrado

Generalidades.

Las aguas no se encuentran en la naturaleza en su estado puro. Por esencia, estas contendrán sustancias de su ambiente natural o de productos desechados por las actividades humanas. Por lo anterior, las aguas deberán someterse a algún tipo de tratamiento para mejorar su calidad, y dejarlas aptas para riego.

El proceso de filtrado en un sistema de riego tecnificado consiste en la mayoría de los casos en hacer pasar agua a través de un medio poroso, donde las partículas sólidas son retenidas. En otros casos, el proceso se basa en la acción de fuerzas rotacionales.

Dentro de una instalación de riego, los filtros son ubicados en el cabezal del sistema, a fin de proteger las tuberías, fittings y especialmente los emisores.

Tipos de Filtros

Filtros Granulares.

Los filtros granulares son formados por grandes depósitos metálicos que contienen diversas capas de arena y cuarzo, en los cuales se obtiene la retención de las partículas sólidas, la materia orgánica y los sedimentos que trae el agua.

Los filtros granulares son empleados para una filtración primaria, puesto que no son capaces de separar las partículas inferiores a 10 micrones del agua.

Filtros de Anillas o Discos

Los filtros de anillas o discos están diseñados para el empleo con aguas no muy sucias, aguas de pozos, o como filtrado de terminación en un sistema que el filtrado primario se realice en un filtro granular, aguas de canales o lagos.

Se compone de una serie de anillas o discos de PVC, que van dispuestos uno al lado del otro, formando un filtro cilíndrico, en que el agua pasa por los espacios entre anillas, en un recorrido muy corto que permite tener bajos índices de pérdida de carga.

Filtros de Malla

Los filtros de malla son de simple construcción y menos costosos que los demás sistemas. Un filtro de malla consiste en un cilindro metálico o plástico que contiene en su interior una malla de acero o plástico en la cual son retenidas

las partículas en suspensión que exceden el tamaño del orificio de la malla. La unidad de medida es el Mesh que equivale a la densidad de mallas por pulgada cuadrada.

En los sistemas de riego tecnificado se emplean mallas entre 4 y 200 Mesh, y pueden emplearse varios filtros de mallas, ubicándose primeramente los filtros con mallas menos densas para una filtración primaria y luego los filtros con mallas más densas para una filtración de acabado. El uso de este método está avalado por la tupición frecuente de los sistemas que emplean un filtro con Mesh alto al principio de la instalación, lo que implica el efectuar retrolavados frecuentes, con la correspondiente interrupción del ciclo de riego.

A continuación se presenta la tabla N° 5.1, que muestra los tipos de filtros de malla recomendados para los diversos tipos de riego tecnificado, y la equivalencia entre el Mesh y el tamaño en milímetros.

<i>Mesh</i>	<i>Diámetro (mm)</i>	<i>Tipo de Riego</i>
4	3,50	<i>Aspersión</i>
6	2,50	<i>Aspersión</i>
10	1,50	<i>Aspersión</i>
20	0,80	<i>Aspersión</i>
30	0,50	<i>Aspersión</i>
50	0,30	<i>Microaspersión</i>
75	0,20	<i>Microaspersión</i>
120	0,13	<i>Microaspersión</i>
155	0,10	<i>Goteo</i>
200	0,08	<i>Goteo</i>
400	0,02	<i>Goteo por Cinta</i>

Tabla N° 4.1 Tipos de Filtros de Malla Recomendados

4.3.3 Sistema de Conducción de Aguas

Generalidades

La conducción de las aguas desde la captación de las mismas hasta las plantas se realiza por medio de tuberías que garanticen la hermeticidad del sistema.

Las tuberías más utilizadas en las instalaciones de riego presurizado son las de PVC y las de Polietileno, aunque alternativamente se pueden utilizar de fierro galvanizado o cobre.

Estas tuberías se dividen en dos grupos, unas llamadas tuberías matrices, Submatrices y Laterales.

Tuberías Matrices y Submatrices

Las tuberías matrices son las encargadas de transportar el agua desde la captación de la misma hasta los sectores de riego. Las tuberías submatrices son las encargadas de repartir el agua a través de los sectores de riego.

En ambos casos se recomienda la utilización del PVC, debido a que en relación con otros materiales, posee características que le confieren grandes ventajas comparativas en cuanto a:

- Resistencia Mecánica.
- Resistencia a la Corrosión.
- Resistencia a la electrólisis.
- Presenta paredes lisas y libres de porosidades.
- Reduce pérdidas de presión, debido a las paredes lisas.
- Presenta un bajo peso, lo cual facilita su manipulación, transporte, almacenaje e instalación.
- Posee características de material autoextinguible.

Características de las Tuberías de P.V.C.

CLASE	PRESION NOMINAL DE TRABAJO A 20°C		
	Kg/cm	Lbs/pulg.	m.c.a.
4	4	60	40
6	6	90	60
10	10	150	100

Tabla N° 4.2 Presión de trabajo de las tuberías de PVC según su clase.

Tuberías Laterales

Las tuberías laterales conducen el agua desde las tuberías submatrices hasta las inmediaciones del pasto, insertándose en estas los emisores. Se usan principalmente las tuberías de PVC y las de Polietileno, las cuales cumplen las características anteriormente señaladas.

Las tuberías de Polietileno tienen las siguientes características:

- Alta Resistencia a la radiación solar.
- Resistencia a altas temperaturas y gran oscilación térmica.
- Alta resistencia mecánicas de elongación y torsión.
- Resistencia a la agresividad química de ácidos y fertilizantes.

Estos se fabrican en rollos de 100 y 300 m.

DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO INTERIOR	DIÁMETRO EXTERIOR	ESPESOR PARED
12 mm [1/2"]	10,2 [mm]	12,4 mm	1,1 mm
16 mm [5/8"]	13,2 [mm]	15,8 mm	1,3 mm
20 mm [3/4"]	16,8 [mm]	20 mm	1,6 mm

Tabla N° 4.3 Características de las Tuberías de Polietileno

4.3.3.1 Selección de Tuberías

Para la selección de las tuberías se debe determinar el diámetro de los tubos, las pérdidas de carga y las presiones de operación en los puntos de la red.

El diseño debe realizarse de modo que permita una aplicación uniforme del agua (mediante los aspersores) con los mismos costos de tuberías, equipos de bombeo y de operación del sistema.

El aspecto más importante en el diseño de cualquier sistema d tuberías son las pérdidas de carga que se presentan en toda su longitud.

Se debe seleccionar aquella cuyo diámetro y piezas especiales proporcionen la presión necesaria con el fin de obtener el menor gasto posible en la aplicación del agua y con una máxima uniformidad.

Las pérdidas de cargas se calculan por la siguiente fórmula:

$$J = L * i$$

Donde:

- J = Pérdida de Carga
- L = Longitud de la Tubería en [m]
- i = Pérdida d Carga Unitaria.

El valor de L se mide directamente sobre el plano a escala. El valor de i, puede calcularse por varias fórmulas hidráulicas conocidas, tales como las de Scobey, Hazen-Williams, Prandtl-Colebrook y otras.

Para el caso de instalaciones en PVC se utiliza la fórmula de Hazen-Williams

$$J = 10.665 * \left[\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.869}} \right]$$

Debido a los exponentes fraccionarios que incluyen las fórmulas para el cálculo de la pérdida de carga, existen numerosas tablas y ábacos en los que, para un determinado coeficiente de rugosidad basta contar con el caudal y el diámetro d de la cañería para encontrar las correspondientes pérdidas de carga.

Tubería Lateral

Generalmente ésta se diseña de un solo diámetro; de este modo el equipo es uniforme, permitiendo que la instalación se realice sin dificultad.

El conjunto de estas líneas puede asimilarse a una curva que se aplasta a medida que nos alejamos del origen de la distribución.

Para el cálculo de las pérdidas de carga de las laterales se usa generalmente la fórmula de Hazen-Williams.

Muchas veces el cálculo de pérdidas de carga se presenta muy largo, dependiendo de la solución dada al proyecto. Cuando el agua que circula por la lateral llega al aspersor, el caudal va disminuyendo a medida que se aleja de su origen, por lo tanto el cálculo se debe realizar por tramos y caudal variable.

Tubería Secundaria

Para el cálculo de este tipo de tubería se recomienda usar la fórmula de Hazen-Williams cuando sea PVC.

Tubería Principal

El cálculo de la tubería principal se realiza en forma análoga que para la tubería secundaria.

En general ésta no tiene derivaciones y se calcula con el caudal equivalente a la suma de todos los aspersores funcionando simultáneamente.

Se recomienda que los valores de velocidad admisible sea menor de 2 a 2,5 [m/seg].

Al diseñar la tubería principal, se debe pensar que el objeto de ella es tener un costo lo más bajo posible, sin que ello signifique dejar aparte los costos de bombeo.

Pérdidas Singulares

En general, las fórmulas antes descritas para el cálculo de la red, han sido establecidas para tuberías lisas, sin acoples, ni piezas especiales, que originan pérdidas importantes que llegan a representar aproximadamente entre el 5% y el 20% de las pérdidas del conjunto de la red. Los puntos más importantes posibles de mencionar son: Filtros, Válvulas de Compuerta, Válvulas de pie, codos, curvas, tees, reguladores de presión.

La evaluación de las pérdidas de carga se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$H = \frac{K * V^2}{2 \cdot g} \text{ [m]}$$

Donde:

H	=	Pérdida de carga en metro columna de agua [m.c.a]
K	=	Coficiente experimental
V ²	=	Velocidad media del agua [m/seg]
g	=	Aceleración de gravedad (9,8 m/seg)

4.3.4 Fittings y Accesorios

Generalidades

Se entenderá por fittings a todos los elementos utilizados en una instalación de riego tecnificado para unir las piezas componentes de este. Estos elementos podrán ser de distintos materiales, tales como PVC, fierro galvanizado, polietileno y cobre. En esta memoria se utilizará el PVC.

Los accesorios en cambio son las piezas que permiten regular el correcto funcionamiento de la instalación.

Fittings

Los fittings de PVC pueden ser unidos por medio de adhesivos, con hilo exterior o interior, además si es de este último tipo deberá emplearse teflón para así asegurar la hermeticidad del sistema.

Accesorios

Los accesorios más utilizados en las instalaciones de riego tecnificado son:

Válvulas Regulatoras de Presión

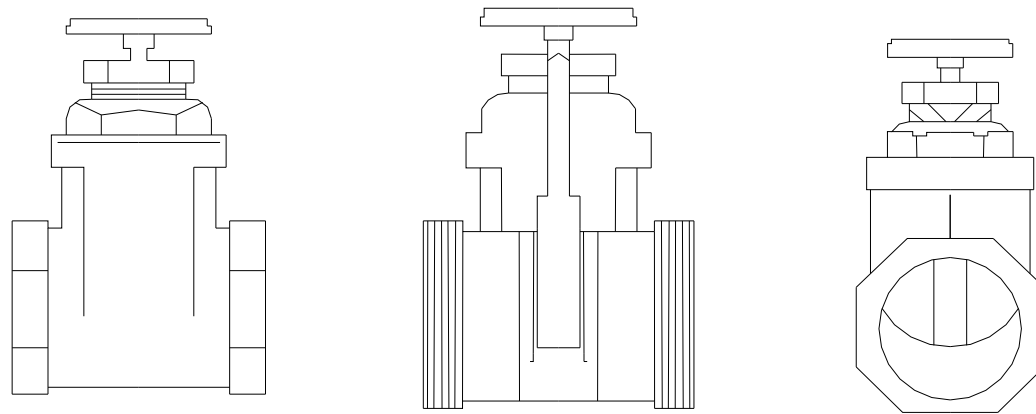
Son válvulas que sirven para regular el caudal que pasa a través de ella dejando pasar un flujo de agua con una presión siempre constante. Compuestas generalmente de una membrana elástica con un orificio central que se contrae o dilata de acuerdo a la presión del agua, manteniéndose inalterable la presión de salida aunque existan variaciones en la presión de entrada.

Válvulas de Pie

Son el primer accesorio de una instalación de riego. Se ubican al inicio de la succión de las bombas centrífugas y permiten que el agua fluya en un solo sentido impidiendo que se descargue la tubería de aspiración.

Válvulas de Compuerta

Permiten regular el paso del agua que pasa a través de ella, limitándolo a través de la interrupción parcial del flujo.



Válvula de compuerta. a) vista lateral, b) vista en corte, c) vista frontal.

Válvulas de Bola de Acero

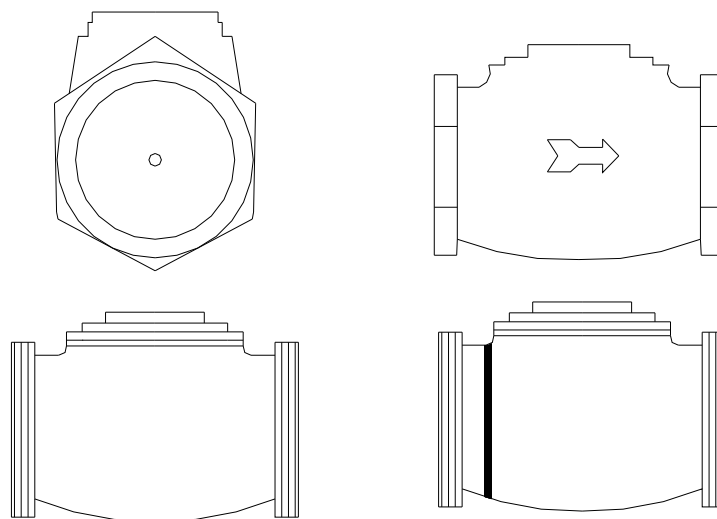
Comúnmente llamadas “Válvulas de Corte Rápido” permiten cortar rápidamente el flujo que está pasando por ella.



Válvula de bola. a) vista lateral, b) vista en corte, c) vista frontal.

Válvulas de Retención

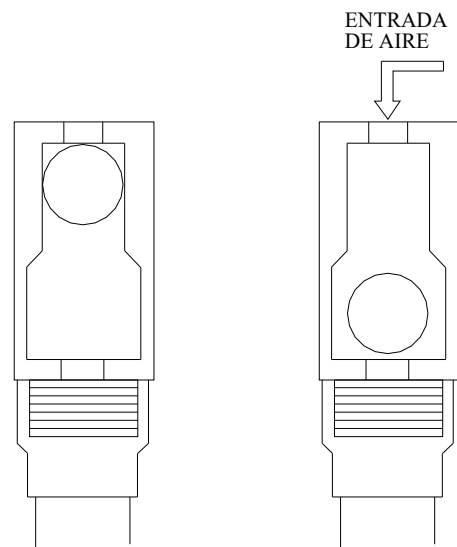
Mecanismos que permiten la circulación del agua en un solo sentido de escurrimiento, pudiendo ser de 2 tipos, uno basándose en resortes conectados a un tapón-check -, y el otro a base de un tapón oscilante de una bisagra-clapet.-



Válvula de retención. a) vista frontal, b) vista lateral, c) válvula en corte abierta, d) válvula en corte cerrada.

Válvulas de Aire o Ventosas

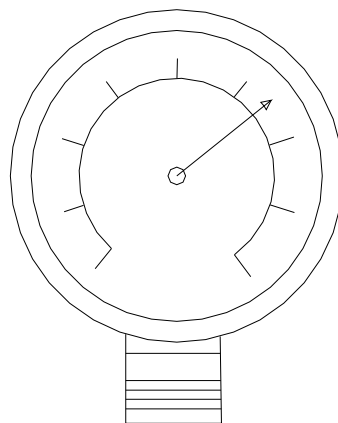
Se emplean ya sea para prevenir la formación de bolsones de aire dentro de las tuberías, lo que puede ocasionar importantes aumentos de presión dentro de las mismas, o bien, para impedir la formación de vacíos de aire dentro de las tuberías ya que se producirían estrangulamientos de las mismas.



Válvula de aire.

Manómetros

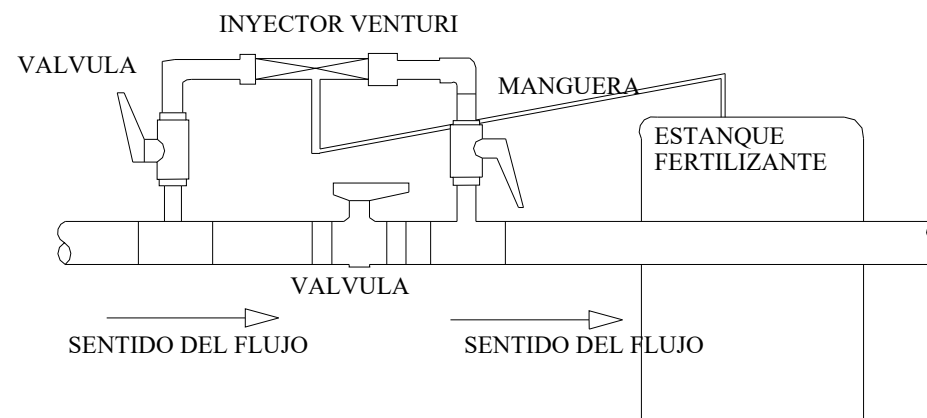
Son elementos que miden la presión del agua expresándolas en [lbs/pulg²] o en [m.c.a.] pudiendo estar en algunos casos en un cuerpo hermético dejando la aguja en un líquido viscoso, glicerina, para disminuir la oscilación de la misma y otorgar más precisión a las lecturas.



Manómetro.

Equipo de inyección de fertilizantes

Permite aplicar fertilizantes en el sistema, junto con el agua de riego (fertirrigación).



Equipo de Fertirrigación.

4.4 Automatización de Sistemas

Los sistemas de riego tecnificado producto del gran avance tecnológico van automatizándose cada vez más, tanto así que dentro de poca serán sistemas autónomos en los cuales la mano del hombre será cada vez menos requerida.

Actualmente ya se han creado sistemas que pueden entre otras cosas:

- Establecer cuando comenzar un riego y darle la indicación eléctrica a la motobomba para comenzar el bombeo.
- Establecer la duración del riego, definida ésta como el tiempo necesario de funcionamiento para lograr el grado de humedad del suelo requerido por el cultivo.
- Finalizar el ciclo de riego.
- Rotar el riego para cada cultivo.
- Determinar el grado de saturación de los filtros y proceder a la limpieza de los mismos.
- Detectar una avería de una electroválvula.
- Controlar la fertilización de los cultivos por medio de indicadores de PH y Conductividad Eléctrica de los suelos.
- Detectar el nivel mínimo de agua en un pozo o de acumulación y detener la bomba antes de que esta succione aire.
- Detectar aumentos o disminuciones bruscas de presión en el sistema que pueden tener origen en una obstrucción de tuberías o en una rotura de las mismas respectivamente proceder a detener la bomba e indicar la situación por medio de una alarma sonora.

4.5 Elementos de Automatización

Válvulas Solenoides

Constan de un cuerpo metálico o de PVC en cuyo interior existe una membrana que se abre o se cierra al ser accionada por medio de un solenoide, el cual está conectado eléctricamente al programador de riego.

Válvulas Auto-programables

De características idénticas a las válvulas solenoides se diferencian de éstas últimas en que el accionamiento de la membrana lo produce un set de baterías, lo que permite prescindir del programador de riego ya que en cada una de ellas puede programarse el ciclo de riego y la duración del mismo.

Otorgan una gran ventaja comparativa ya que no es necesario contar con energía eléctrica para su funcionamiento y usando baterías alcalinas se garantiza su empleo por un año.

Programadores de Riego

Son elementos electrónicos que al estar conectados a las válvulas solenoides permiten:

- Decidir la cantidad de tiempo de riego de un sector determinado del cultivo.
- Decidir la cantidad de veces en el día que se va a regar un sector.
- Decidir los días de la semana en que se va a regar o bien la periodicidad del riego - cada 1 o más días.
- Permiten dar partida y detención a las motobombas.

Programadores de filtrado

Estos programadores, al estar conectados a válvulas solenoides y presostatos, permiten que los filtros de grava, de anillas o de malla, puedan retrolavarse al detectar la diferencia de presión entre la entrada y la salida del elemento filtrante, puesto que al retenerse en el filtro las partículas, la diferencia de presiones va aumentando, hasta llegar a un valor predeterminado se activa el programador de filtrado.

Tableros Eléctricos

Los tableros eléctricos ya no solo sirven para dar partida y parada a la bomba, sino que además cuentan con detectores térmicos que detienen la bomba ante un sobrecalentamiento pueden también desconectar el programador de riego para efectuar riegos controlados manualmente desde el tablero mismo, controlar voltaje y amperaje y en general labores de control.

4.6 Riego por Aspersión

4.6.1 Generalidades

El riego por aspersión consiste en aplicar el agua en forma de lluvia a la superficie del terreno, mediante el paso del agua a través de tuberías hasta el punto de emisión de los aspersores.

En este método como el agua se distribuye por el aire produce diámetros de lluvia comprendido entre los 10 y 150 [m], dependiendo del método del aspersor utilizado.

4.6.2 Aspersores

Tipos de Aspersores

Los aspersores son dispositivos que separan el agua en gotas y las distribuyen al suelo, en un círculo completo, o solo en una parte de él, llegando a la superficie del terreno en forma de lluvia.

Para operar al agua tiene que estar bajo cierta presión hidráulica que es proporcionado por el sistema de bombeo.

Los tipos de aspersores se agrupan en tres clases:

- a) Tuberías con Boquillas.
- b) Tuberías Perforadas.
- c) Aspersores Giratorios.

Este último es el más utilizado para canchas de fútbol, por lo tanto este capítulo profundizará más detalladamente en este tipo.

a) Tuberías con Boquillas

Consiste en una o más tuberías de diámetro relativamente pequeño, provistas de boquillas separadas entre 0,6 a 1,5 [m] y una distancia entre tuberías generalmente 15 [m].

b) Tuberías Perforadas

Este sistema consiste en tuberías ligeras móviles, en las que se han perforado pequeños orificios, dispuestos de manera tal que el agua se reparta con relativa uniformidad sobre las fajas del terreno situados a ambos lados de la tubería; la anchura de estas fajas es estrecha que varía entre 6 y 15 [m] dependiendo de la presión.

c) **Aspersores Giratorios**

Los aspersores giratorios son los que en la actualidad tienen un empleo más difundido. La rotación se produce por diversos mecanismos, como por ejemplo:

Aspersores de choque, que por efecto del impacto de un martillo desplazado por el chorro golpea rítmicamente un brazo previsto para ello. La activación del brazo se consigue mediante un resorte o por efecto de la gravedad. Estos aspersores pueden tener una o más boquillas calibradas, una será de menor diámetro que servirá para accionar el brazo y producir el giro, la otra será la que riegue el terreno.

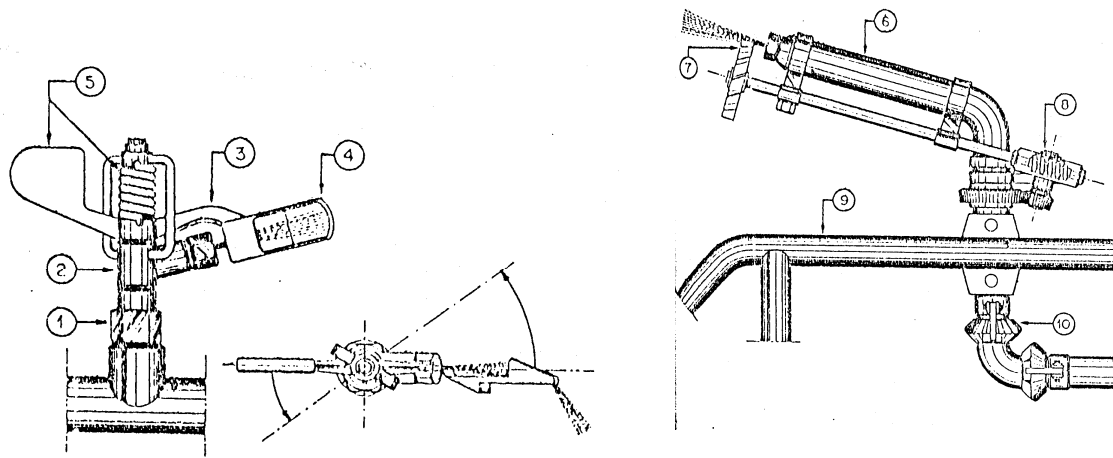
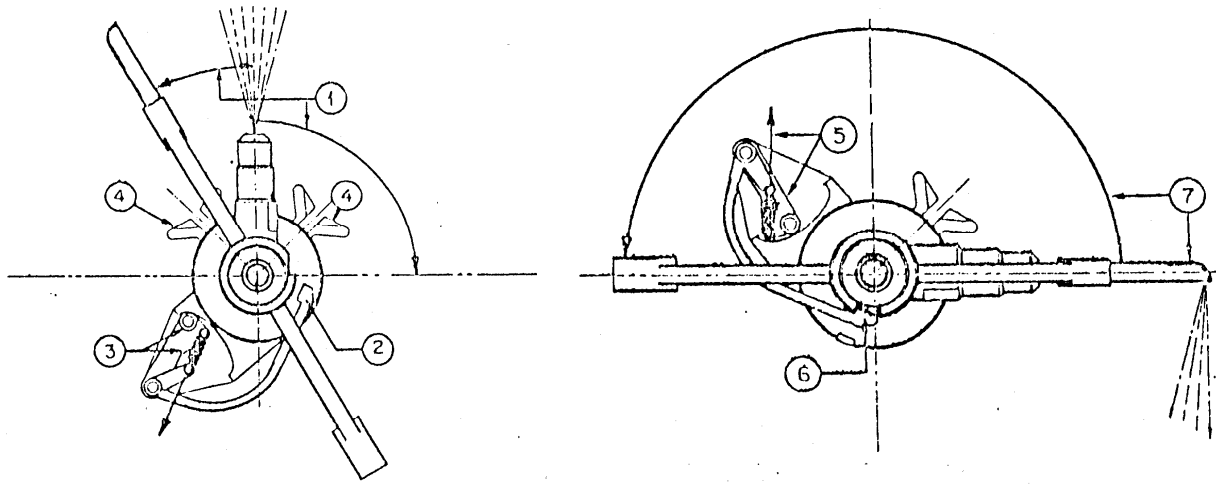
Los aspersores se colocan sobre unos tubos porta-aspersores que sirven de enlace con la tubería lateral ó directamente sobre ella.

Para este tipo de aspersores se han empleado una gran diversidad en cuanto a características, tamaños y presión de trabajo; con la consiguiente diferencia en la intensidad de precipitación, radio de alcance del chorro y precipitación.

En principio los aspersores están destinados para que rieguen en círculos. Sin embargo, por las necesidades de riego, a éstos se les equipa con dispositivos que permiten adecuar el riego.

La construcción y el funcionamiento de este dispositivo es el siguiente:

- 1) El movimiento oscilante del brazo hace girar la boquilla hacia la derecha.
- 2) Brazo de retención. Por la presión del resorte, el brazo se encuentra fuera del radio de acción del brazo oscilante.
- 3) Brazo con tope, permite que al mover hacia la derecha, empujará el resorte a través de su punto muerto.
- 4) Topes limítrofes del giro del aspersor, pueden ser fijados en las posiciones deseadas para regular el giro.
- 5) Al chocar contra el tope limítrofe, el brazo se mueve e impulsa el resorte a través de su punto muerto. El resorte empuja ahora en otra dirección.
- 6) El brazo de retención bloquea el movimiento del brazo oscilante.
- 7) El chorro de agua empuja el brazo oscilante, pero este está ahora conectado con la otra parte giratoria del aspersor. Entonces, todo gira hacia la izquierda, hasta que el brazo del resorte choque con el otro limitante.



4.6.3 Clasificación de los Aspersores

Los aspersores se pueden clasificar según su presión de trabajo, la cual va a depender de la potencia consumida, de la superficie a cubrir, del tipo de aspersor empleado y del cultivo que se requiere regar.

Aspersor de Baja Presión

Entre 0,35 y 1,4 [Kg/cm²]. Estos tienen un radio de acción pequeño y lanzan cantidades relativamente grandes para los espacios que existen entre aspersores.

Aspersores de Presión Media

Entre 1,5 y 3,5 [Kg/cm²]. Estos cubren mayores extensiones y tienen gran amplitud de caudales de lanzamiento y las gotas salen divididas adecuadamente.

Aspersores de Alta Presión

Entre 3,5 y 7 [Kg/cm²]. Estos abarcan amplias zonas y el caudal precipitado sobre el espacio recomendado entre los aspersores es mayor que el de las de presión media. En general, la distribución es buena, pero pueden ser trastornadas con facilidad con el viento, debido a que las trayectorias del agua son más elevadas. Suelen proporcionar aplicaciones copiosas, de más de 20 [mm/hora], y el cálculo de mojado alcanza diámetros de 60 a 120 [m].

4.6.4 Tipos de Sistemas de Riego por Aspersión

Los sistemas de riego por aspersión los podemos clasificar de acuerdo a la movilidad de sus componentes, en los siguientes tipos:

- a) Sistemas Móviles
- b) Sistemas Semi-fijos

a) Sistemas Móviles

Los sistemas móviles se componen de tuberías principales enterradas, las laterales y los aspersores móviles y la estación de bombeo fija. Cuando el sistema es absolutamente portátil, las tuberías laterales con los aspersores y el grupo motobombas son móviles, con lo que su traslado de un punto a otro del terreno es muy fácil.

b) Sistemas Semi-fijos

Se denominan así todas las instalaciones en las que las tuberías principales están enterradas y las laterales y los aspersores permanecen fijos durante toda la estación de riego. La mano de obra se reduce al mínimo y cuando se utiliza adecuadamente los rendimientos son máximos.

Estas instalaciones son las que se utilizan cada día más cuando se necesitan riegos frecuentes y de poca intensidad. En caso de cultivos de sistema radicular relativamente superficial, este sistema responde muy bien.

4.6.5 Parámetros de Diseño del Sistema de Aspersión

Información Básica para el Diseño

Para diseñar un sistema de riego por aspersión es necesario evaluar los recursos y explotaciones existentes en el predio a regar, lo que permite realizar un diseño más eficiente y económico. El estudio y evaluación de esta información comprende las siguientes etapas:

Topografía del Terreno

Es de primordial importancia disponer de un levantamiento Topográfico de la zona de emplazamiento de la cancha, con el fin de conocer las dimensiones del predio, su orientación, pendientes, curvas de nivel, cotas máximas y mínimas, y los detalles planimétricos más relevantes. El plano debe estar confeccionado a una escala adecuada, con el fin de estudiar la colocación de las tuberías y su espaciamiento para que se ajusten lo mejor posible a las dimensiones del terreno y distribuir las de manera que el sistema opere con una máxima eficiencia y al mínimo costo.

Uso del Suelo

Se debe confeccionar un plano o esquema del suelo en el cual se indiquen los distintos tipos de suelos, configurando en forma descriptiva sus características hídricas, físicas y granulométricas. Un factor de importancia en la selección es la determinación de la velocidad de infiltración del suelo. Esta se refiere a la velocidad de penetración vertical del agua en el perfil del suelo. La velocidad de infiltración depende de la textura, estructura y contenido de humedad del suelo, cubierta vegetal, contenido de materia orgánica y grado de compactación. Al inicio del riego, la velocidad de infiltración es alta y a medida que transcurre el tiempo, disminuye hasta llegar a un valor relativamente constante denominado velocidad de infiltración básica o estabilizada.

Se deben determinar las constantes físicas de humedad y la densidad aparente, para así calcular la capacidad de retención de agua en el suelo que junto con los valores de Uso-Consumitivo, permitirán calcular la frecuencia del riego.

Elección del tipo de Cultivo

En función del tipo de suelo, perfil del suelo, clima, disponibilidad de agua y otros se elegirá el tipo de césped más adecuado. Determinado este, será necesario conocer la altura, y profundidad efectiva de las raíces y uso consumo máximo del cultivo.

El Agua

Es necesario conocer si la disponibilidad de agua es suficiente respecto a la superficie que se requiere regar. Además se debe considerar si esta disponibilidad de agua es entregada en forma permanente o por turnos.

El Clima

El fenómeno climático de consideración más importante es el viento, su velocidad, dirección y persistencia; todo lo cual afecta al diseño general del equipo. La planificación de operación deberá considerar las horas sin viento y las horas con vientos de velocidades menores a 2,5 [m/s].

Fuentes de Energía

Lo usual es que el proyecto necesite de una unidad de bombeo, por lo que conviene establecer si la energía disponible es de combustible líquido y/o eléctrico.

Mano de Obra

Otro factor a considerar es la mano de obra. Se debe considerar cuántos días de la semana se va a regar con el sistema. Será necesario determinar el tiempo diario de operación, teniendo en cuenta que mientras mayor sea éste menor será el costo de inversión del sistema.

Disponibilidad de Equipos en el Mercado

El diseñador debe tener conocimiento de las existencias de equipos en el mercado.

Uso Consuntivo

Es preciso conocer el uso consuntivo, es decir, la cantidad de agua que utiliza para su crecimiento vegetativo.

Normas y Criterios para el diseño de un sistema de Riego por Aspersión

Estudiada la información básica existente en el lugar que se quiere regar, es posible proceder a diseñar y proyectar el sistema de riego por aspersión. El camino a seguir es el inverso al recorrido por el agua, es decir, desde los componentes más próximos a los cultivos (aspersores) hasta la unidad de bombeo.

Ordenamiento de Aspersores y distribución de las tuberías.

El ordenamiento de los aspersores se refiere a la forma en que se deben distribuir éstos en el terreno a regar, de modo que el sistema opere en forma eficiente. Para establecer este ordenamiento es fundamental conocer la forma y dimensiones del predio a regar y el tipo de sistema de riego por aspersión más conveniente a utilizar.

Elegida la distancia entre tuberías laterales y entre aspersores conjuntamente con lo anterior, es posible determinar el número de líneas de aspersores y la cantidad de posiciones que tendrán que tener los aspersores. Escoger la distribución más adecuada, depende del criterio y experiencia del diseñador considerando una serie de factores, cualesquiera de éstos por sí solo, pueden indicar una determinada distribución diferente a la que indica otro factor.

Estos factores a considerar son los siguientes:

a) Fuente de Agua

Siempre que sea posible, debe estar ubicada lo más cercana a la superficie de riego, de esta forma el agua tendrá un menor recorrido por las tuberías. Si la fuente se encuentra localizada en algún otro punto más alejado, deberá trazarse la tubería principal, de manera que se obtenga una menor longitud de tuberías.

b) Dirección de los Vientos Predominantes

En caso de vientos de gran magnitud, la mayor eficiencia de distribución en el riego se logra si tanto la tubería principal como lateral se disponen a 45° de la dirección predominante de los vientos.

Generalmente es recomendable que la red lateral esté colocada en sentido normal respecto a la dirección de los vientos predominantes.

La razón de ello, está en acortar la distancia entre aspersores para logra una buena distribución, la alternativa opuesta, es decir, colocarla en la dirección del viento, implica franjas de suelo que no se mojarán adecuadamente, o bien será necesario tener más posiciones de laterales, lo cual encarecerá el diseño y/o la operación del sistema.

Cuando la distribución del viento durante el día no sea uniforme, por ejemplo, que haya más viento en la mañana que en la tarde, es recomendable realizar un solo movimiento de la lateral, en lugar de 2 o más.

La distancia entre un aspersor y otro no debe sobrepasar el 65% del diámetro de mojamiento en condiciones sin viento. Con vientos de hasta 8 [Km/h], la distancia entre aspersores no debe sobrepasar un 60% del diámetro. Para velocidades de viento entre 8 y 16 [Km/h], la distancia no debe ser superior al 50% del diámetro de mojamiento.

c) Selección del Aspersor

Los aspersores se definen mediante determinadas características hidráulicas y mecánicas, que deben suministrar las casas fabricantes, estas características son básicas para proceder a su elección, como también, para determinar los datos iniciales del cálculo de la red. Entre estas características que se indican en los diferentes catálogos, tenemos: diámetro de boquillas, presión en el aspersor, consumo de agua, alcance del chorro y precipitación, los cuales se detallan a continuación:

d) Precipitación Necesaria en [mm/hora]

Este dato es fundamental en la elección del aspersor, para evitar el escurrimiento superficial y el apozamiento de agua cuando se riega por aspersión, la intensidad de la lluvia que apliquen los aspersores debe ser siempre menor que la velocidad de infiltración estabilizada. Se recomienda que la intensidad máxima de la lluvia de los aspersores no supere el 90% de la velocidad de infiltración estabilizada.

La precipitación de los aspersores depende, por una parte, del caudal de agua que entrega cada emisor, y por otra, de la distancia a la cual se coloca un aspersor de otro.

$$P.A = \frac{q * 1000}{d.asp. * d.lat.}$$

Donde:

$P.A$	=	Precipitación del Aspersor en [mm/hora]
q	=	Consumo de agua del Aspersor en [m ³ /hora]
$d.asp.$	=	Distancia entre aspersores en [m]
$d.lat.$	=	Distancia entre Laterales en [m]
$C.I$	=	Capacidad de Infiltración en [mm/hora]

En algunos catálogos de aspersores la información de la precipitación es un dato, por lo tanto, no es necesaria la utilización de la fórmula anterior.

La capacidad de infiltración, se puede determinar directamente en el terreno a regar, o bien, se puede utilizar como información.

e) **Presión del Aspersor**

Factor importante para determinar los costos de operación. Mientras menor sea esta, menor serán los gastos de energía. Cualquier boquilla podría operar a baja presión en fines de ahorrar energía, pero ésta generalmente implica una mala distribución del riego. Los fabricantes indican normalmente la presión óptima de trabajo para cada boquilla.

f) **Espaciamiento**

Los aspersores no aplican el agua uniformemente, dado que la cantidad de agua que cae sobre el suelo disminuye a medida que el chorro se aleja del aspersor, la distancia a la cual se debe colocar un aspersor de otro no puede ser arbitraria. Debe existir un cierto grado de traslape entre los chorros de agua que arrojan aspersores ubicados en diferentes posiciones para lograr un riego uniforme.

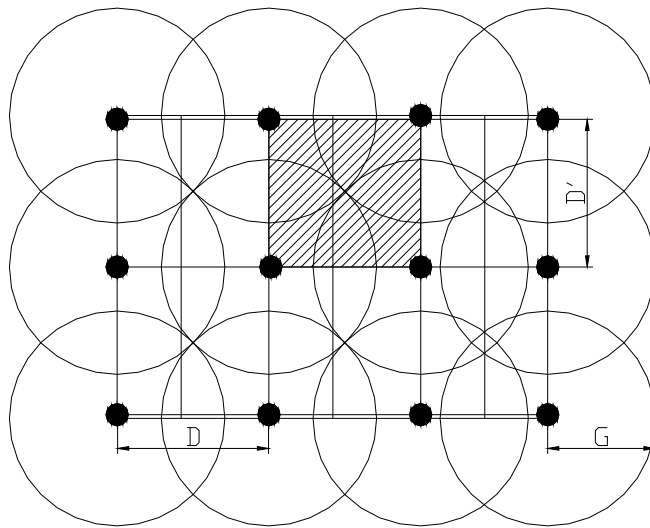
Por lo anterior es necesario diseñar la distancia entre aspersores en forma tal que haya un cierto cruce entre uno y otro, logrando con ello una mejor uniformidad de distribución.

Por lo tanto, la distancia entre aspersores estará determinada por el diámetro de alcance del chorro de agua que arroja el aspersor, el cual se encuentra afectado por la velocidad del viento más próximos se deben poner los aspersores.

Los tipos de arreglos básicos de los aspersores son los siguientes:

1) Arreglo en Cuadrado

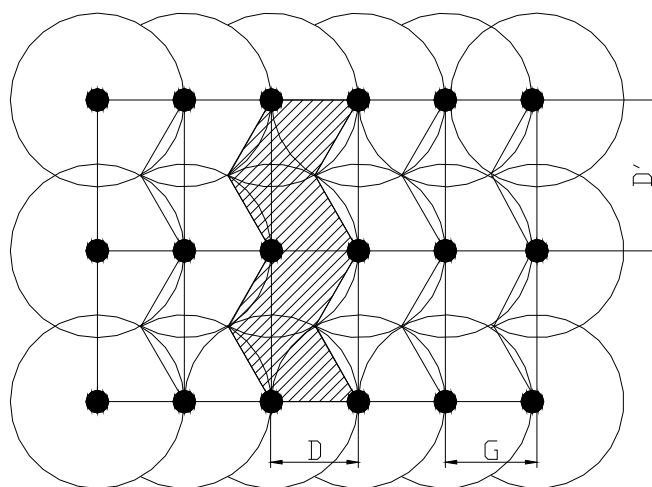
La distancia entre aspersores es igual a la distancia a la que se mueve la lateral. Ideal para sistemas móviles o semi-fijos.



$$D = D' = 1,41 G$$

2) Arreglo Rectangular

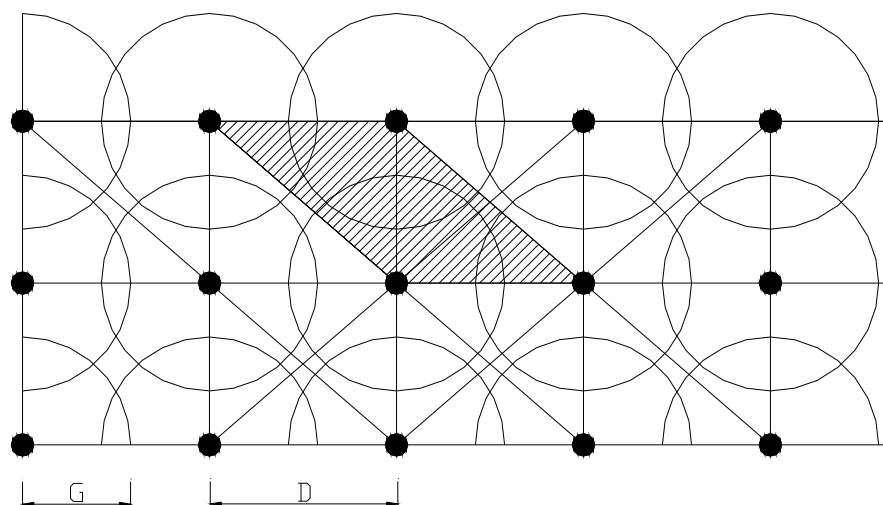
En este caso, el espacio entre aspersores es menor que la distancia a la cual se mueve la lateral. Al igual que el anterior ideal para sistemas móviles o semi-fijos.



$$D = G \quad D' = 1,8 G$$

3) Arreglo en Triángulo

La distancia entre aspersores es igual a 1,73 veces el radio del círculo de aspersión. La lateral se mueve cada vez a una distancia de 1,5 veces el radio del círculo de aspersión. Ideal para sistemas fijos.



$$D = 1,73 G \quad D' = 1,50 G$$

Para obtener un coeficiente de uniformidad adecuado, el % del diámetro de tiro al cual deben estar espaciados los aspersores, debe disminuir en la medida que aumenta el viento.

Considerando, el caudal que debiera entregar el aspersor, se elige el aspersor tipo, de manera que en buenas condiciones de operación permita el menor costo, especialmente en relación con la presión.

El caudal que arroja cada aspersor depende de la presión de trabajo y del diámetro de boquilla. En general, el caudal aumenta al diámetro de la boquilla, la presión o ambos a la vez. La relación entre estas variables dependerá, sin embargo, del modelo y marca del aspersor. Cada fabricante dispone de catálogos que presentan las características de funcionamiento de los diferentes modelos de aspersores disponibles en el mercado. En el Cuadro 1 se presenta un ejemplo de la relación entre el caudal del aspersor con la presión de operación y el diámetro de boquilla para un aspersor típico.

Tabla N° 4.4. Caudal del Aspersor (l/s), según la presión de trabajo (m.c.a.) y el diámetro de la boquilla (mm) de un aspersor típico.

Presión de Trabajo (m.c.a)	Diámetro Boquilla en (mm)			
	4	5	6	8
15	0,2	0,32	0,46	0,82
20	0,24	0,37	0,53	0,95
25	0,26	0,41	0,59	1,06
30	0,29	0,45	0,65	1,16

A mayor velocidad de viento, más próximos se deben poner los aspersores. En el Cuadro 2 se presenta, a manera de ejemplo, el diámetro de mojamiento requerido, en función de la distancia entre aspersores y la velocidad del viento.

Tabla N° 4.5. Diámetro de mojamiento (m) mínimo requerido para distintas distancias entre aspersores y velocidades de viento

Velocidad del Viento (Km/h)	Distancia entre Aspersores en (m)	Diámetro de Mojamiento en (m)
Sin Viento	12 x 12	18
	18 x 18	27
	24 x 24	37
8	12 x 12	20
	18 x 18	30
8 al 16	12 x 12	24

Finalmente, la intensidad de lluvia del equipo de aspersión, junto con la capacidad de retención de agua del suelo (humedad aprovechable) y la profundidad de suelo que se requiere mojar, permiten determinar el tiempo de riego.

g) Tiempo de Riego Efectivo

La cantidad de horas de riego efectivo al día que se debe considerar en el diseño de un sistema de riego por aspersión, depende del tipo de sistema a utilizar.

En sistemas fijos, es posible regar durante las 24 horas del día, ya que no se requiere de supervisión permanente ni de movimientos de equipos.

En los sistemas semi-fijos y móviles, por los cambios y movimientos de equipos que se deben efectuar a la luz natural, expertos recomiendan de 12 a 15 horas el tiempo de riego diario.

Con la lámina de agua bruta y la precipitación es posible determinar, el tiempo de riego que efectivamente van a operar los aspersores para cubrir toda la superficie de riego.

$$T.r.a. = \frac{Hr}{P.A} \quad [\text{horas/posición}]$$

Donde:

- $T.r.a.$ = Tiempo de Riego del Aspersor en [horas/posición]
- Hr = Altura Lámina de Agua Bruta [mm posición]
- $P.A.$ = Precipitación del aspersor [mm/hora]

Finalmente con los valores obtenidos, es posible establecer las condiciones de operación de los aspersores que presentan una variante dependiendo del sistema de riego elegido. Las condiciones son las siguientes:

Número de cambios o posiciones de líneas laterales a efectuar en el día:

$$Nc. = \frac{T.r.d}{T.r.a} \quad [\text{Movimientos por día}]$$

Donde:

- $Nc.$ = Número de posiciones del lateral al día
- $T.r.d$ = Tiempo de riego efectivo
- $T.r.a$ = Tiempo de riego del aspersor en horas/posición.

Tiempo de riego efectivamente van a operar los aspersores

$$T_t = \frac{N^{\circ} \text{ Total posición de aspersores}}{Nc. * N.l.a.}$$

Donde:

- T_t = Tiempo de riego efectivo del sistema
- Nc = Número de posiciones de lateral al día
- $N.l.a.$ = Número de líneas de [aspersores/posición]

El tiempo de riego efectivo de una ronda debe terminar en un tiempo menor que el de la frecuencia teórica de riego, de modo que existe un margen de

seguridad para no sobre agotar el terreno. Es importante también en caso de eventualidades (reparación, y/o mantenimiento del sistema) disponer de un tiempo para ello.

Caudal Total de todos los aspersores que operan simultáneamente ($Q.a.=m^3/hora$).

$$Q.a. = N.l.a. * N.asp. * q.asp.$$

Donde:

- $N.l.a.$ = Número de tuberías laterales.
- $N.a.$ = Número de aspersores.
- $q.asp.$ = Caudal del aspersor en [m³/hora].

CAPITULO V

ANTECEDENTES HIDROLÓGICOS DE DISEÑO

5.1 Antecedentes Generales

Se incluirá una metodología que permita estimar el caudal de diseño de las obras de captación y transporte de aguas lluvias.

Para realizar un estudio será necesario adaptar las condiciones de cada caso particular. Las diferencias están relacionadas fundamentalmente con aspectos climatológicos, hidrológicos, geológicos. En este capítulo se presentan las características generales de interés que pueden condicionar el diseño de las mismas.

Antes de profundizar en este tema, se considera importante definir lo que se entiende por hidrología y hoya hidrográfica para el presente estudio.

Hidrología

Ciencia que trata de las propiedades, distribución existencia y circulación del agua, ya sea dentro o sobre las capas superficiales de la corteza terrestre y en la atmósfera, principalmente con relación a los procesos de precipitación y evaporación.

Hoya Hidrográfica

Es una unidad definida topográficamente por las altas cumbres, y corresponde toda superficie encerrada por la línea divisoria de aguas.

En los planos aerofotogramétricos, la línea divisoria de aguas, se determina uniendo las altas cumbres con líneas perpendiculares a las curvas de nivel que corte.

Ciclo Hidrológico

Es la continua circulación de humedad y agua sobre el planeta. El agua de los océanos, de los ríos, de los lagos, de la zona superficial de los suelos y de la transpiración de las plantas se evapora por la acción de la radiación solar. El vapor de agua se eleva y cuando se condensa da origen a las nubes que, bajo ciertas condiciones de presión y temperatura, precipita en forma de lluvia granizo o nieve, sobre la superficie del suelo.

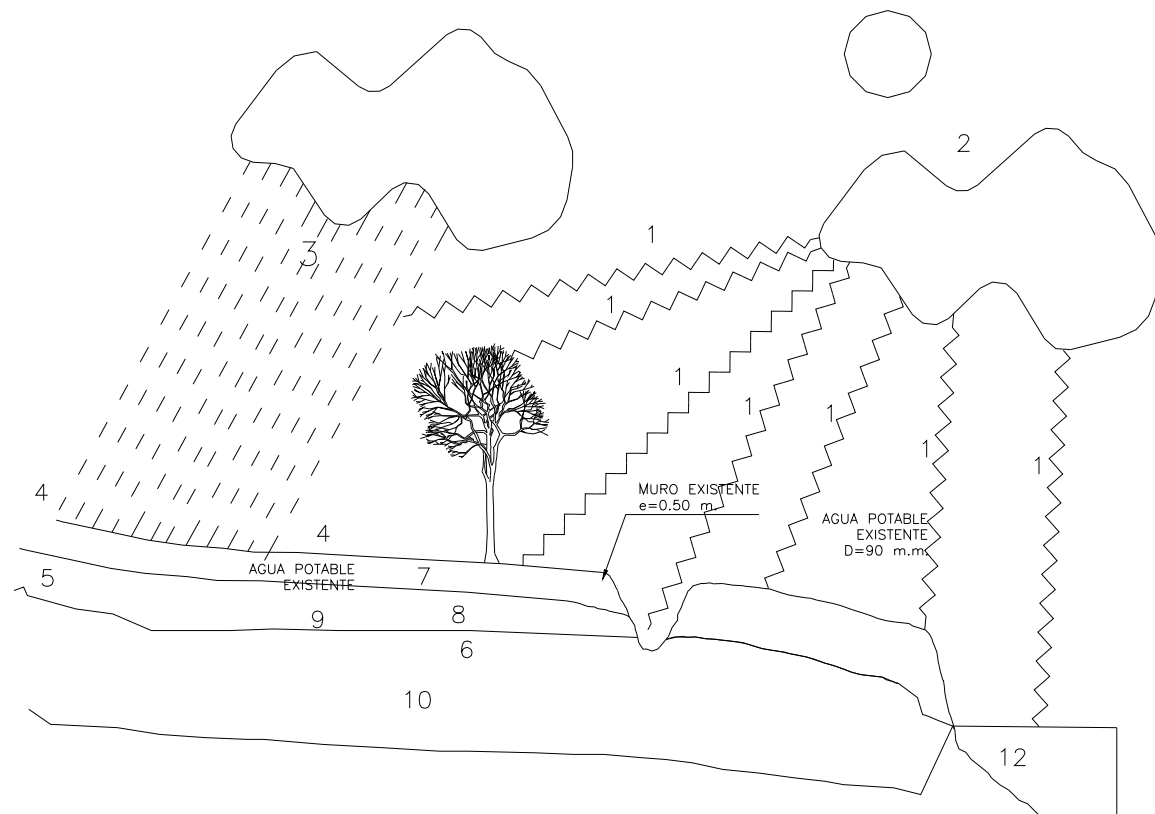


Figura: El agua subterránea en el Ciclo Hidrológico. 1.- Evaporación del océano, del suelo, de las plantas, de los ríos, de la lluvia, 2.- Formación de nubes, 3.- Precipitación, 4.- Escorrentía superficial, 5.- Infiltración, 6.- Precolación, 7.- Humedad del suelo, 8.- Zona vadosa, 9.- Franja capilar, 10.- Agua subterránea dulce, 11.- Agua Subterránea salada, 12.- Océano.

Medición y Registros de Precipitación.

La precipitación es la fuente de todo escurrimiento de agua en esteros, ríos y también del agua almacenada en el suelo o escurriendo a través de acuíferos. Por precipitación se entiende la lluvia, la nieve y el granizo. La precipitación ocurre cuando el aire húmedo de la atmósfera se enfría lo suficiente para que el vapor de agua existente se condense alrededor de núcleos de condensación. La cantidad y la intensidad de la precipitación dependen tanto de la cantidad de vapor de agua del aire como de la tasa de enfriamiento. La causa de la precipitación condiciona las propiedades de las lluvias y por consiguiente es una variable significativa para el diseño.

La precipitación, expresada como altura de agua, se mide en forma continua en pluviógrafos o nivógrafos y en forma esporádica en pluviómetros. En Chile la mayor parte de los datos se recogen en pluviométricos que miden la lluvia acumulada entre las 8 de la mañana del día anterior y las 8 de la mañana del día de la lectura. En el país existen más de 600 estaciones pluviométricas y

cerca de 100 pluviógrafos. Sólo la mitad de las estaciones equipadas con pluviómetros cuentan con más de treinta años de registro.

5.2 Lluvias de Diseño

Una tormenta es un conjunto de intervalos de lluvia producido por una situación meteorológica favorable. Se entiende por lluvia de diseño una tormenta de duración, magnitud e intensidad para cada intervalo predefinido, tales que las obras funcionan adecuadamente frente a una lluvia similar o menor, y pueden presentar fallas frente a eventos peores. Peores puede referirse en este caso a eventos más largos, o de mayor magnitud.

Duración

Una de las primeras decisiones del proyectista es escoger la duración de la tormenta de diseño a utilizar, entendiendo por duración al total de intervalos de lluvia. La importancia de la duración de la lluvia es evidente ya que la intensidad media de la tormenta decrece con la duración y el área aportante de la cuenca, crece al aumentar la duración de la tormenta

Para el cálculo de la lluvia diaria de 10 años de período de retorno basándose en datos en el lugar de interés, si se cuenta con una estación pluviométrica representativa, se debe recopilar la información de lluvias máximas diarias registradas y se forma una serie anual de lluvias máximas diarias seleccionando del registro el día más lluvioso de cada año. Esta muestra se somete a un estudio de frecuencia, ajustándole a la muestra un modelo probabilístico o bien, asociando a la muestra una frecuencia empírica.

Como resultado de este proceso se obtiene la lluvia máxima diaria asociada a un período de retorno de 10 años en el lugar de interés.

5.3 Obtención de las Curvas I.D.F. (Intensidad, Duración y Frecuencia) de Lluvias.

5.3.1 Estimación a partir de Datos de Lluvia Diaria.

Para la obtención de curvas se necesita de registros pluviográficos continuos, los cuales son escasos y poco extensos. Lo corriente es contar con bastantes registros pluviométricos, los cuales sólo entregan observaciones de lluvias diarias. Para esto se han realizado estudios de la relación existente entre la lluvia caída y su duración, como una forma de obtener una estimación para las lluvias de duración menor a 24 horas en función de las lluvias diarias.

Tabla N° 5.1. Precipitaciones Máximas para 10 años de período de retorno, según D.G.A (1994), Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días.

Zona Climática y Región	Ciudad	Codigo BNA	Precipitaciones (mm)		
			24 Hrs.	48 Hrs.	72 Hrs.
<i>Desierto Árido</i>					
I. Tarapacá	Arica	1310098	1,9	2,2	2,3
	Iquique	1820098	1,5	1,5	1,5
II. Antofagasta	Antofagasta	2760098	6,5	7	7
	Calama	2111098	10	10	10
III. Copiapó	Copiapó	3450098	25,1	25,4	25,4
	Vallenar	3823051	32,7	39	40,5
<i>Semiárida</i>					
IV. Coquimbo	La Serena	4335050	60,3	76,7	81,9
	Ovalle	4551096	70,3	88,5	95,4
	Illapel	4726050	78,2	99,9	110,9
V. Valparaíso	Valparaíso	5510097	83,3	117,3	134,4
	Los Andes	5410051	82,9	114,6	138,9
	San Antonio		87,4	119,2	136,4
<i>Mediterránea</i>					
R. Metropolitana	Santiago	5730097	71	98,4	118,6
VI. De B. O'Higgins	Rancagua	6010051	68,5	99,5	131,1
VII. Maule	Talca	7378096	93,2	135	165,8
	Curicó	7118050	113,6	153	189,6
	Linares	7358051	123,1	176,9	215,3
	Constitución	7384098	119,6	166,5	204
VIII. Bio Bio	Concepción	8220098	105,1	143	172,8
	Chillán	8118051	107,3	149,7	185,8
IX. Araucanía	Temuco	9129098	82,3	105,2	118,5
<i>Templada Húmeda</i>					
X. De los Lagos	Pto. Montt	10425050	81,9	118,2	138,9
	Valdivia	10123052	102,9	159,3	191,1
<i>Templada H. Oceánica</i>					
XI. Gral. Carlos Ibañez	Castro	10901098	89,3	123,1	151,6
	Coyhaique	11316050	67,8	101,3	118,6
	Pto. Aisén	11342050	173,4	242,6	291,5
<i>Fría H. Oceánica</i>					
XII. Magallanes	Pta. Arenas	12586050	54	74,5	80,1

5.3.2 Estimación de Lluvias, para duraciones entre 1 y 24 horas.

Varas y Sánchez (1984) analizaron los realizaron los registros pluviográficos de 13 estaciones en Chile central y sur, ubicadas entre La Serena

y Puerto Montt. Los resultados se presentaron como familias de curvas IDF adimensionales, los cuales permiten, basándose en un valor de lluvia diario conocido, estimar las lluvias o intensidades de lluvia asociadas a otras duraciones y a otras probabilidades de ocurrencia.

Los Coeficientes de Duración (CD) calculados para las duraciones entre 1 y 24 horas se presentan en Tabla N° 5.2.

Tabla N° 5.2.. Coeficientes de Duración para varias ciudades para lluvias de igual período de retorno, (Varas y Sánchez,1984)

Ciudad	Duración (horas)									
	1	2	4	6	8	10	12	14	18	24
Arica	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,00
Iquique	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,00
Antofagasta	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,00
Calama	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,00
San P. De Atacama	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,00
Copiapó	0,15	0,26	0,44	0,59	0,66	0,78	0,82	0,86	0,91	1,00
Vallenar	0,15	0,26	0,44	0,59	0,66	0,78	0,82	0,86	0,91	1,00
La Serena	0,15	0,26	0,44	0,59	0,66	0,78	0,82	0,86	0,91	1,00
Ovalle	0,15	0,26	0,44	0,59	0,66	0,78	0,82	0,86	0,91	1,00
Illapel	0,15	0,26	0,44	0,59	0,66	0,78	0,82	0,86	0,91	1,00
Valparaíso	0,14	0,23	0,33	0,46	0,55	0,64	0,70	0,78	0,90	1,00
Los Andes	0,16	0,26	0,42	0,55	0,64	0,71	0,77	0,84	0,94	1,00
San Antonio	0,14	0,23	0,33	0,42	0,55	0,64	0,70	0,78	0,90	1,00
Santiago	0,16	0,26	0,42	0,55	0,64	0,71	0,77	0,84	0,94	1,00
Rancagua	0,12	0,21	0,34	0,42	0,51	0,58	0,65	0,73	0,83	1,00
Talca	0,12	0,19	0,29	0,40	0,52	0,59	0,68	0,72	0,82	1,00
Curicó	0,12	0,19	0,29	0,40	0,52	0,59	0,68	0,72	0,82	1,00
Linares	0,12	0,19	0,29	0,40	0,52	0,59	0,68	0,72	0,82	1,00
Constitución	0,19	0,30	0,38	0,47	0,56	0,64	0,70	0,77	0,89	1,00
Concepción	0,19	0,30	0,38	0,47	0,56	0,64	0,70	0,77	0,89	1,00
Chillán	0,17	0,24	0,36	0,44	0,52	0,60	0,67	0,72	0,89	1,00
Temuco	0,19	0,31	0,47	0,58	0,65	0,71	0,79	0,82	0,91	1,00
Pto. Montt	0,16	0,23	0,34	0,46	0,54	0,61	0,67	0,73	0,86	1,00
Valdivia	0,16	0,23	0,34	0,46	0,54	0,61	0,67	0,73	0,86	1,00
Ancud**	0,19	0,31	0,47	0,59	0,66	0,78	0,82	0,86	0,91	1,00
Castro**	0,19	0,31	0,47	0,59	0,66	0,78	0,82	0,86	0,91	1,00
Pto. Cisnes**	0,19	0,31	0,47	0,59	0,66	0,78	0,82	0,86	0,91	1,00
Coyhaique**	0,19	0,31	0,47	0,59	0,66	0,78	0,82	0,86	0,91	1,00
Pto. Aisén**	0,19	0,31	0,47	0,59	0,66	0,78	0,82	0,86	0,91	1,00
Chile Chico**	0,19	0,31	0,47	0,59	0,66	0,78	0,82	0,86	0,91	1,00
Pta. Arenas**	0,19	0,31	0,47	0,59	0,66	0,78	0,82	0,86	0,91	1,00
Pto. Williams**	0,19	0,31	0,47	0,59	0,66	0,78	0,82	0,86	0,91	1,00

- No se dispone de información que permita proponer un valor de diseño. Lo más probable es que las lluvias de 6 o más horas sean iguales a las de 24 horas. Para cada caso deberá realizarse un análisis específico.
- Se han considerado los máximos estimados para la zona centro-sur.

En relación con los Coeficientes de Frecuencia (CF), se observó que estos son bastante independientes de la duración, por lo que se propuso utilizar un solo CF, cualquiera sea la duración de las lluvias estudiadas. El CF se define como la razón entre la lluvia asociada a un cierto período de retorno y la lluvia de igual duración para un período de retorno de 10 años.

Tabla N° 5.3. Coeficientes de Frecuencia para lluvias de igual duración.

Ciudad (1)	Período de Retorno (Años)						
	2	5	10	20	50	100	200
Arica	0,55	0,82	1,00	1,17	1,14	1,56	1,81
Iquique	0,53	0,83	1,00	1,14	1,31	1,42	1,53
Antofagasta	0,53	0,83	1,00	1,18	1,42	1,60	1,78
Calama	0,58	0,85	1,00	1,12	1,22	1,36	1,50
San P. De Atacama	0,36	0,73	1,00	1,26	1,61	1,88	2,15
Copiapó	0,27	0,69	1,00	1,30	1,71	2,01	2,31
Vallenar	0,38	0,75	1,00	1,24	1,55	1,78	2,01
La Serena	0,49	0,80	1,00	1,19	1,44	1,62	1,80
Ovalle	0,42	0,75	1,00	1,28	1,69	2,03	2,37
Illapel	0,53	0,80	1,00	1,20	1,47	1,69	1,91
Valparaíso	0,58	0,83	1,00	1,17	1,39	1,56	1,73
Los Andes	0,56	0,82	1,00	1,18	1,43	1,61	1,79
San Antonio	0,58	0,83	1,00	1,17	1,39	1,56	1,73
Santiago	0,55	0,82	1,00	1,18	1,43	1,63	1,83
Rancagua	0,64	0,86	1,00	1,13	1,31	1,43	1,55
Talca	0,62	0,85	1,00	1,14	1,33	1,48	1,63
Curicó	0,62	0,85	1,00	1,14	1,33	1,48	1,63
Linares	0,62	0,85	1,00	1,14	1,33	1,48	1,63
Constitución	0,62	0,85	1,00	1,14	1,33	1,48	1,63
Concepción	0,63	0,85	1,00	1,14	1,32	1,46	1,60
Chillán	0,69	0,88	1,00	1,11	1,25	1,35	1,45
Temuco	0,67	0,87	1,00	1,12	1,27	1,39	1,51
Pto. Montt	0,72	0,89	1,00	1,10	1,22	1,31	1,40
Valdivia	0,70	0,89	1,00	1,11	1,24	1,34	1,44
Ancud (2)	0,65	0,86	1,00	1,14	1,31	1,44	1,57
Castro (2)	0,65	0,86	1,00	1,14	1,31	1,44	1,57
Pto. Cisnes (2)	0,65	0,86	1,00	1,14	1,31	1,44	1,57
Coyhaique (2)	0,65	0,86	1,00	1,14	1,31	1,44	1,57
Pto. Aisén (2)	0,65	0,86	1,00	1,14	1,31	1,44	1,57
Chile Chico (2)	0,65	0,86	1,00	1,14	1,31	1,44	1,57
Pta. Arenas (2)	0,65	0,86	1,00	1,14	1,31	1,44	1,57
Pto. Williams (2)	0,65	0,86	1,00	1,14	1,31	1,44	1,57

(1) Valores obtenidos de la publicación de la D.G.A. sobre "Precipitaciones Máximas de 1, 2 y 3 días" para tormentas de 1 día. (2) Como no se dispone de valores calculados para estas ciudades, se propone usar los valores promedios obtenidos del análisis de los registros de varias localidades (Manual de Carreteras M,O.P.)

La información anterior puede utilizarse para estimar las curvas IDF en un lugar, basándose en la lluvia máxima diaria de acuerdo a la siguiente expresión:

$$P_t^T = 1,1 PD^{10} CD_t CF^T$$

En que:

- P_t^T Lluvia con período de retorno de T años y duración t horas.
- PD^{10} Lluvia máxima diaria (8 AM. a 8 AM) de 10 años de período de retorno.
- CD_t Coeficiente de duración para t horas entre 1 y 24 horas
- CF^T Coeficiente de frecuencia para T años de período de retorno.

Esta expresión es válida para lluvias de 1 a 24 horas de duración en la zona estudiada. La aplicación del método sólo requiere realizar un análisis de frecuencia de las lluvias diarias, para calcular la lluvia máxima con 10 años de período de retorno, o bien elegir el valor pertinente de los mapas publicados por la Dirección General de Aguas. Posteriormente, se seleccionan los coeficientes de duración y de frecuencia que sean aplicable al lugar de interés. El procedimiento es utilizable en la zona central y sur de Chile y entrega estimaciones de lluvia razonables para diseños hidráulicos en áreas con información escasa, utilizando los valores de las Tablas.

5.3.3 Estimación de Lluvias para duraciones menores a 1 hora.

Bell (1969) estudió las razones entre lluvias de distintas duraciones e igual frecuencia o períodos de retorno y también la razón entre lluvias de diferentes períodos de retomo e igual duración, utilizando datos de un gran número de estaciones ubicadas en una extensa zona geográfica. Los resultados obtenidos son válidos para lluvias provenientes de tormentas de tipo convectivo con duraciones entre 10 minutos y 2 horas. Las conclusiones obtenidas indican que las razones, entre lluvias de distinta duración y/o distinto período de retorno, llamadas coeficientes de duración y coeficientes de frecuencia respectivamente, son muy constantes para todos los puntos indicados y el autor propuso su aplicación en otras zonas para tormentas convectivas.

Los coeficientes de duración y de frecuencia propuestos por Bell cumplen las siguientes relaciones, válidas para duraciones de lluvia entre 5 minutos y dos horas y para períodos de retorno entre 2 y 100 años.

$$CF^T = 0,21 \text{ Ln}T + 0,52$$

Donde: T es el periodo de retomo en años. Notar que para t=10 se obtiene CF=1,00.

Además el coeficiente de duración, CD, en relación con la lluvia de una hora de duración (60 minutos), está dado por:

$$CD_t = 0.54 t^{0.25} - 0.50$$

Donde: t es la duración en minutos. Notar que para t 60, es decir una hora, se obtiene CD=1,00.

Entonces la precipitación de duración t, entre 5 y 120 minutos, y periodo de retorno T, entre 2 y 100 años, se puede estimar sobre la base de la precipitación de una hora, 60 minutos, y 10 años de periodo de retorno.

P^T_t como:

$$P^T_t = (0,21 \text{ Ln}T + 0,52) (0,54 t^{0.25} - 0,50) P^{10}_{60}$$

Siendo:

- P^T_t Lluvia en mm de duración t minutos y T años de período de retorno.
- T Período de retorno en años.
- t Duración de la lluvia en minutos.
- P^{10}_{60} Precipitación de una hora y 10 años de periodo de retorno, en mm.

La expresión anterior complementa los resultados experimentales del caso chileno y se recomienda su uso para obtener estimaciones de las curvas **IDF** para duraciones menores a una hora, cuando no se cuente con datos pluviográficos en el sitio de interés que permitan desarrollar una familia de curvas IDF en el lugar.

Tabla N° 5.4. Coef. para duraciones menores a 1 hora.

Duración [minutos]	Coef. de Duración
5	0,31
10	0,46
15	0,56
20	0,64
30	0,76
40	0,86
50	0,94
60	1,00

5.4 Transformación de Lluvia en Esguerrimiento.

El ciclo de esguerrimiento es una idealización del proceso del mismo nombre, que permite describir en forma simplificada a los diferentes procesos que se presentan en la transformación de la lluvia en esguerrimiento.

Al considerar una lluvia relativamente intensa que se mantenga constante en el tiempo, pueden observarse los siguientes hechos. En un primer momento, la lluvia que cae es interceptada por la vegetación, techos y otras superficies o bien, almacenada temporalmente en depresiones y pozas, lo que se denomina interceptación. Esta interceptación puede ser significativa al principio de la lluvia, sin embargo la capacidad de las superficies interceptoras es baja, de manera que el volumen disponible se llena rápidamente y sólo disminuye por efectos de la evaporación, fenómeno de poca importancia durante una lluvia. Al continuar la lluvia, la superficie del suelo se cubre de una delgada película de agua, llamada volumen en detención superficial, y se inicia un flujo hacia sectores más bajos que hacen el papel de canales superficiales. Este volumen de agua en detención superficial puede en parte, introducirse en el suelo y aumentar la humedad de la zona no saturada o bien infiltrarse hacia las zonas saturadas del suelo. En la mayoría de las tormentas de baja intensidad el déficit de humedad del suelo se satisface antes de que se aprecie un esguerrimiento superficial notorio. El agua que se ha infiltrado en el suelo y que no permanece como humedad del suelo, continúa su camino hacia el cauce que drena la superficie como flujo sub-superficial o bien percola e incrementa los acuíferos subterráneos.

5.5 Determinación del Coeficiente de Escurrimiento

Este coeficiente depende de las características del terreno, uso y manejo del suelo, condiciones de infiltración y otros factores difíciles de cuantificar. Para elegir el valor más apropiado se recurre a tablas y a la experiencia y criterio del proyectista. En la siguiente tabla, se entregan valores propuestos para diferentes situaciones:

Tabla N° 5.5. Coeficientes de Escorrentía.

Tipo de superficie	Coefficiente
Áreas comerciales:	
Céntricas	0.70-0.95
Suburbios	0.50-0.70
Áreas residenciales:	
Casas aisladas	0.30-0.50
Condominios aislados	0.40-0.60
Condominios pareados	0.60-0.75
Suburbios	0.25-0.40
Departamentos	0.50-0.70
Áreas industriales:	
Grandes industrias	0.50-0.80
Pequeñas	0.60-0.90
Parques y jardines	0.10-0.25
Calles:	
Asfalto	0.70-0.95
Concreto	0.80-0.95
Adoquín	0.50-0.70
Ladrillo	0.70-0.85
Pasajes y paseos peatonales	0.75-0.85
Techos	0.75-0.95
Prados: suelo arenoso	
Plano (2%)	0.05-0.10
Pendiente media (2%-7%)	0.10-0.15
Pendiente fuerte (>7%)	0.15-0.20
Prados: suelos arcillosos	
Planos «2%)	0.13-0.17
Pendiente media (2%-7%)	0.18-0.22
Pendiente fuerte (>7%)	0.25-0.35

Ref.: ASC15(1972), Viessman et al. (1977), Manual de Carreteras (1981)

CAPITULO VI

Sistema de Drenaje

6.1 Zanjas de Infiltración

Las zanjas de infiltración son obras longitudinales, las cuales reciben el agua en toda su longitud interceptando el flujo superficial de una tormenta y evacuándolo mediante infiltración hacia el subsuelo.

El funcionamiento puede resumirse en:

- El ingreso del agua proveniente de la tormenta a la zanja.
- El agua se almacena temporalmente en su interior.
- Se evacua hacia el pozo de alimentación de aguas subterráneas o través del suelo mediante infiltración.
- Comportamiento de las Zanjas de Infiltración:
 - Disminuye el caudal máximo.
 - Disminuye el volumen escurrido.
 - Recargan el pozo o la napa subterránea.
 - Mejoran la calidad del afluente.

Dado el comportamiento anteriormente descrito, esta es la solución más adecuada para realizar la evacuación de aguas lluvia.

Existen 3 tipos básicos de diseño:

- 1.- Zanja de infiltración compuesta.
- 2.- Zanja de infiltración inicial.
- 3.- Zanja de infiltración parcial.

Esta última será el diseño adoptado para realizar esta memoria, es decir en este capítulo analizaremos solamente este caso.

Zanja de Infiltración Parcial

La zanja no está diseñada para infiltrar completamente todo el volumen de escurrimiento superficial captado. Parte del volumen se evacua hacia otros elementos o hacia el sistema de drenaje superficial, usando una tubería perforada ubicada cercana a la superficie de la zanja.

Ventajas y Desventajas

Alguna de las principales ventajas, tales como la reducción del máximo escurrimiento y apozamiento superficial. Una ventaja es que tienen un bajo costo y una fácil puesta en marcha.

Entre las desventajas se destacan los problemas de colmatación que se puede presentar, al retener las partículas finas presentes en el agua. Pero este problema puede reducirse si el agua se filtra antes de ingresar a la zanja.

También puede suceder que la migración de partículas finas hacia el relleno de piedras, lo que se puede prevenir usando un filtro entre el estrato de relleno y el suelo original.

6.2 Procedimiento de Diseño

Generalidades

El procedimiento de diseño que se debe seguir para lograr un adecuado funcionamiento de las zanjas de infiltración se debe considerar:

1. Análisis de factibilidad.
2. Recopilación de antecedentes.
3. Dimensionamiento de los elementos principales.

1.- Análisis de Factibilidad

Esta etapa permite determinar, basándose en los antecedentes disponibles sobre:

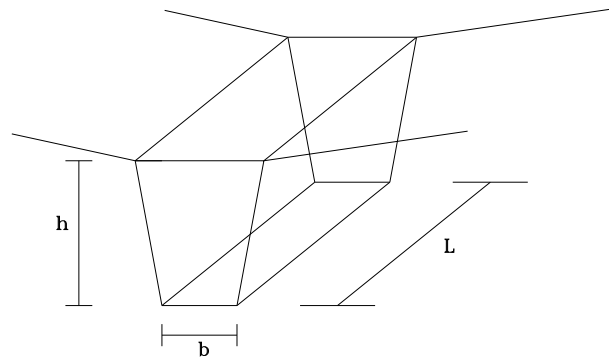
- Características del suelo y agua subterránea.
- Si se puede o no infiltrar las aguas lluvia superficial hacia el subsuelo.
- Permeabilidad del suelo.
- Riesgo de contaminación.
- Capacidad de infiltración.
- Profundidad de la napa.
- Zonas que serán drenadas.

2.- Recopilación de Antecedentes

- Límites de Área Aportante.
- Ubicación de la Zanja.
- Sector al cual rebasa los excesos si se producen.
- Certificado de la Dirección General de Aguas, que indique la autorización a infiltrar aguas lluvia en la napa freática.
- Certificado de un laboratorio autorizado con los resultados del estudio de infiltración en terreno, según método Porchet, de un ancho y profundidad representativo de las dimensiones de la zanja.

Dimensionamiento.

Consiste en determinar las dimensiones, largo, ancho y alto



Área Aportante.

Esta se determinara según lo estipulado en el Capitulo V de aguas lluvias.

Selección de una Lluvia de Diseño.

Determinada según Capitulo V de aguas lluvias.

Tasa de Infiltración

Puede hacerse una estimación preliminar de la tasa de infiltración del terreno en cual se implantara la zanja, basándose en una clasificación del suelo.

Sin embargo, se recomienda realizar ensayos y medidas en terreno, de acuerdo al método de Porchet, por un laboratorio autorizado.

Además se recomienda considerar un factor de seguridad (C_s) de $\frac{3}{4}$.

Volumen Afluyente Acumulado

El volumen acumulado de agua lluvia (m^3) para un tiempo t (hrs), se calcula como:

$$V_{afn}(t) = 0.00125 * C * A * P^T_t$$

Donde:

C = Coeficiente de escorrentía.

A = Area Aportante m^2

P_t^T = Precipitación en milímetros, de duración t y período de retorno T en el lugar.

Volumen Infiltrado

Se puede determinar a partir de la siguiente ecuación:

$$V_{inf}(t) = 0.001 * C_s * f * A_{perc} * t$$

Donde:

f = Capacidad de infiltración del suelo en condiciones de saturación (mm/hr)

A_{perc} = Área total de percolación de la zanja en m^2

t = Tiempo de percolación en horas.

El área de percolación se puede determinar por la siguiente expresión:

$$A_{perc} = 2 * h * (L + b) + 0,5 * L * b$$

Donde:

L = Longitud de la zanja.

B = Ancho de la zanja.

H = Altura de la zanja rellena con piedras.

El valor de h se determina de acuerdo a las condiciones locales, considerando que el fondo debe ubicarse por lo menos a 1,20 (m) sobre el nivel máximo de la napa o de capas impermeables más profundas.

Volumen del Almacenamiento.

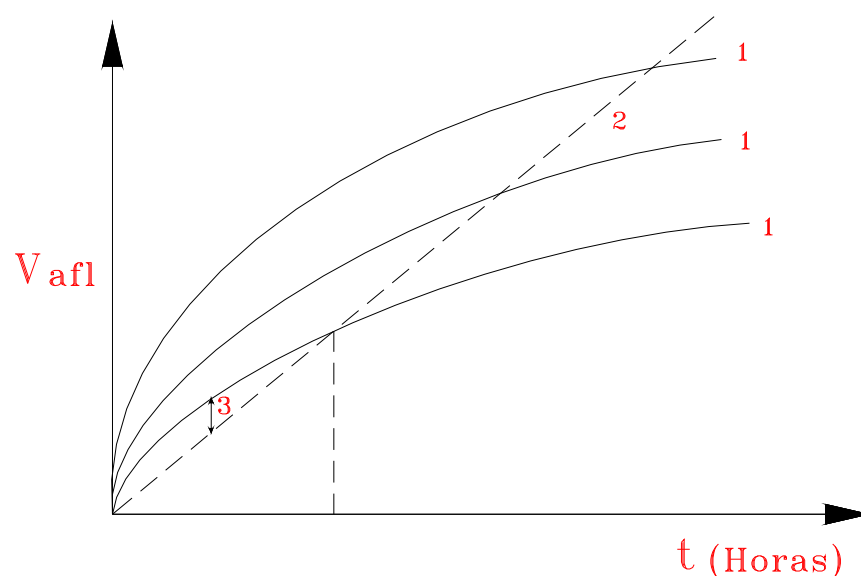
El volumen necesario de almacenamiento en la zanja (V_{alm}) se puede determinar gráficamente como la máxima diferencia entre el volumen acumulado afluente (V_{af}) y el volumen acumulado (inf) ambos en función del tiempo, como se muestra en la figura:

$$V_{alm} = P * L * b * h$$

Debido a que el volumen infiltrado, empleado para estimar el volumen de almacenamiento también depende de la dimensión de la zanja, se debe calcular por aproximaciones sucesivas, empleando como variables de diseño el valor del largo de la zanja L, suponiendo valores conocidos de b y h.

Tiempo Total de Infiltración

Se debe estimar el tiempo total de infiltración para la lluvia de diseño como el tiempo para el cual el volumen acumulado aportado por la lluvia es igual al volumen acumulado infiltrado, es decir, el tiempo para el cual las curvas de recarga e infiltración se cruzan en el gráfico. Es recomendable que el tiempo total de infiltración sea inferior a 24 horas para la lluvia de diseño.



6.3 Material de Relleno de la Zanja

Para mejorar las condiciones de estabilidad de las paredes de la zanja, es necesario rellenarla con un material pétreo. El material agregado para la zanja consiste en un agregado limpio, tipo ripio, sin polvo ni material fino, con un diámetro uniforme variable entre 3,5 [cm] y 7,5 [cm]. También pueden usarse bolones. Por los supuestos de diseño, la porosidad del agregado se puede suponer que es igual a un 30%. El agregado debería estar superiormente rodeado por un filtro geotextil.

6.4 Geotextil

Los geotextiles han probado su efectividad en los últimos años en una variedad de sistemas de drenaje construidos bajo la superficie del suelo.

Los geotextiles son utilizados como filtros en reemplazo de arenas o agregados de graduación completa por varios motivos. Entre ellos se pueden nombrar su permeabilidad controlada, que permite el paso del agua y partículas en suspensión, pero evita el paso de granos de suelo más grande; su mayor uniformidad y permeabilidad de materiales graduados que se ocupan normalmente como filtros; su método constructivo, simple y rápido, y su posibilidad de uso inmediato bajo una diversidad de condiciones.

Características técnicas mínimas que debe cumplir.

Se recomienda que los geotextiles a ser empleados en este tipo de obras satisfagan las características técnicas mínimas de fabricación y resistencia que se mencionan a continuación.

1.- La fabricación del geotextil es importante al momento de decidir su uso. Para ello es necesario que el geotextil que se utilizará cumpla con las siguientes condiciones:

- Será de material polipropileno
- No tejido
- Termounido
- De alto módulo inicial
- De fibra continua

2.- La resistencia deberá ser establecida claramente por el proyectista según las necesidades del proyecto, o por último se tendrá que adoptar el proyecto a las posibilidades que el mercado de geotextiles ofrece, tomando entonces en consideración las recomendaciones del fabricante de la tela geotextil para el uso particular.

Cuando estos emplean para funcionar como filtro se deberá emplear un geotextil con permeabilidad superior a 10 veces la permeabilidad del suelo.

6.5 Tuberías de Reparto de Flujo

Si la zanja es alimentada desde un extremo, es necesario instalar una tubería de reparto del agua a lo largo de la zanja, por su parte superior, inmediatamente bajo la cubierta y sobre el geotextil. Esta tubería debe ser recta, horizontal y estar conectada tanto a una cámara de entrada como a una de salida en cada extremo, para facilitar su limpieza.

El gasto de diseño de esta tubería puede estimarse como el aportado por una tormenta corta, de duración 5 a 10 minutos sobre el área aportante, de manera de tomar en cuenta la parte más intensa de la lluvia, que es la que genera los mayores caudales a ser distribuidos en la zanja:

$$Q = C * I^{2}_{5 \text{ min}} * A$$

Donde:

C = Es el coeficiente de escurrimiento de la zona.

A = al área en m² de la superficie que drena hacia la zanja.

I²_{5 min} = la intensidad de la lluvia del período de retorno de diseño y cinco minutos de duración en el sector. Estos valores son

independientes del tiempo de concentración de la cuenca aportante y tienen por objeto considerar la parte más intensa de la lluvia de diseño.

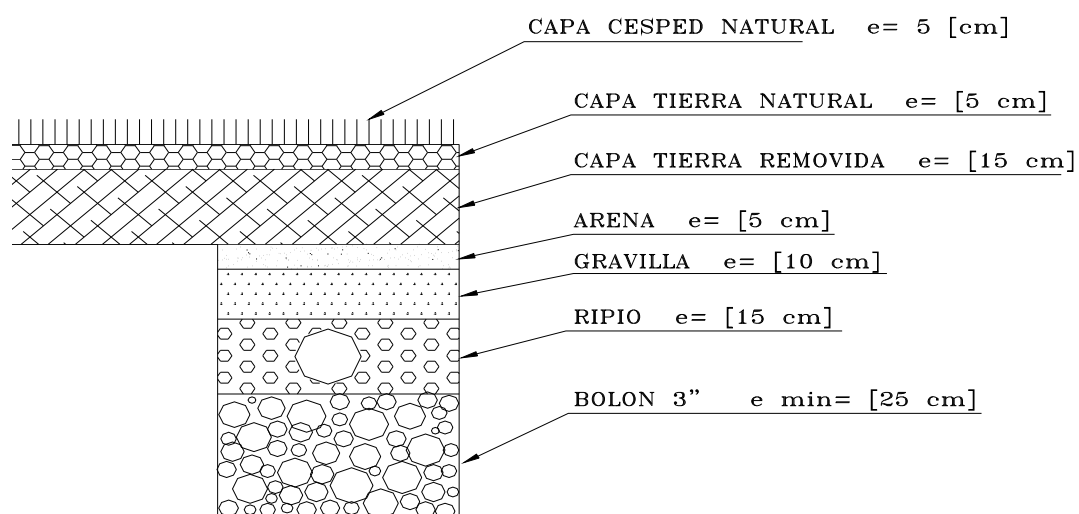
El tamaño o diámetro de la tubería, se puede calcular considerando que todo el gasto que entra se reparte a lo largo de la zanja de longitud L, con una pérdida de carga no superior a un diámetro y un factor de fricción de 0.02. En estas condiciones el diámetro es por lo menos:

$$D = 0.286 * L^{1/6} * Q^{1/3}$$

Con L y D en metros y Q en [m³/s]. Para la tubería se pueden emplear tubos de hormigón de cemento del tipo alcantarillado colocados, tubos de PVC perforados, o tubos de drenaje envueltos en geotextil.

Zanjas con Drenes

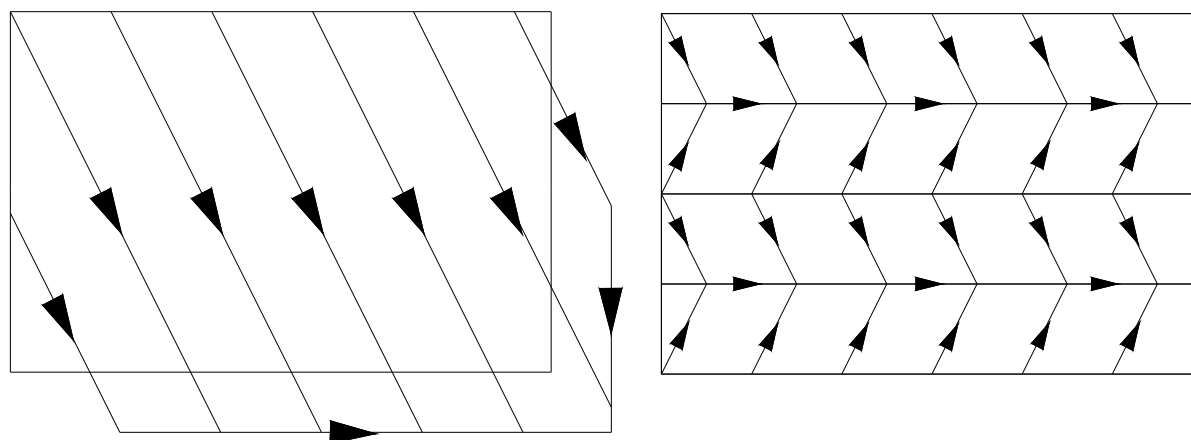
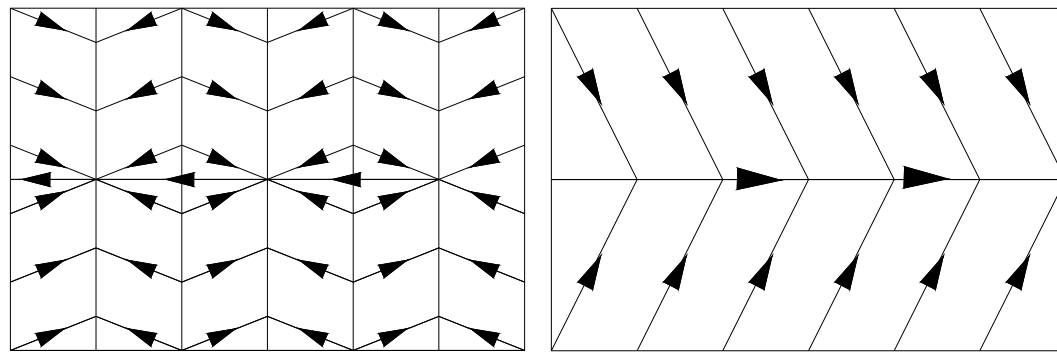
Para zanjas de infiltración parcial, o si la permeabilidad del suelo es baja, y la zanja no puede rebasar por su cara superior, será necesario instalar en el interior de la zanja una tubería de drenaje conectada a un sistema de conducción hacia aguas abajo.



6.6 Diseño del Esquema de Drenaje

Para el diseño del esquema de drenaje se deben tomar en cuenta todas las consideraciones realizadas en este capítulo, para así obtener el diseño del esquema más eficiente ya sea desde el punto tanto técnico como económico. A continuación se presentan los diseños más utilizados que se pueden tomar como referencia para una cancha de fútbol empastada. Para la evacuación de aguas de una zona donde la napa no es abundante, tener presente la retroalimentación del pozo mediante este esquema de drenaje.

Se debe tener cuidado que las aguas superficiales (lluvias) escurran rápidamente para que no produzcan charcos en la superficie de la cancha. Existen diferentes tipos de diseño de evacuación de aguas lluvias, esto se realiza por medio de peraltes en la cancha. La pendiente en las canchas de fútbol debe tener hasta el 3%. Peraltando los campos de juego se consigue proteger el lugar contra el desgaste por las lluvias.



CAPÍTULO VII

DISEÑO DEL PROYECTO

7.1 Información Básica del Proyecto

Se presenta como ejemplo de diseño un anteproyecto de una cancha de fútbol empastada, cuyo mandante es un gremio de abogados de Viña del Mar, que tienen una parcela ubicada en el sector de Villa Alegre, Provincia de Quintero V Región, la cual consta con una superficie aproximada de 1,5 hectárea.

Con la información básica proporcionada por el mandante se realiza el diseño de la cancha, en los siguientes ítemes:

- Diseño del Sistema de Drenaje
- Diseño del Sistema de Riego
- Elección del tipo de césped

Para el diseño de todos los ítemes anteriormente señalados, se deben estudiar las alternativas posibles, eligiendo de esta manera el diseño que opere a un mínimo costo y a una máxima eficiencia. Previo a cualquier diseño es recomendable realizar una visita a terreno para verificar las bondades e inconvenientes del lugar.

Información Básica.

a) Topografía del Terreno.

La primera etapa a realizar en el diseño de un cancha de fútbol es un levantamiento topográfico, el cual se debe dibujar en un plano topográfico a una escala adecuada que para este caso es 1:250, con curvas de nivel equidistanciadas cada 50 [cm].

Esta etapa es necesaria para determinar los cortes o rellenos que son necesarios realizar para poder construir la cancha, además nos entrega la información de hacia donde es el escurrimiento normal de las aguas lluvias. Además permite determinar la orientación del emplazamiento, el cual debe ser el más apropiado dependiendo de:

- La superficie requerida por el mandante para la cancha.
- La disposición de los camarines.
- La orientación del Viento.

b) Mecánica de Suelos.

Otra etapa importante es el estudio de mecánica de suelos, la cual debe ser realizado por un laboratorio certificado. Este proporciona las características del suelo, la capacidad de Campo, Punto de marchitez, la densidad aparente, el porcentaje de humedad, y la capacidad de infiltración, este último es uno de los factores relevantes para la solución del sistema de drenaje.

Para este proyecto se realizó la clasificación del suelo natural hasta una profundidad de 1,50 [m]. La cual según los análisis de laboratorio que se anexan, entrega que el suelo esta compuesto por una arcilla, la cual es un suelo poco permeable, que lleva a la realización de un retiro de todo el material con un espesor de 40[cm] en toda el área que queda bajo la cancha, para así tener un correcto escurrimiento de las aguas lluvias superficiales hacia el dren o hacia estratos inferiores impermeables.

c) Características del Suelo

Suelo	: Tipo B
Capacidad de Campo	: 16%
Punto de marchitez Permanente	: 11%
Densidad Aparente	: 1,25 [gr./cc.]
Porcent. de Humedad	: 27,5%
Capac. de Infiltración	: 20 [mm./hra.]

d) Descripción del Cultivo

Tipo de cultivo	: Césped mezcla Strong grass (Estadio)
Altura del Cultivo	: 5 [cm]
Profundidad Efectiva De las Raíces	: 20[cm]
Uso Consumo Máximo	: 10 [mm/día]

e) Características de la Toma de Agua

Fuentes de Captación	: Aguas Subterráneas
Cantidad de agua de la Concesión	: Sin límites
Localización de la Fuente	: Según diseño
Cantidad del Agua	: Buena.

f) Condiciones Climáticas

Vientos : Regulares 4 [Km/hr]
Dirección de los
Vientos : Variable

g) Fuentes de Energía

Accionamiento con motor : Eléctrico
Instalación : Estacionaria

7.2 Cálculos del Sistema de Drenaje

Volumen de Almacenamiento Requerido

El volumen de almacenamiento, $V_{alm.}$, se calcula como la máxima diferencia entre el volumen afluente acumulado de agua lluvia, $V_{afl.}(t)$, para una lluvia de periodo de retorno de diseño, y el volumen acumulado infiltrado, $V_{inf.}(t)$.

El volumen afluente acumulado de agua lluvia para una duración t_5 de la tormenta de diseño, se estima en función de la precipitación de esa duración de acuerdo a la ecuación:

$$V_{afl}(t) = 0.00125 * C * A * P_t^5 \quad \text{Ec. N°1}$$

Donde C es el coeficiente de escorrentía del área aportante, calculado ponderando las diferentes áreas del suelo.

El coeficiente de escorrentía para este anteproyecto corresponde al valor más desfavorable de prados arcillosos el cual se obtiene de la Tabla N° 5.5, del Capítulo V y tiene un valor de 0,15.

P_t^5 es la lluvia correspondiente a un periodo de retorno de 5 años y duración t , variable desde unos pocos minutos hasta 24 horas o más si es necesario para determinar el volumen máximo de almacenamiento. Se estima basándose en la precipitación de 10 años de periodo de retorno y 14 horas de duración y los coeficientes de duración y frecuencia correspondientes como:

$$P_t^5 = 1,1 PD_{24}^{10} CD_t^{24} CF_{10}^5 \quad \text{Ec. N°2}$$

Donde PD_{24}^{10} corresponde a la precipitación máxima para 10 años de periodo de retorno y 24 horas de duración, que se obtiene de la Tabla N° 5.1., propuesta en el Capítulo V. Para Valparaíso 83,3 [mm].

CF_{10}^5 Corresponde al coeficiente de frecuencia para transformar la precipitación de 10 años en otra de 5 años de periodo de retorno, es el que se obtiene de la Tabla N° 5.3. Coeficientes de Frecuencia del Capítulo V y que arroja un valor de 0,83 para Valparaíso.

CD_t^{24} es el coeficiente de duración, que se obtiene de la Tabla N° 5.2. Coeficientes de Duración para t entre 1 y 24 horas o de la expresión propuesta para lluvias menores a 1 hora.

Entonces reemplazando en la ecuación N° 2 los valores correspondientes, la precipitación de 5 años de periodo de retorno y duración t , para t entre 24 y 1 horas, está dada por:

$$P_t^5 = 1,1 * 83,3 * CD_t^{24} * 0,83 = 76,05 * CD_t^{24} \quad \text{para } 24 \text{ h} > t > 1 \text{ h}$$

En particular para una hora el coeficiente de Duración de Valparaíso es 0,14 según la Tabla N° 5.2. con lo cual se obtiene:

$$P_t^5 = 76,05 * 0,14 = 10,65 \text{ [mm]}$$

Las precipitaciones menores de 1 hora se obtienen a partir de esta con los coeficientes de duración de la Tabla N° 5.4 como:

$$P_t^5 = 10,65 * CD_t^1 \quad \text{para 1 hora} > t > 0$$

Con estos valores de precipitación se calcula el volumen afluente acumulado en m³ empleando la ecuación N° 1, para cada zanja según al plano de la Cancha.

$$V_{an}(t) = 0.00125 * 0,15 * A * P_t^5$$

7.2.1 Cálculo de Zanjas y Drenes

Datos:

$$\text{Área aportante: } 18 \text{ [m]} * 33 \text{ [m]} = 594 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$V_{an}(t) = 0.00125 * 0,15 * 594 * P_t^5 = 0,11 * P_t^5$$

Similarmente el volumen infiltrado acumulado para una duración t de la tormenta de diseño se estima a partir de la expresión:

$$V_{inf}(t) = 0.001 * C_s * f * A_{perc} * t \quad \text{Ec. N°3}$$

Donde f es la cantidad de infiltración que corresponde a la del terreno en (mm/hr), C_s, es el factor de seguridad, t es el tiempo en horas, A_z es el área filtrante de la zanja, en este caso despreciando la contribución del fondo.

$$A_z = 2 * h * (L + b)$$

Donde L es la longitud de la zanja. Que está impuesta por el trazado y tiene un valor de 33 [m], b es el ancho de la zanja, por determinar, al que se le dará un valor inicial arbitrario de 1 [m] y h es la profundidad de la zanja, que se determina en función de las condiciones del terreno y se le dará un valor de 1 [m]. Reemplazando se obtiene:

$$A_z = 94 \text{ [m}^2\text{]}$$

Para el coeficiente de seguridad que corrige la tasa de infiltración se considera que el agua es de buena calidad ya que proviene de un prado de césped, que no habrá dispositivo de tratamiento pero se dispondrá de una mantención regular. En estas condiciones se recomienda $C_s = 0,75$. Con los valores en este caso, el volumen infiltrado acumulado para el tiempo t , de acuerdo a la Ecuación N° 3 se calcula como:

$$V_{inf}(t) = 0,001 * 0,75 * 8 * 94 * t = 0,56 * t$$

Los valores obtenidos para los coeficientes de duración, las precipitaciones y los volúmenes resultantes del agua afluyente a la zanja y el agua infiltrada, así como el volumen almacenado en el interior de la zanja para distintas duraciones se presentan a continuación en la Tabla N° 7.1:

Duración (horas,min)	CDt	P_t^5 [mm]	V_{afn} [m ³]	V_{inf} [m ³]	V_{alm} [m ³]
0h 0 m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0h 5 m	0,307	3,270	0,360	0,047	0,313
0h 10 m	0,460	4,899	0,539	0,093	0,446
0h 20 m	0,642	6,837	0,752	0,187	0,565
0h 30 m	0,764	8,137	0,895	0,280	0,615
0h 40 m	0,858	9,138	1,005	0,373	0,632
1h	0,140	10,647	1,171	0,560	0,611
2h	0,230	17,492	1,924	1,120	0,804
4h	0,330	25,097	2,761	2,240	0,521
6h	0,460	34,983	3,848	3,360	0,488
8h	0,550	41,828	4,601	4,480	0,121
10h	0,640	48,672	5,354	5,600	-0,246
12h	0,700	53,235	5,856	6,720	-0,864
14h	0,780	59,319	6,525	7,840	-1,315
18h	0,900	68,445	7,529	10,080	-2,551
24h	1,000	76,050	8,366	13,440	-5,075

Tabla N° 7.1

Se puede apreciar que el valor máximo de almacenamiento corresponde a 0,804 [m³] que se acumulan a las 2 horas.

El volumen de almacenamiento de la zanja se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$V_{alm} = p * V_{zanja} = p * L * b * h$$

Donde p es la porosidad del material de relleno de la zanja, que se considera igual a un 20%, $L = 38$ [m] y $h = 1$ [m]. Para lograr un volumen de

0,804 [m³] se necesita b = 10 [cm]. Por lo tanto la zanja se diseñará con un ancho de 40 [cm].

7.2.2 Tuberías de Reparto de Flujo

$$Q = C * I_{5 \text{ min}}^2 * A \quad \text{Ec. N° 4}$$

Donde:

C = Es el coeficiente de escurrimiento de la zona 0.15

A = Al área en m² de la superficie que drena hacia la zanja.

$I_{5 \text{ min}}^2$ = La intensidad de la lluvia del periodo de retorno de diseño y cinco minutos de duración en el sector. Estos valores son independientes del tiempo de concentración de la cuenca aportante y tienen por objeto considera la parte más intensa de la lluvia de diseño.

El tamaño o diámetro de la tubería, se puede calcular considerando que todo el gasto que entra se reparte a lo largo de la zanja de longitud L, con una pérdida de carga no superior a un diámetro y un factor de fricción de 0,02. En estas condiciones el diámetro es por lo menos:

$$D = 0,286 * L^{1/6} * Q^{1/3} \quad \text{Ec. N° 5}$$

La intensidad de la lluvia del periodo de retorno de diseño y 5 minutos de duración se determina según la Tabla N° 6.1

$$I_{5 \text{ min}}^2 = 3,27 \text{ [mm/min]} \text{ en [m/s]} = 1,09 \times 10^{-5}$$

7.2.3 Tubería Secundaria

$$\text{Área} = 594 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Largo} = 18 \text{ [m]}$$

Reemplazando en la ecuación N° 4

$$Q = 0,15 * 1,09 \times 10^{-5} \text{ [m/s]} * 594 \text{ [m}^2\text{]} = 9,71 \times 10^{-4} \text{ [m}^3\text{/s)},$$

Reemplazando en la ecuación N° 5

$$D = 0,286 * 38^{1/6} * 9,71 \times 10^{-4} \text{ }^{1/3} = 0,052 \text{ [m]}$$

Por lo tanto la tubería se diseñará con un diámetro de 75 [mm].

7.2.4 Tubería Principal

Esta se calculará del mismo modo que la tubería secundaria según los tramos referidos al plano respectivo, esto significa que se debe calcular según el área aportante de cada tramo, empezando el cálculo con el tramo que se encuentra en la cota superior.

Tramo A-B

$$\text{Área} = 1188 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Largo} = 18 \text{ [m]}$$

Reemplazando en la ecuación N° 4

$$\mathbf{Q = 0,15 * 1,09 \times 10^{-5} \text{ [m/s]} * 1188 \text{ [m}^2\text{]} = 1,94 \times 10^{-3} \text{ [m}^3\text{/s]}}$$

Reemplazando en la ecuación N° 5

$$\mathbf{D = 0,286 * 18^{1/6} * 1,94 \times 10^{-3 \ 1/3} = 0,058 \text{ [m]}}$$

Por lo tanto la tubería se diseñará con diámetro de 75 [mm]

Tramo B-C

$$\text{Área} = 2178 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Largo} = 33 \text{ [m]}$$

Reemplazando en la ecuación N° 4

$$\mathbf{Q = 0,15 * 1,09 \times 10^{-5} \text{ [m/s]} * 2178 \text{ [m}^2\text{]} = 3,56 \times 10^{-3} \text{ [m}^3\text{/s]}}$$

Reemplazando en la ecuación N° 5

$$\mathbf{D = 0,286 * 33^{1/6} * 3,56 \times 10^{-3 \ 1/3} = 0,078 \text{ [m]}}$$

Por lo tanto la tubería se diseñará con un diámetro de 110 [mm]

Tramo C-D

$$\text{Área} = 3168 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Largo} = 48 \text{ [m]}$$

Reemplazando en la ecuación N° 4

$$\mathbf{Q = 0,15 * 1,09 \times 10^{-5} \text{ [m/s]} * 3168 \text{ [m}^2\text{]} = 5,18 \times 10^{-3} \text{ [m}^3\text{/s]}}$$

Reemplazando en la ecuación N° 5

$$D = 0,286 * 48^{1/6} * 5,18 \times 10^{-3}^{1/3} = 0,094 \text{ [m]}$$

Por lo tanto la tubería se diseñará con un diámetro de 110 [m]

Tramo D-E

$$\text{Área} = 4158 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Largo} = 63 \text{ [m]}$$

Reemplazando en la ecuación N° 4

$$Q = 0,15 * 1,09 \times 10^{-5} \text{ [m/s]} * 4158 \text{ [m}^2\text{]} = 6,80 \times 10^{-3} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

Reemplazando en la ecuación N° 5

$$D = 0,286 * 63^{1/6} * 6,80 \times 10^{-3}^{1/3} = 0,108 \text{ [m]}$$

Por lo tanto la tubería se diseñará con un diámetro de 110 [m]

Tramo E-F

$$\text{Área} = 5148 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Largo} = 78 \text{ [m]}$$

Reemplazando en la ecuación N° 4

$$Q = 0,15 * 1,09 \times 10^{-5} \text{ [m/s]} * 5148 \text{ [m}^2\text{]} = 8,42 \times 10^{-3} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

Reemplazando en la ecuación N° 5

$$D = 0,286 * 78^{1/6} * 8,42 \times 10^{-3}^{1/3} = 0,120 \text{ [m]}$$

Por lo tanto la tubería se diseñará con un diámetro de 160 [mm]

Tramo F-G

$$\text{Área} = 6336 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Largo} = 96 \text{ [m]}$$

Reemplazando en la ecuación N° 4

$$Q = 0,15 * 1,09 \times 10^{-5} \text{ [m/s]} * 6336 \text{ [m}^2\text{]} = 0,01036 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

Reemplazando en la ecuación N° 5

$$D = 0,286 * 96^{1/6} * 0,01036^{1/3} = 0,133 \text{ [m]}$$

Por lo tanto la tubería se diseñará con un diámetro de 160 [mm].

Para todas las tuberías de drenaje, tanto para las principales como secundarias, se utilizarán Tuberías de PVC perforadas en la parte superior.

7.3 Cálculo del Sistema de Riego

Se ha propuesto para el sistema de riego por aspersión un diseño semi-fijo. Con la información básica se procede a diseñar el sistema de riego.

En la alternativa se disponen de aspersores de mediano alcance que trabajarán en etapas.

7.3.1 Diseño

El primer paso que se debe realizar para el diseño del proyecto es el cálculo de la precipitación por posición.

Cálculo de Precipitación por Posición:

a) Necesidad de riego neta del cultivo:

$$H = \left[\frac{CC - PMP}{100} \right] * Da * Pr * Pw$$

$$H = \left[\frac{16 - 11}{100} \right] * 1,25 * 20 * 0,275$$

$$H = 3,44 \text{ [mm/posición]}$$

b) Uso Consumo Máximo

Basándose en la evapotranspiración del cultivo para el césped que se analizó en el Capítulo II, se tiene que:

$$E.T. = 10 \text{ [mm/día]}$$

c) Frecuencia del Ciclo de Riego

$$Fr = \frac{H}{E.T}$$

$$Fr = \frac{3,44 \text{ [mm]}}{10 \text{ [mm / día]}}$$

Fr = aproximado a la unidad superior 1 día

d) Precipitación

$$Hr = \left[\frac{H}{n.v * n.a} \right]$$

$$Hr = \left[\frac{3,44}{0,75 * 0,90} \right]$$

Hr = 5,10 (mm/posición)

e) Volumen por hora

$$R.B = \frac{E.T}{Eficiencia}$$

$$R.B = \frac{10 \text{ (mm / día)}}{0,75 * 0,90}$$

$$R.B = 14,81 \text{ (mm / día)}$$

$$\text{Volumen por día} = 0,0148 \text{ (mm / día)} * 6336 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\text{Volumen por día} = 93,77 \text{ (m}^3 \text{ / día)}$$

$$\text{Volumen por hora} = \frac{\text{Volumen por día}}{\text{Tiempo Efectivo de riego}}$$

$$\text{Volumen por hora} = \frac{93(\text{m}^3 / \text{día})}{2(\text{hora} / \text{día})}$$

$$\text{Volumen por Hora} = 46,88(\text{m}^3 / \text{hora})$$

7.3.2 Ordenamiento de los Aspersores

Por la forma y dimensiones de la cancha, se ha considerado una distribución circular de riego de 16 y 23 [m] respectivamente. Si se distribuye en el plano estas separaciones y considerando el diámetro de mojamiento se obtiene aproximadamente 20 posiciones de aspersores, para cubrir toda la superficie a regar.

7.3.3 Selección del Aspersor

El caudal que debe entregar el aspersor elegido en el diseño debe ser tal que la precipitación de riego entregada por el aspersor, sea menor que la capacidad de infiltración del suelo, es decir:

$$P.A = (\text{mm} / \text{hora}) \leq C.I$$

$$P.A = 7.0 (\text{mm} / \text{hora}) \leq 20 [\text{mm} / \text{hora}]$$

Se elige el espesor cuyas características hidráulicas son las siguientes:

Aspersor Marca	:	SIME
Tipo	:	Ibis
Diámetro Boquilla	:	10 mm.
Presión del Aspersor	:	1,5 Bar
Consumo de Agua	:	5,70 [m ³ /hora]
Alcance del Chorro	:	16,00 [m]
Distancia entre Aspersores	:	23,00 [m]

Tiempo de Riego que Operarán los Aspersores (T.r.a)

Con el dato de la precipitación necesaria, obtenemos el tiempo de riego que efectivamente operarán los aspersores para regar la superficie del predio.

$$T.r.a = \frac{Hr}{P.A}$$

$$T.r.a = \frac{5,10 [mm / posición]}{7,00 [mm / hora]}$$

$$T.r.a = 0,73 [Hr / posición]$$

El número de cambios o posiciones de aspersores [N.c] en el día será :

$$N.c = \frac{T.r.d}{T.r.a}$$

$$N.c = \frac{3 [Horas / día]}{0,73 [Horas / posición]}$$

$$N.c = 4 [posiciones / día]$$

El número de aspersores se determina a partir del número de aspersores que están funcionando simultáneamente. El número total de posiciones de aspersores es de 20 (dato obtenido a partir del plano). Por lo tanto el número de aspersores es:

$$N.a = \frac{\text{Número de aspersores}}{N.c * Fr}$$

$$N.a = \frac{20 \text{ posiciones de aspersores}}{4 [posiciones / día] * 1 [día]}$$

$$N.a = 5 \text{ aspersores}$$

Como el tiempo de riego que operarán los aspersores cumple con la frecuencia de riego de 1 día.

El caudal total [Qt] de los aspersores funcionando simultáneamente será:

$$Qt = N.a * q.a$$

$$Qt = 5 * 5,70 [m3 / hora]$$

$$Qt = 28,50 [m3 / hora]$$

Este caudal corresponde al caudal de diseño de la unidad de bombeo

7.3.4 Selección de Tuberías

a) Tuberías Secundarias y Principal

Estas tuberías serán de PVC con $C = 150$. Las pérdidas de carga por fricción se calculan por la fórmula de Hazen-Williams.

$$J = 10.665 * \left[\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.869}} \right]$$

Donde:

J = Pérdida de carga en metros

Q = Caudal en [m³/seg]

D = Diámetro en metros

C = 150

CÁLCULO RED DE SUMINISTRO DE AGUA							
Tramo	Caudal Instalado (m ³ /seg)	Diámetro (mm)	Longitud		Perdidas		Veloc. (m/seg)
			Real (m)	Equiv. (m)	Unit. (m.c.a)	Total (m.c.a)	
A - B	0,0079	0,075	10	0	0,038	0,38	1,79
B - C	0,0079	0,075	67,68	0	0,038	2,58	1,79
C - D	0,0063	0,075	23	0	0,025	0,58	1,43
D - E	0,0047	0,05	23	0	0,105	2,42	2,39
E - F	0,0032	0,05	23	0	0,052	1,19	1,63
F - G	0,0016	0,05	23	0	0,014	0,33	0,82
F - G	0,0016	0,05	23	0	0,014	0,33	0,82

Las pérdidas de carga por fricción a lo largo de la red de tuberías, para el tramo I, que es el caso más desfavorable en la red, (ya que está más alejado el último aspersor) resulta 7,80 [m.c.a]. Además las velocidades que se presentan son menores a 3,5 [m/s], por lo tanto, se considera que los diámetros establecidos con las condiciones de diseño.

b) Pérdidas Singulares

Se considera un 5% de las pérdidas por fricción a lo largo de la red, cuyo valor corresponde:

$$\text{Perd. Singulares} = 0,05 * 7,8 \text{ [m]} = 0.39 \text{ [m]}$$

Se toma solo un 5% ya que el número de piezas especiales es bajo en estos sistemas.

Pérdidas Totales = 3,04 [m]

7.3.5 Selección de la Unidad de Bombeo

Cálculo de los Diámetros

Tubería de Impulsión

Según la ecuación de Bresse, para instalaciones no operadas en forma continua, se tiene:

$$Di(m) = 1.3 * X^{1/4} * \sqrt{Q(m^3 / s)}$$

Donde:

$$X = \frac{N^{\circ} \text{ horas de bombeo por día}}{24}$$

Datos del Proyecto:

$$Q = 0.0079 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Nº de horas de bombeo por día = 3

Reemplazando tenemos que:

$$Di(m) = 1.3 * 0.0125^{1/4} * \sqrt{0.0079}$$

$$Di(m) = 0.0689(m)$$

se toma entonces con Di = 75 (mm)

por lo tanto la velocidad en la tubería será:

$$Vi = \left(\frac{Q}{A} \right) = \left(\frac{0.0079 * 4}{\pi * (0.075)^2} \right) = 1.793 \text{ (m / s)}$$

la cual es menor a 2 (m/s).

Tubería de Succión

Tomando el valor comercial superior, se tendrá 110 (mm). La velocidad en estas condiciones sería de:

$$V_i = \left(\frac{Q}{A} \right) = \left(\frac{0.0079 * 4}{\pi * (0.110)^2} \right) = 0.83 \text{ (m/s)}$$

El cálculo de la altura dinámica de elevación que debe vencer la bomba

$$H_m = h.s + h.imp. + h.asp. + J.t. + P. Asp.$$

Altura estática total (succión + impulsión)

Altura est. de succión	:	7 [m.c.a]
Altura est. de impulsión	:	5 [m.c.a]
Altura est. Total	:	12 [m.c.a]

Pérdidas en la succión (Ds = 160 (mm))

Se calculan por pérdidas equivalentes utilizando la tabla N° contenida en el anexo.

Pérdidas en la succión		L.E
Válvula de pie		: 23.00
Codo de radio largo a 90°		: 2.10
Reducción excéntrica	110x75	: 0.90
Longitud tubería recta		: 7.00
Longitud equivalente total		: 33.00

Utilizando la ecuación de Hazen-Williams

$$J = 0.006$$

Pérdidas en la succión: 0.006*33 : 0.20 [m.c.a]

Pérdidas en la impulsión (Di = 75 (mm))

Pérdidas en la impulsión		L.E
Válvula de retención		: 6.30
Codo de radio largo a 90°		: 1.60
Reducción excéntrica	75x50	: 0.70
Longitud tubería recta		: 5.00
Codo 45° (N° 3)		: 3.60
Longitud equivalente total		: 17.20

Utilizando la ecuación de Hazen-Williams

$$J = 0.038$$

Pérdidas en la impulsión: 0.038*17.20 : 0.65 [m.c.a]

Altura del aspersor sobre el nivel del suelo : 0,30 [m.c.a]

Pérdidas de Carga en la red Totales	: 3,04 [m.c.a]
Presión de Servicio del aspersor	: 15 [m.c.a]
	Hm :31,04 [m.c.a]

La carga total que debe vencer la bomba corresponde a 31,04 [m.c.a], para elevar un caudal de 28,50 [m³/hora]. La bomba que cumple con estos requisitos, según las tablas del anexo nos da:

Marca Bomba	: Pedrollo
Modelo	: F50/160B
KW	: 5.5
H.P.	: 7.5

La curva característica de esta bomba se muestra en el anexo.

CAPÍTULO VIII

PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Los Procesos Constructivos se refieren a la construcción de la Cancha de Fútbol Empastada, Parcela N° 46, Sector de Valle Alegre, Comuna de Quintero.

Las obras e instalaciones proyectadas se realizarán de acuerdo a los presentes procesos constructivos y los correspondientes planos del proyecto y en tanto no se opongan a éstas se ejecutarán de acuerdo a lo establecido en las normas, planos y recomendaciones generales de los fabricantes de los materiales o equipos empleados.

Salvo indicación contraria del mandante, la mano de obra, los materiales y los elementos que sean necesarios en las diversas instalaciones que se especifican, serán suministrados por el Contratista.

A fin de evitar la larga permanencia de excavaciones abiertas, el Contratista no deberá iniciar las obras, hasta no tener la certeza de contar con todos los materiales y permisos que le permitan iniciar y continuar las obras normalmente, de acuerdo al programa de trabajo presentado por el.

Las cantidades de obras y las calidades del terreno que se indican en estos procesos constructivos tienen carácter informativo.

Deberán ejecutarse además, los trabajos necesarios para dejar en correcto funcionamiento las instalaciones existentes y la completa habilitación de calles o caminos, los que deberán quedar en las mismas condiciones que tenían antes de comenzar los trabajos

Sólo se aceptarán en las obras e instalaciones, materiales que exhiban sello de calidad, otorgados por Laboratorios, Empresas de Servicios o personas naturales cuya calificación haya sido previamente aprobada por el Instituto Nacional de Normalización (I.N.N.)

En caso de cualquier eventualidad, el contratista o constructor no podrá introducir ninguna modificación sin la autorización expresa de la Inspección Técnica.

Las obras que se especifican a continuación comprenden los siguientes capítulos.

8.1 INSTALACIÓN DE FAENAS

Limpieza y despeje del terreno

Previo al trazado se efectuará la limpieza y emparejamiento del terreno en el área de emplazamiento de la construcción. Se incluye el retiro de la capa vegetal, y en general de cualquier obstáculo que imposibilite la buena ejecución de la obra.

El contratista tomará las medidas necesarias para la protección de la propiedad de cada asignatario, debiendo reponer los daños que cauce.

Construcciones Provisorias

La obra deberá estar dotada, desde su inicio, con oficina técnica, para uso de la empresa y de la ITO, con bodegas y baños para el personal.

La oficina técnica se instalará en un sector del Lote, la cual no interrumpa la correcta ejecución de la obra general.

Se considera el trámite de permiso de edificación de la D.O.M. que deberá efectuarse antes del primer estado de pago.

Se levantará plano final de construcción, el que será entregado a la D.O.M. para su recepción.

La oficina Técnica tendrá una superficie mínima de 18 m². Deberá contar con el mobiliario adecuado.

Se considera además un libro de obra para anotar los avances y observaciones de obra.

El contratista deberá considerar las instalaciones provisorias de agua potable, alcantarillado y electricidad, autorizada por los servicios respectivos, como parte de las instalaciones de faenas

Letrero Indicador de la Obra.

Se ejecutará y emplazará un letrero indicador de la obra, según características especificados por la Dirección de Obras de la Municipalidad correspondiente. La ubicación será

indicada por el inspector municipal a cargo y se mantendrá hasta la recepción de la obra.

8.1	Instalación de Faenas	gl	1
------------	------------------------------	-----------	----------

8.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Excavación General

Este capítulo comprende todas las excavaciones necesarias para emparejar el terreno, siendo que debe ejecutarse de acuerdo a las líneas y niveles teóricos definidos en el plano del proyecto. El emparejamiento debe realizarse de modo que no exista ninguna pendiente tanto longitudinal como transversal, para obtener una subbase horizontal. Esta excavación dependerá de las condiciones topográficas de cada proyecto.

8.2	Excavación en zanja	m³	1900
------------	----------------------------	----------------------	-------------

8.3 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE

Replanteo y Trazado de la Red

Una vez diseñado el plano de planta de la red, es necesario replantar en terreno el trazado.

Las alineaciones se marcan mediante estacas (P.R) existentes en el plano del proyecto.

La profundidad de la zanja se marca refiriéndola a las estacas y no respecto a la superficie del terreno, ya que la tubería en este caso quedaría colocada con altos y bajos.

La pendiente que debe tener el drenaje es de un 0,5%.

8.3.1	Replanteo y Trazado de la Red	ml	526
--------------	--------------------------------------	-----------	------------

Excavación Dren Principal y Drenes Secundarios

Se consultan en este ítem, las excavaciones concernientes a la construcción de las zanjas con drenes que son necesarias para la instalación del sistema de drenaje proyectado. Estas excavaciones se deben realizar de acuerdo a los detalles indicados en el plano del proyecto.

8.3.2 Excavación Dren Principal y Drenes Secundarios **m³ 504**

Retiro y Transporte de Excedentes

El retiro del material excavado no usado para el drenaje se debe transportar a los botaderos que indique la I.T.O y acepte la Ilustre Municipalidad.

Se debe también tener presente la mantención de los botaderos, es decir depositar el material en forma ordenada de manera de permitir el normal escurrimiento de las aguas lluvias. Se considera a una distancia de 3 [Km].

8.3.3 Retiro y Transporte de Excedentes **m³ 504**

Suministro y Colocación de Tuberías

Las tuberías serán de PVC Sanitario de diámetro 160, 110 y 75 [mm] en tiras de 6 [m], las cuales serán instaladas con su sistema de unión correspondiente, estas tuberías deben ser perforadas para que el agua que drene hacia éstas sea conducida por el dren principal al pozo proyectado.

8.3.4.1 Suministro y Colocación de Tuberías D=160[mm] **ml 414**
8.3.4.2 Suministro y Colocación de Tuberías D=110[mm] **ml 45**
8.3.4.3 Suministro y Colocación de Tuberías D=75[mm] **ml 67**

Relleno de Zanja

Luego de colocada la tubería se debe proceder a rellenar con material seleccionado compactable, libre de desperdicios y materias orgánicas, el espesor y material de relleno de acuerdo a capas drenantes se deben realizar de acuerdo a los detalles que se encuentran en el plano del proyecto para todos los casos de relleno se debe compactar manualmente.

8.3.5.1 Relleno de Arena	m³	11
8.3.5.2 Relleno de Gravilla	m³	45
8.3.5.3 Relleno de Ripio	m³	68
8.3.5.4 Relleno de Bolón	m³	102

Suministro y Colocación de Geotextil

Se consulta la instalación de tela geotextil en la parte superior de las zanjas con drenes. Para la instalación del geotextil se despeja la zona de colocación de todo material sobrante de la excavación que pueda dañar la tela, luego se extiende la tela a lo largo del eje de las zanjas sobre el relleno de arena de ésta, considerando en sus dimensiones los traslapes correspondientes, este traslapo debe ser a lo menos 40 [cm].

Se debe tener cuidado al depositar el material de relleno para no dañar la tela.

8.3.6 Suministro y Colocación de Geotextil	m²	526
---	----------------------	------------

Construcción de Cámara Desarenadora

La cámara desarenadora, que se ha diseñado debe ejecutarse de acuerdo a las especificaciones entregadas en el plano de detalle. La cámara desarenadora tendrá un volumen mínimo de 1 [m³], y se ubica al final dren principal antes del pozo.

Si las cámaras son fabricadas "in situ" los pies derechos se deben ejecutar con hormigón de dosis de cemento 170 [Kg.cem/m³].

La parte interior de las cámaras que no lleve estuco, deben quedar con la superficie lisa, debiéndose usar molde metálico o de madera revestido con metal.

El movimiento de tierras correspondiente a las cámaras, está considerado en el volumen total.

Se contempla en este ítem el transporte de todos los materiales necesarios para su correcta ejecución

Se incluyen en el valor de la cámara las tapas, que serán del tipo calzada, y los escalines que serán de fierro galvanizado de 20 [mm], los cuales se colocan en conformidad con el plano del proyecto. Se usará fierro galvanizado en baño, rechazándose el electrolito.

8.3.7 Construcción de Cámara Desarenadora **un 1**

8.4 CONSTRUCCIÓN DE POZO

Excavación del Pozo

Se consulta en este ítem, las excavaciones concernientes a la construcción del pozo la cual se debe realizar mediante medios mecánicos, usando una retroexcavadora. La profundización debe ser realizada hasta 12 [m] y con un diámetro de 1,50 [m], conforme al cálculo del gasto de la napa que son necesarias para la instalación del sistema de riego proyectado. Estas excavaciones se realizan de acuerdo a los detalles indicados en el plano del proyecto.

La excavación se realiza por medio de una retroexcavadora, la cual a medida que avanza en la profundización, esta debe ir realizando terrazas, para conseguir que el brazo alcance la profundidad de 15 [m].

Al mismo tiempo de realizar la excavación se debe ir agotando la napa, para mejorar las condiciones de trabajo es decir en terreno sin agua, este agotamiento debe ser realizado por medio de motobombas cuyo número depende de la cantidad de agua que aflora de la excavación.

8.4.1 Excavación con Agotamiento del Pozo **m³ 12.50**

Instalación de Cuerpos

En este ítem se consulta el suministro e instalación de cuerpos prefabricados de hormigón cuyas dimensiones son 1,20 [m] de diámetro interior y altura igual a 1 [m], las cuales serán las paredes del pozo. Los 4 primeros cuerpos instalados deben tener perforaciones en todo el contorno, para que el agua de la napa subterránea entre al pozo y no se produzcan presiones en las paredes de estos.

8.4.2 Instalación de Cuerpos **gl 1**

Suministro y Colocación de Filtro de Grava

Alrededor de la estructura del pozo (cuerpos de hormigón) es necesario colocar un material filtrante grueso artificialmente clasificado, la cual debe retener todo el material que de otra forma entraría en el pozo. El material de este filtro debe estar limpio, formado de elementos redondeados, lisos y uniformes. Para asegurar que la envoltura rodeará toda la parte del cuerpo, su espesor será de 10 [cm].

8.4.3 Suministro y Colocación de Filtro de Grava **m³ 1.50**

8.5 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO

Suministro de Bomba

En este ítem, se consulta la instalación de una bomba tipo "Pedrollo" que tiene las siguientes características:

Marca Bomba	:	Pedrollo
Modelo	:	F50/160B
KW	:	5.5
H.P.	:	7.5 H.P.

8.5.1 Suministro Bomba **un 1**

Instalación de Bomba

Para la instalación de la bomba hidráulica en su emplazamiento, deberán tomarse ciertas precauciones importantes:

La instalación debe ser realizada conforme a las especificaciones del fabricante, además debe instalarse sobre una losa de hormigón de 10 (cm) de espesor, con una armadura de doble malla diámetro 10 (mm), esta debe tener una dosis de cemento de 170 [Kg.cem/m³], la ubicación de esta losa será a una altura tal que no comprometa su reubicación de acuerdo a la cota de la napa subterránea que se encuentre en terreno.

La tubería de aspiración debe ser recta, lo más corta posible y codos ("curvas") con un radio de curvatura especificado. Su diámetro es generalmente una o dos veces el orificio de la brida o boca de aspiración de la bomba, realizando el acoplamiento mediante cono excéntrico (semejante a reducción sanitaria), que evite la formación de bolsas de aire; el tramo horizontal de la tubería de aspiración, deberá tener un ligero declive (10:1) hacia el pozo y disponer de una longitud recta, la suficiente para regularizar la corriente líquida, antes de su entrada en el impulsor.

El extremo inferior de la tubería de aspiración deberá, por lo menos, penetrar en la masa líquida de 0,9 a 1,8 [m], para evitar la toma de aire como consecuencia de formación de vórtices o remolinos; si por las características del depósito no fuera posible profundizar lo suficiente, se dispondrán tabiques radiales o en forma de estrella alrededor de la tubería de aspiración.

No se debe instalar la válvula de pie o retención próxima al fondo del pozo, para evitar aspirar lodo o arena. La distancia mínima, desde el fondo del pozo debe ser de 20 [cm]. La arena provocará un desgaste prematuro del impulsor de la bomba. Una correcta posición de la válvula de pie, se logra dividiendo la altura del agua en el pozo (1 metro por ejemplo) en 4 partes e instalando la válvula de pie en la tercera parte (entre 50 y 75 centímetros de profundidad).

El peso de la tubería de succión o aspiración no debe ser soportado por la bomba; debe estar apoyado en algún tipo de soporte.

Instalar la tubería de descarga de la bomba, una válvula de compuerta para regular el caudal y una válvula de retención para evitar el golpe de ariete, fenómeno que se produce cuando la red de tuberías se encuentra varios metros sobre el cabezal de control.

Verificar el correcto sentido de rotación del impulsor el que se logra arrancando y detenido inmediatamente el motor eléctrico. Generalmente va indicado por medio de una flecha en la carcasa de la bomba y en las actuales bombas hidráulicas, el sentido de la rotación es el correcto, independiente de como se realice la conexión eléctrica.

Como la bomba es autocebante, se debe llenar con agua solamente la carcasa o voluta de la bomba, eliminando todas las burbujas de aire.

8.5.2 Instalación Bomba Tipo “Pedrollo”

gl 1

Caseta de Bombas

La caseta de bombas es en general una construcción de estructura liviana, de dimensiones adecuadas para mantener el equipo de bombeo, válvulas, piezas especiales y otros elementos o accesorios. Este recinto debe ser ventilado y mantenido limpio, para evitar que se acumule humedad, polvo, aceite y otros, que pueda deteriorar la maquinaria en un breve plazo.

Esta será de 2x3 (m) en planta donde se instalarán los equipos de impulsión.

Fundación serán del tipo cimentación corrida. El cimiento será de hormigón H20, con un 20% de bolón desplazador. El sobrecimiento se realizará con hormigón H20 y enfierradura 4 Φ 12 con E Φ 6 a cada 20 (cm).

Paramentos: Se consulta albañilería de ladrillo fiscal, con pilares de 15x15 (cm) y cadenas de 15x25 (cm). De hormigón H20 y enfierradura 4 Φ 12 con E Φ 6 a 20 (cm).

Techumbre: SE consultan cerchas de pino cepillado de 1x6”, dispuestas a 90 (cm). Sobre éstas se consultan costaneras de pino bruto de 2x2” dispuestas a 70 (cm) a eje de cumbrera. Para la cubierta se consultan planchas de asbesto cemento onda estandar de la línea pizarreño.

8.5.3 Caseta de Bombas**gl 1****Instalación Eléctrica**

Las instalaciones eléctricas se ejecutarán de acuerdo a las normas y reglamentos de la Superintendencia de Servicios Eléctricos y de Gas.

Además se considerarán las recomendaciones del fabricante de equipos de bombas y de los aparatos y dispositivos eléctricos que deban ser instalados.

Desde la línea eléctrica existente hasta el tablero de comando de fuerza se instala un empalme aéreo tetrafilar con un equipo de medida y protección y un medidor en baja tensión.

Este equipo de medida se conecta al tablero de comando de fuerza mediante una línea de enlace aérea.

Tablero de Comando de Fuerza (T.C.F)

El T.C.F generalmente va montado sobre una caja metálica protectora.

Las condiciones indicadas en el tablero deberán permitir el siguiente esquema:

- La bomba deberá funcionar o parar automáticamente.
- Si el nivel de agua en el pozo de aspiración descende hasta una cierta cota, deberá detenerse la bomba automáticamente.

8.5.4 Instalaciones Eléctricas**gl 1**

8.6 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

Replanteo y Trazado de la Red

Una vez diseñado el plano de planta de la red, es necesario replantear en terreno el trazado.

Las alineaciones se marcan mediante estacas (P.R) existentes en el plano del proyecto.

La profundidad de la zanja se marca refiriéndola a las estacas y no respecto a la superficie del terreno, ya que la tubería en este caso quedaría colocada con altos y bajos.

8.6.1 Replanteo y Trazado de la Red **ml 266**

Excavaciones

Se consultan en este ítem, las excavaciones concernientes a la construcción de zanjas que son necesarias para la instalación de las tuberías de suministro de agua proyectado. Estas excavaciones se deben realizar de acuerdo a los detalles indicados en el plano del proyecto.

El ancho mínimo, medido a nivel del eje de la tubería debe ser 30 [cm] mayor que el diámetro exterior del tubo. El máximo ancho libre de la zanja en la clave del tubo, no debe exceder del ancho del tubo más 60 [cm].

La superficie en el fondo de la zanja debe quedar libre de cualquier protuberancia que pueda ocasionar cargas puntuales en la pared de la tubería y deberá proporcionar un soporte firme, estable y uniforme para ésta.

Cuando la excavación se ejecute con máquinas, esta deberá detenerse a 0,20 [m] por sobre la cota de la excavación indicada, continuándose en forma manual hasta llegar al sello. El nivel de sello de la excavación será autorizado por el inspector jefe. En el caso de producirse sobreexcavaciones, éstas deberán rellenarse según se indica posteriormente en el ítem relleno de zanjas.

8.6.2 Excavaciones **m³ 150**

Retiro y Transporte de Excedentes

El retiro del material excavado se transportará a los botaderos que indique la I.T.O y acepte la Ilustre Municipalidad.

Se deberá también tener presente la mantención de los botaderos, es decir depositar el material en forma ordenada de manera de permitir el normal escurrimiento de las aguas lluvias.

El excedente se ha estimado en un 20% del volumen excavado, más el 110% del volumen desplazado por las instalaciones. Se considera una distancia máxima de 3 [Km]

8.6.3 Retiro y Transporte de Excedentes m³ 33

Cama de Apoyo

Previo a la colocación de las cañerías se coloca una capa de arena apisonada de 0,1 [m] de espesor sobre el fondo de la excavación a objeto de asegurar un contacto continuo del tubo

en toda su longitud, cuidando de no dañar a éste durante su compactación.

En la zona de unión se debe dejar un nicho para evitar el tubo quede apoyado en los extremos.

8.6.4 Suministro y Colocación Cama de Apoyo m² 414

Suministro y Colocación de Tuberías

Las tuberías matrices y submatrices serán de PVC Hidráulico C-20 de diámetro 110 y 75 en tiras de 6 [m], las cuales serán instaladas con su sistema de unión correspondiente.

Las tuberías laterales serán de polietileno diámetro 50 (mm), las cuales serán instaladas de acuerdo a su sistema de unión correspondiente.

ITEM	DESIGNACIÓN	UNID.	CANT.
8.6.5.1	Suministro y Colocación de Tuberías PVC D=75[mm]	ml	350
8.6.5.2	Suministro y Colocación de Tub. Polietileno D=50[mm]	ml	136

Relleno de Zanja

Luego de colocada la tubería se debe proceder a rellenar con material seleccionado compactable, libre de desperdicios y materias orgánicas, provenientes de la misma excavación, o en su defecto de algún empréstito cercano. Este relleno será de 30

[cm] de espesor, el cual se debe regar y compactar manualmente.

Después de colocado el relleno hasta 30 [cm], sobre la tubería se puede rellenar con material proveniente de la excavación y compactar mecánicamente. En cualquier caso los rellenos deberán quedar al nivel que tenía el terreno antes de abrir la zanja, salvo indicación de la inspección para su modificación.

8.6.6	Relleno de Zanja	m ³	67
-------	------------------	----------------	----

RELLENO GENERAL

Luego de realizar todas las obras correspondientes a las partidas anteriores, se deberá realizar un relleno sobre toda la superficie de la cancha, debido a que el estudio de mecánica de suelos nos indica que el suelo existente en el lugar corresponde a una arcilla inorgánica según USCS y a una clasificación de A – 4 según AASHTO, la cual por las características propias de todas las arcillas presenta una capacidad de infiltración pobre e impermeable.

Este relleno será realizado con una capa de arena, la cual debe tener un tamaño adecuado si es demasiado fina impide el drenaje y retiene demasiada agua; si es muy gruesa, fácilmente queda seca y si se pierde la cubierta vegetal es muy inestable.

Para el fútbol se consigue una construcción óptima empleando el tipo de arena conocida como medio fina y fina, tipologías ambas que proporcionan una buena infiltración de agua, así como una excelente retención de la humedad lo que

deriva en una buena tracción y potencial de agarre para el jugador.

Sin embargo, las construcciones con arena tienen la ventaja del buen drenaje, de la buena aireación de la zona de enraíce y ahorran la laboriosa operación de mezclar arena-suelo que se considera como el mejor medio de cultivo.

8.6.7 Relleno General

m3 1267

Suministro e Instalación de Aspersores

En este ítem se consultan aspersores marca SIME con las siguientes características:

Aspersor Marca	:	SIME
Tipo	:	Ibis
Diámetro Boquilla	:	10 mm.
Presión del Aspersor	:	1,5 Bar
Consumo de Agua	:	5,70 [m ³ /hora]
Alcance del Chorro	:	16.00 [m]
Distancia entre Aspersores	:	23.00 [m]

La instalación de los aspersores, se debe realizar una vez que se tiene colocado el resto del sistema. Se debe tomar la precaución de efectuar un lavado enérgico del interior de las tuberías de la red, dejando simplemente correr el agua antes de instalar los aspersores, con el objeto de eliminar los residuos que se pudieran haber producido durante la instalación de la red, evitando de esta manera obstruir las boquillas de aquellos. No debe emplearse aceites ni grasas entre los aspersores para evitar consecuencias negativas.

Este tipo de aspersores van montados directamente sobre las tuberías laterales, desmontables.

Las uniones son en general acoples rápidos, de manera de montar y desmontar rápidamente éstos, en el caso de desplazamiento.

Las casa fabricantes generalmente entregan un cierto número de acoples que permiten empalmar y desempalmar los aspersores sin tener que parar la llegada del agua a la bomba o a la tubería. Estos acoples son válvulas que generalmente están cerrados por la presión del agua, que en el momento que está realizada la instalación del aspersor, se abre la válvula para que el agua pase y empiece a trabajar el aspersor.

8.6.8 Suministro e Instalación de Aspersores **N° 5**

Colocación de Arcos

Antes de sembrar el pasto se debe realizar la construcción de dados de hormigón de 0,60x0,60x0,60 [m], a la distancia reglamentaria. En estos dados se deben dejar anclajes para luego colocar los arcos, los cuales serán con tubos de acero e = 6 (mm), de diámetro igual a 120 [mm] ó lo más cercano a esta medida. Además se deberán dejar en los tubos ganchos para la sujeción de la malla.

8.7 Colocación de Arcos **un 2**

8.8 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DEL PASTO

Luego de realizar la construcción de todas las etapas anteriormente señaladas, se deberá colocar el pasto de acuerdo a los siguientes procesos:

Capa de Tierra Vegetal

Se deberá colocar una capa de tierra vegetal de 10 [cm] de espesor para crear un suelo apto para el crecimiento de las semillas.

8.8.1 Capa de Tierra Vegetal **m² 6336**

Arado y Rastra de Discos

Se deberá pasar arado y rastra de discos para eliminar terrones mayores a 1,5 [cm].

8.8.2 Arado y Rastra de Discos **m² 6336**

Compactación

Se deberá realizar una compactación y micronivelación, cuidando siempre que se cumplan las pendientes superficiales del diseño adoptado en el proyecto.

Para determinar las imperfecciones se procede a pasar un rodillo liviano de 350 [Kg].

8.8.3 Compactación **m² 6336**

Colocación de Semillas de Pasto

Se distribuirá la cantidad de semillas preparadas para la siembra (1 Kg. rinde aproximadamente 25 m²) la cual se sembrará a voleo en una dirección, luego se sembrará la otra mitad de semillas también a voleo pero en sentido perpendicular al anterior, esto se debe realizar para que haya una mejor distribución de la siembra.

Además se deberá realizar una aportación superficial de tierra vegetal para cubrir la semilla y para evitar el encostre y facilitar la germinación.

8.8.4 Colocación de Semillas de Pasto **m² 6336**

Riego

Luego se deberá regar en forma de lluvia fina, esta se realizará cuidando de que no se encharque el suelo, ni que entre riego y riego no se seque la capa superficial de la tierra, regando cuantas veces sea necesario periódicamente, hasta la germinación de las semillas, entre 1 y 2 semanas.

Una vez germinada la semilla se deberá reducir el riego aproximadamente a la mitad, sin dejar la superficie seca, y después del primer corte se regará solamente cuando sea necesario, conforme a un programa.

8.8.5 Riego **gl 1**

Corte del Pasto

El primer corte se deberá efectuar cuando el pasto haya alcanzado una altura de 10 [cm], dejándolo de 5 [cm].

Si aparece alguna calva o zona pobre, se resembrará rascando el suelo, removiendo el terreno e incorporando semillas sobre la zona afectada, cubriéndola y apisonándola como anteriormente se señaló.

Después del segundo corte el pasto se debe dejar a una altura de 2 a 3 [cm], se recomienda que después de cada corte se pase un rodillo liviano para afirmar los tallos y eliminar los posibles desniveles.

Se recomienda que el pasto que es cortado se retire de la cancha, ya que la acumulación de éstos puede producir una baja en el escurrimiento de las aguas de riego o lluvia dependiendo del caso, y también puede quemar el pasto existente.

8.8.6 Corte del Pasto

gl 1

8.9 Construcción de Camarines

Los servicios de aseo y duchas deben existir hasta en las más pequeñas instalaciones deportivas. Los suelos y paredes deben ir cubiertos por azulejos y baldosas respectivamente. No son aconsejables en estos locales, los emparrillados de listones, ya que la madera nunca llega a secarse en ellos, debido a que en éstos existe una gran humedad. Los interruptores eléctricos y los puntos de luz deben ser impermeables. Hay que prever las necesidades en huecos y ganchos para depositar las toallas y demás utensilios de aseo. Es necesaria una ventilación suficiente, lo cual se

puede lograr por medio de ventanas opuestas que faciliten la corriente y garantice así una ventilación rápida y a fondo. La luz diurna no puede entrar en cantidad suficiente, por lo que hay que prever ventanas con gran tamaño, pero estas deberán tener cristales opacos que eviten la visibilidad hacia el interior.

Para lavarse pueden emplearse duchas redondas o angulares, de metal o loza blanca, generalmente se utiliza las primeras. Las duchas individuales pueden cubrirse con cortinas impermeables o por medio de paredes, esta última tendría un

mayor costo que las primeras. Existen también las duchas comunes ó también llamada baterías de duchas.

DIMENSIONAMIENTO

El dimensionamiento estará dado por las condiciones que estipula el mandante del proyecto así como también de las dimensiones de los artefactos a utilizar. Por lo tanto esto variará según el proyecto pertinente.

Se presenta un presupuesto estimativo de obras concernientes a este ítem en forma global. Según el plano respectivo que se adjunta en esta memoria.

8.9 Construcción de Camarines

gl 1

CAPÍTULO IX

9.1 Análisis de Precios Unitarios por Partidas

Partida: **Excavación a Máquina**

Unidad: **m3**

Equipo	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Retoexcavadora	hora	0,035	9600	336
2 Jornales	hora	0,15	12400	1860
Desgaste de Herramientas	%	10	1860	186
Leyes Sociales	%	60	1860	1116
Costo de Equipos \$				3498
Total Item \$				3498

Partida: **Trazados y Niveles (para Usos)**

Unidad: **ml**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Cal	saco	0,05	2500	125
Clavos	kg.	0,08	340	27
Pino 1" x 5"	un.	0,3	974	292
Cuartón de 4" x 4"	un.	0,17	1600	272
Costo de Materiales \$				716

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Jornalero	h.día	0,0071	6200	44
Topógrafo	h.día	0,0071	12000	85
Leyes Sociales	%	60	129	78
Costo de Mano de Obra \$				207
Total Item \$				923

Para un uso el valor es \$ 462

Partida: **Excavación Dren Principal y Drenes Secundarios**

Unidad: **m3**

Equipo	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Retoexcavadora	Hora	0,071	9600	681,6
2 Jornalero	H.día	0,06	6200	372
Desgaste de Herramientas	%	10	372	37
Leyes Sociales	%	60	372	223
Costo de Equipos \$				1314
Total Item \$				2552

Partida: **Retiro y Transporte de Excedentes**

Unidad: **m3**

Equipo	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Camión Tolva 12 m3	hora	0,041	10000	410
Esponjamiento	%	30	410	123
Costo de Equipos \$				533
Total Item \$				533

Partida: **Suministro y Colocación Tuberías D=160 (mm)**

Unidad: **ml**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
PVC Sanitario 6 (m)	ml	0,16	25690	4110
Vinilit 250 grs.	un.	0,05	1130	57
Lija Esmeril 9*11 N° 80	un.	0,05	200	10
Costo de Materiales \$				4177

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Jornalero	h.día	0,03	6200	186
Maestro Alcantarillero	h.día	0,04	12000	480
Leyes Sociales	%	60	666	400
Costo de Equipos \$				1066
Total Item \$				5243

Partida: **Suministro y Colocación Tuberías D=110 (mm)**

Unidad: **ml**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
PVC Sanitario 6 (m)	ml	0,16	9690	1550
Vinilit 250 grs.	un.	0,04	1130	45
Lija Esmeril 9*11 N° 80	un.	0,04	200	8
Costo de Materiales \$				1604

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Jornalero	h.día	0,03	6200	186
Maestro Alcantarillero	h.día	0,035	12000	420
Leyes Sociales	%	60	606	364
Costo Mano de Obra \$				970
Total Item \$				2573

Partida: **Suministro y Colocación Tuberías D=75 (mm)**

Unidad: **ml**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
PVC Sanitario 6 (m)	ml	0,16666	4690	782
Vinilit 250 grs.	un.	0,03	1130	34
Lija Esmeril 9*11 N° 80	un.	0,03	200	6
Costo de Materiales \$				822
Mano de Obra	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Jornalero	h.día	0,025	6200	155
Maestro Gasfiter	h.día	0,03	12000	360
Leyes Sociales	%	60	515	309
Costo Mano de Obra \$				824
Total Item \$				1646

Partida: **Relleno de Zanja Arena**

Unidad: **m3**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Arena	m3	1	6800	6800
Costo de Materiales \$				6800
Mano de Obra	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Jornales	H.día	0,043	6200	267
Desgaste de Herramientas	%	10	267	27
Leyes Sociales	%	60	267	160
Costo Mano de Obra \$				453
Total Item \$				7253

Partida: **Relleno de Zanja Gravilla**

Unidad: **m3**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Gravilla	m3	1	4800	4800
Costo de Materiales \$				4800
Mano de Obra	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Jornales	H.día	0,043	6200	267
Desgaste de Herramientas	%	10	267	27
Leyes Sociales	%	60	267	160
Costo Mano de Obra \$				453
Total Item \$				5253

Partida: **Relleno de Zanja Ripio**

Unidad: **m3**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Ripio	m3	1	3700	3700
Costo de Materiales \$				3700

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Jornales	H.día	0,043	6200	267
Desgaste de Herramientas	%	10	267	27
Leyes Sociales	%	60	267	160
Costo de Equipos \$				453
Total Item \$				4153

Partida: **Relleno de Zanja Bolón**

Unidad: **m3**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Bolón	m3	1	4500	4500
Costo de Materiales \$				4500

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Jornales	H.día	0,33	6200	2046
Desgaste de Herramientas	%	10	2046	205
Leyes Sociales	%	60	2046	1228
Costo Mano de Obra \$				3478
Total Item \$				7978

Partida: **Construcción Cámara Desarenadora**

Unidad: **gl**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Cuerpo Cámara 1,20 x 1,00 (m)	un	2	60000	120000
Cono Cámara 1,20 x 0,60 (m)	un	1	37000	37000
Módulo Cámara 0,60 x 0,60	un	1	6600	6600
Módulo Cámara 0,60 x 0,30	un	1	3600	3600
Ripio	m3	0,2	4000	800
Arena	m3	0,15	6760	1014
Tapa Cámara	un	1	27300	27300
Escalines	un	7	1300	9100
Cemento Polpaico	saco	2,04	2950	6018
Costo de Materiales \$				211432

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Maestro Alcantarillero	dia	2	14000	28000
Ayudante	día	2	7200	14400
Leyes Sociales	%	60	42400	25440
Costo Mano de Obra \$				67840
Costo del Item \$				279272

Partida: **Relleno General**

Unidad: **m3**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Arena	m3	1	6760	6760
Costo de Materiales \$				6760

Equipos	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Retroexcavadora	h.d	0,016	9600	154
Costo de Equipos \$				154

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Jornalero	día	0,043	6200	267
Leyes Sociales	%	60	267	160
Costo Mano de Obra \$				427
Total Item \$				7340

Partida: **Excavación con Agotamiento**

Unidad: **m3**

Equipos	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Bomba 4"	día	0,025	10000	250
Retroexcavadora	h.d	0,25	9600	2400
Costo de Materiales \$				2400

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Capataz	día	0,05	16000	800
Jornalero	día	0,1	8000	800
Leyes Sociales	%	60	1600	960
Costo Mano de Obra \$				2560
Total Item \$				4960

Partida: **Instalación de Cuerpos**

Unidad: **gl**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Cuerpo Cámara 1,20 x 1,00 (m)	Un	12	60000	720000
Ripio	m3	1	4000	4000
Arena	m3	0,75	6760	5070
Escalines	un	16	1300	20800
Cemento Polpaico	saco	10,2	2950	30090
Costo de Materiales \$				779960

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Capataz	día	6	14000	84000
Maestro Alcantarillero	día	6	40000	240000
Ayudante	día	6	30000	180000
Leyes Sociales	%	60	420000	252000
Costo Mano de Obra \$				756000
Costo del Item \$				1535960

Partida: **Filtro de Grava**

Unidad: **m3**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Grava Seleccionada	m3	1	10000	9650
Costo de Materiales \$				9650

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Jornales	H.día	0,043	6200	267
Desgaste de Herramientas	%	10	267	27
Leyes Sociales	%	60	267	160
Costo Mano de Obra \$				453
Total Item \$				10103

Partida: **Caseta de Control**

Unidad: **gl**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Trazado y Niveles	ml	10	923	9230
Excavaciones	m3	1,6	2552	4083,2
Relleno Compactado	m3	1,6	2350	3760
Bolón	m3	0,32	8498	2719,36
Hormigón H-20	m3	2,24	69765	156273,6
Armadura	kg.	25	889	22225
Albañilería de Ladrillos	m2	12	11866	142392
Moldajes	m2	10	6000	60000
Techumbre	m2	12	11000	132000
Puertas y Ventanas	gl	1	90000	90000
Costo Item \$				622683

Partida: **Cama de Arena**

Unidad: **m3**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Arena	m3	1	6760	6760
Costo de Materiales \$				6760
Mano de Obra	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Jornales	H.día	0,043	6200	267
Desgaste de Herramientas	%	10	267	27
Leyes Sociales	%	60	267	160
Costo Mano de Obra \$				453
Total Item \$				7213

Partida: **Suministro y Colocación Tuberías D=75 (mm)**

Unidad: **ml**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
PVC Hidráulico	ml	0,16666	10962	1827
Vinilit 250 grs.	un.	0,03	1130	34
Lija Esmeril 9*11 N° 80	un.	0,03	200	6
Costo de Materiales \$				1867

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Jornalero	H.día	0,025	6200	155
Maestro Gasfiter	h.día	0,03	12000	360
Leyes Sociales	%	60	515	309
Costo Mano de Obra \$				824
Total Item \$				2691

Partida: **Suministro Tuberías Polietileno D=50 (mm)**

Unidad: **ml**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Polietileno 50 (mm)	ml	1	550	550
Costo de Materiales \$				550

Partida: **Suministro y Colocación de Tierra Vegetal**

Unidad: **m2**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Tierra Vegetal e = 10 (cm)	m2	0,1	7600	760
Costo de Materiales \$				760

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Jornalero	H.día	0,01	6200	62
Maestro Jardinero	H.día	0,01	10000	100
Leyes Sociales	%	60	162	97
Costo Mano de Obra \$				259
Total Item \$				1019

Partida: **Suministro y Colocación de Césped Strong Grass**

Unidad: **m2**

Materiales	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Césped Strong Grass	m2	0,05	3450	173
Costo de Materiales \$				173

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Jornalero	h.día	0,01	6200	62
Maestro Jardinero	h.día	0,01	10000	100
Leyes Sociales	%	60	162	97
Costo Mano de Obra \$				259
Total Item \$				432

ANTEPROYECTO
CANCHA DE FUTBOL EMPASTADA
VALLE ALEGRE
COMUNA DE QUINTERO

PRESUPUESTO

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. PESOS	TOTAL PESOS
8.	PROCESOS CONSTRUCTIVOS				
8.1	INSTALACIÓN DE FAENAS				
8.1	Bodegas, of., garantías, etc.	GL	1	400000	400.000
SUB-TOTAL I UF :					400.000
	OBRAS DE CONSTRUCCIÓN				
8.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
8.2.2	Excavación General	M3	1.900	3498	6.646.200
8.3	INSTALACIÓN SISTEMA DE DRENAJE				
8.3.1	Replanteo y Trazado de la Red	ML	526	462	243.012
8.3.2	Excavación Dren Principal y Dren Secundario	M3	504	2552	1.286.208
8.3.3	Retiro y Transporte de Excedentes	M3	504	533	268.632
8.3.4	Suministro y Colocación de Tuberías				
8.3.4.1	PVC Sanitario Diámetro 160[mm]	ML	67	5243	348.660
8.3.4.2	PVC Sanitario Diámetro 110[mm]	ML	45	2573	115.785
8.3.4.3	PVC Sanitario Diámetro 75[mm]	ML	414	1646	681.444
8.3.5	Rellenos de Zanjas				
8.3.5.1	Arena	M3	11	7253	82.394
8.3.5.2	Gravilla	M3	45	5253	236.385
8.3.5.3	Ripio	M3	68	4153	282.404
8.3.5.4	Bolón	M3	102	7978	813.756
8.3.6	Suministro y Colocación de Geotextil	M2	526	1584	833.184
8.3.7	Construcción Cámara Desarenadora	Nº	1	244612	244.612
8.3.8	Relleno General	M3	1267	7340	9.299.780
8.4	CONSTRUCCIÓN DE POZO				
8.4.1	Excavación	M3	27	4960	133.920
8.4.2	Retiro y Transporte de Excedentes	M3	27	533	14.391
8.4.3	Instalación de Cuerpos	GL	1	2039960	2.039.960
8.4.4	Suministro y Colocación de Filtro de Grava	M3	2	10103	15.155
8.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMA BOMBEO				
8.5.1	Suministro de Bomba	Nº	1	460960	460.960
8.5.2	Instalación de Bomba	GL	1	300000	300.000
8.5.3	Caseta de Bombas	GL	1	622683	622.683
8.5.4	Instalaciones Eléctricas	GL	1	400000	400.000
8.6	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO				
8.6.1	Replanteo y Trazado de la Red	ML	266	462	122.892
8.6.2	Excavaciones en Zanja	M3	150	2552	382.800
8.6.3	Retiro y Transporte de Excedentes	M3	33	533	17.589
8.6.4	Suministro y Colocación Cama de Apoyo	M3	16	3850	61.600
8.6.5	Suministro y Colocación de Tuberías				
8.6.5.1	PVC Hidráulico Diámetro 75[mm]	ML	350	2691	941.850
8.6.5.2	Polietileno Diámetro 50 [mm]	ML	136	480	65.280
8.6.6	Relleno de Zanjas	M3	188	1680	315.840
8.6.7	Suministro e Instalación de Aspersores	Nº	5	169900	849.500
8.7	COLOCACIÓN DE ARCOS	Nº	2	154490	308.980
SUB-TOTAL II PESOS :					28.435.855
TOTAL PESOS :					28.835.855

Valparaíso, Agosto del 2002

**ANTEPROYECTO
CANCHA DE FUTBOL EMPASTADA
VILLA ALEGRE
COMUNA DE QUINTERO**

PRESUPUESTO

ITEM	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. PESOS	TOTAL PESOS
	CONTINUACIÓN DE OBRAS				
8.8	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PASTO				
8.8.1	Capa de Tierra vegetal	M3	634	3078	1.951.452
8.8.2	Arado y Rastra de Discos	GL	1	60000	60.000
8.8.3	Compactación	GL	1	80000	80.000
8.8.4	Suministro y Colocación de Semillas de Pasto	M2	6.336	432	2.737.152
8.8.5	Riego	GL	1	20000	20.000
8.8.6	Primer Corte de Pasto	GL	1	80000	80.000
8.9	CONSTRUCCIÓN DE CAMARINES	GL	1	13710306	13.710.306
SUB-TOTAL III PESOS :					18.638.910
TOTAL PESOS :					47.474.765

Valparaíso, Agosto del 2002

CAPITULO X

OBRAS DE MANTENCION

10.1 Mantenimiento del Sistema de Riego

El funcionamiento de las bombas centrífugas es muy seguro y silencioso, para ello, es necesario que la fundación esté realizada de manera que evite vibraciones que originen desplazamientos de bombas de motor, con las consiguientes perturbaciones por falta de alineación.

Si la bomba va provista de impulsores radiales, que son los utilizados en las bombas centrífugas y periféricas o de presión; para su puesta en servicio se procederá de la forma siguiente:

* Mantener cerrada la válvula reguladora del caudal instalada en la tubería de descarga o impulsión, puesto que a caudal o presión cero es mínima la potencia absorbida, consiguiendo con ello no sobrecargar el motor. Con la bomba en funcionamiento y alcanzada la velocidad de régimen y, por lo tanto, la presión máxima, abrirá lentamente la válvula reguladora hasta establecer la corriente normal de servicio; con ello evitaremos sobrecargas repentinas del motor.

* Para retirar de servicio de una bomba, se procederá en sentido contrario, es decir, se cerrará paulatinamente la válvula reguladora hasta interrumpir completamente la circulación del fluido, desconectando a continuación el motor.

En el mantenimiento de bombas centrífugas, se debe considerar las siguientes indicaciones:

a) Observar si se produce fuga de agua a través de las empaquetaduras y/o retenes de eje del impulsor y también en las empaquetaduras de la carcasa. El agua actúa como líquido refrigerante de la empaquetadura del eje, evitando su desgaste. Una fuga excesiva implica desgaste y deberá repararse. Es frecuente que al existir una fuga de agua, especialmente en la empaquetadura de la carcasa, se produzca una aspiración de aire hacia ella, lo cual impide la impulsión del agua.

b) Periódicamente deberá revisarse el impulsor, ya que un desgaste excesivo produce una disminución del caudal útil y rendimiento. La rapidez con que este desgaste aumente, dependerá de la calidad del agua bombeada; así aguas con mucha arena en suspensión gastarán rápidamente el impulsor y será conveniente cambiarlo.

c) La bomba en general, deberá desmontarse periódicamente para proceder a la limpieza y revisión de todas las partes móviles que pueden sufrir desgastes y reponerlas en caso necesario.

Tablero eléctrico

El tablero eléctrico debe mantenerse aislado, aireado y en ambiente seco. Sus terminales deben estar apretados y los cables eléctricos en canalización plástica o metálica; sin roturas. Ante cortes de suministro o caídas de voltaje se recomienda, cortar la energía en el interruptor general, el que deberá ser repuesto cuando se haya solucionado la falla en las líneas eléctricas.

Válvulas

Las válvulas incluidas en el sistema de riego, cualquiera sea su condición (hidráulica, mecánica, de retención o de aire), deben ser removidas de su emplazamiento en la red, a lo menos dos veces por temporada de riego y sometidas a lavado exterior, revisión de sus conexiones eléctricas, si procede desarmarla y lavarla y cepillarla interiormente con agua limpia.

Al armar la válvula, deberán reponerse las empaquetaduras que se hayan deteriorado o que presenten signos de deterioro. En el proceso de armado, deberá tenerse la precaución de seguir la secuencia inversa al desarme y mantener las piezas internas en su posición original.

Durante la operación de las válvulas mecánicas, la apertura y cierre deberá efectuarse lentamente cuando el equipo esté en operación, con el objeto de evitar cambios bruscos en la velocidad del agua dentro de las tuberías generen al golpe de ariete

Tuberías matrices, Submatrices y Laterales

Estas tuberías por su constitución y posición, requieren de un bajo nivel de mantenimiento.

La abertura diaria de las válvulas de drenaje, situadas en los extremos, mantiene la tubería limpia.

Laterales

* Limpieza: en todos los casos mencionados, cada línea termina con un cierre o pliegue, colocado ahí para drenar la tubería. La operación de drenaje debe ser efectuada con frecuencia de cuatro días (en equipos que utilizan aguas con mucha carga de partículas en suspensión, esta operación debe ser diaria), abriendo el cierre o pliegue, evacuando las partículas físicas suspendidas en el agua.

* Disposición de laterales: estas líneas deben estar tendidas rectas, sin cargas, ni dobleces.

* Filtraciones: dado que cada lateral desde un arranque en la tubería submatriz o de distribución, la hermeticidad de estos arranques evita filtraciones y asegura que el equipo entregue la cantidad de agua de diseño.

- Obstrucciones: las obstrucciones que se producen en las tuberías y emisores pueden ser de origen físico, por partículas de suelo en suspensión que ingresan a la red de riego, de origen químico, por depósitos de sales contenidos en el agua, o de origen biológico u orgánico, por acumulación de materias orgánicas en la red de riego.

La obturación por formación de depósitos de sales en tuberías y emisores ocurre frecuentemente en Chile, desde la sexta región al norte, debido a la carga de sales en el agua, la que es variable. Como medida preventiva, se recomienda aplicar soluciones ácidas con intervalos y dosis que dependen de la carga de sales en el agua. Se puede usar ácido clorhídrico en solución, sulfúrico o fosfórico; o soluciones de hipoclorito de sodio.

Todos ellos, unos más que otros, son de manipulación riesgosa, por lo tanto es necesario usar protectores de ojos, manos y traje del operador; además de las dosis establecidas por el fabricante.

El uso de hipoclorito de sodio produce una reacción alcalina con el agua. Si el agua de riego ya es alcalina, deberá usarse un ácido para reducir el pH.

La aplicación de ácido sulfúrico o ácido clorhídrico técnico, al 2% o 3% del caudal impulsado en la red, produce un adecuado control de los elementos orgánicos, habitualmente presentes en las redes de riego (algas y légamo bacterial) y previene los depósitos de sales.

Partículas de suelo en suspensión en el agua, arcilla y limo. La implementación de légamo bacterial en las paredes internas de las tuberías y de los emisores, produce una superficie rugosa en el cual se depositan estas partículas disminuyendo el diámetro interno en algunos casos y obstruyendo otros.

- Recuperación de emisores obturados: los emisores obturados y que han sido extraídos de la red, pueden recuperarse sumergiéndoles en una solución de agua con ácido, durante 24 horas, y luego sometidos a lavado con agua limpia. La concentración de ácido en tal caso, deberá ser ligeramente mayor de la propuesta para lavado de la red (4%).
- Lavado de laterales y emisores: es deseable una vez terminada la aplicación de soluciones ácidas, lavar la línea con una presión mayor de la que se opera habitualmente el equipo. Para producir este efecto, se deberá reducir el número de sectores en cada estación de riego, de manera que el máximo de caudal pase por la menor cantidad de emisores posibles. Este lavado debe ir asociado al drenaje de las líneas.

En lo que concierne a las obstrucciones por depósitos calcáreos en válvulas, se aplican los mismos criterios en obturaciones y lavado de emisores.

Fertirrigación

En caso de fertilización a través del sistema de riego presurizado, es necesario observar los siguientes principios:

- Los fertilizantes deben ser totalmente solubles, no deben usarse fertilizantes que tengan ingredientes insolubles.
- Fertilizantes con reacciones básicas no deben ser usados; sólo aquellas soluciones neutras o ácidas.
- Evitar usar fertilizantes que contengan calcio o magnesio.
- Evitar usar fertilizantes con polifosfatos.
- Evitar usar microelementos en estado iónico (ej.: Fósforo o Potasio aplicados individualmente o que no formen parte de una mezcla de fertilizante).
- La concentración de fertilizantes inyectados al sistema no debe ser mayor que 1:500.
- Si se usan fertilizantes sólidos, la cantidad a usar expresada en kilos o litros deberá ser 1.5 veces mayor que en el caso de utilizar fertilizantes líquidos.

En la aplicación de fertilizantes con sistema de riego presurizado se consideran tres períodos:

- Se inicia el riego presurizado con agua limpia para lograr un equilibrio funcional antes de cambiar el sistema a fertirrigación, de tal forma que el suelo y follaje hayan quedado mojados a fondo. El sistema de riego debe estar operando a presión normal durante un tercio del tiempo de riego (10 minutos si el tiempo de riego es de 30 minutos).
- Una vez que haya transcurrido el primer tercio del tiempo de riego, se abren las válvulas para admitir la solución fertilizante concentrada en la tubería principal. Utilizando una regulación adecuada del caudal del concentrado, al menos durante el intervalo mínimo de tiempo (10 minutos del segundo tercio), se asegura que la cantidad de fertilizante no será excesiva.

- Inmediatamente después de aplicada la totalidad del fertilizante, se procede a lavar con agua limpia todo vestigio de fertilizante en el sistema de riego (último tercio de 10 minutos).

Etapas a Realizar al Inicio de la Temporada de Riego

Al comienzo de la temporada de riego es necesario hacer una total revisión del equipo:

- Hacer la revisión una o dos semanas antes de comenzar el riego.
- Revisar la bomba hidráulica y colocarla en funcionamiento.
- Revisar la instalación eléctrica del sistema.
- Revisar las válvulas y sistemas de comando.
- Revisar que los reguladores de presión estén funcionando correctamente; esto se hace comparando el movimiento del resorte de regulación con un dedo, bajo presión de agua.
- Es importante el lavado de las tuberías partiendo desde la de mayor diámetro hacia abajo. El lavado se debe hacer una máxima presión. Las líneas de emisores deben revisarse y deben abrirse en el extremo final para su limpieza, lavándose en grupos de 20. Además, deben soltarse y despejarse si están semi-enterradas.
- Si un aspersor está obturado, debe ser reemplazado.
- Cuando se ha lavado y revisado todo el sistema, se verifica que las presiones y el funcionamiento estén de acuerdo con el plan original de riego.

Al término de la temporada de riego, nuevamente se revisan y lavan todos los elementos del sistema; se guardan las bombas y se liberan las líneas de goteo de raíces o tierra que la pueden estar obstaculizando. En general se trata de dejar el sistema en las mejores condiciones para la próxima temporada.

10.2 Mantención de la Cancha

10.2.1 Riego

La frecuencia de riego varía de un lugar a otro y debe determinarse de acuerdo a la apariencia del césped. La necesidad de agua puede identificarse cuando el césped se torna de un color verde azulado y cuando las pisadas permanecen marcadas en él, ya que la falta de agua hace que a la hoja le cueste

recuperar su posición original. A medida que la sequía del césped aumenta, este se marchita y su color se torna verde grisáceo. Una vez que el pasto está marchito debe regarse de inmediato y se recuperará considerablemente rápido.

Si se llega a un cuadro de sequía severa, la planta deja de crecer y las hojas se tornan marrones y mueren.

Los riegos se aplican en un solo riego o en dos riegos iguales con 2 ó 3 días de espacio entre sí. Después del riego, la tierra debe estar húmeda hasta 15 centímetros de profundidad. Es recomendable humedecer a fondo toda la zona de las raíces.

Se recomienda aplicar los riegos por la noche o a primera hora de la mañana. A esta hora el viento no interfiere en el riego y no hay prácticamente evaporación de agua. Una de las complicaciones que ocasiona el riego en horas de la tarde, es la creciente incidencia de enfermedades. Este inconveniente puede reducirse regando únicamente cuando el césped lo necesita y regando esporádica pero profundamente. Regar durante el medio día no es efectivo ya que gran cantidad de agua se evapora siendo por consiguiente muy difícil humedecer la tierra adecuadamente.

10.2.2 CORTE DEL PASTO

Es una labor importante a realizar en un césped y con su ejecución se consigue un césped vigoroso de calidad superior, con un aspecto más uniforme.

La siega influye sobre el desarrollo del sistema radicular, densidad de la cubierta vegetal, homogeneidad y ausencia de malas hierbas.

De esta forma se evita un desarrollo foliar excesivo, se disminuye la pérdida de fertilizantes y se reduce la amenaza de malas hierbas, lombrices y gramíneas gruesas. En la práctica de la siega conviene alterar el sentido y la dirección del corte, para evitar el encamado de la hierba.

La altura de siega de los diferentes céspedes se sitúa entre 3 [mm] y 10 [cm], según la especie y la finalidad para la que se han sembrado. Las siegas muy bajas pueden provocar la parada vegetativa de la planta y una reducción del sistema radicular.

10.2.3 Escarificado

El escarificado, poda vertical o verticut, es una operación superficial de mantenimiento que produce el corte y disgregación de las raíces superficiales, así como la aireación y mejora de la actividad biológica en la capa superficial del suelo, donde se encuentran los restos vegetales en descomposición. Los beneficios del escarificado son:

- Entresaca el fieltro o la acumulación en la base del césped de restos vegetales. Con ello se impide una compactación del suelo y facilita la circulación de aire y agua a través del perfil del suelo.
- Mejora de la permeabilidad del césped y el acceso de los abonos al sistema radicular de las plantas.
- Estimula el ahijamiento de las plantas y el rejuvenecimiento de la pradera.

Este tratamiento suele efectuarse a en primavera y en otoño, cuando la planta está en fase de crecimiento, evitando épocas de elevadas temperaturas o de excesiva humedad en el suelo. El escarificado se realiza con la ayuda de un escarificador o verticut, que está provisto de unas cuchillas o discos giratorios, situados sobre un eje horizontal. Para pequeñas superficies es común el empleo de un rastrillo o herramienta similar ejerciendo una gran presión hacia abajo.

10.2.4 Aireación

Los pastos son iguales que otras plantas, por lo tanto, necesitan: sol, alimento, agua y aire. En el pasto el suelo se torna gradualmente más compacto tanto a causa del constante corte, como por el continuo tráfico. Se unen las partículas del suelo eliminando el aire, y con él el oxígeno, con lo cual las raíces no respiran. Y si además contamos con un suelo pesado, se hace aún más impermeable al paso del agua y los encharcamientos pudren las raíces. Como resultado, esa el crecimiento de la planta, aparecen manchas pardas irregulares y las enfermedades se instalan en el césped, perdiendo su buen aspecto.

La aireación consiste en perforar el suelo con unos pinchos huecos, los cuales extraen de la capa de enraizamiento un material que se desea eliminar, dejando el suelo agujereado o lleno de hendiduras para que el aire y el agua pueda penetrar en el mismo. La aireación del césped puede conseguirse de varias formas:

Punzado del suelo.

El apelmazamiento a causa del tránsito normal alcanza una profundidad de 6 a 7 [cm], por lo que es conveniente punzarlo hasta una profundidad de 8 a 10 [cm]. Este trabajo puede hacerse con horquilla para ese propósito, o si el terreno es de grandes proporciones, con rodillo de púas adaptado a la máquina de cortar.

Rastrillado.

Otra forma de airear el césped es rastrillándolo, ayuda a que el aire y la luz lleguen a toda la planta, y elimina las plantas muertas. Este trabajo conviene ejecutarlo en primavera y otoño para que la vegetación muerta no produzca enfermedades especialmente los hongos. El rastrillado de otoño es el menos agresivo, ya que la gramínea se encuentra debilitada naturalmente, y se sentirá poco afectada por esta operación. De este modo en primavera sólo tendremos que hacer un rastrillado suave para quitar los residuos que quedaron sobre el césped. Si el césped se encuentra infectado con musgo, no efectuar esta tarea, porque contribuye a diseminar la plaga y será mayor el daño que el beneficio.

10.2.5 RESIEMBRAS Y RECEBOS.

Se denomina resiembra a la operación destinada a sembrar de nuevo las zonas de la superficie que presentan una baja o nula densidad de césped. En otros casos, cuando se quiere cambiar el porcentaje de especies que forman la cubierta vegetal, tras un escarificado se realiza una siembra con la semilla de la nueva especie elegida.

Después de realizar la resiembra, la semilla se recubre con una capa fina de arena mezclada con una enmienda orgánica. A esta operación se le denomina recebo y permite obtener una mayor cantidad de agua retenida en la parte superficial de la capa de enraizamiento para ayudar a la germinación y nascencia de las semillas resembradas.

10.2.6 RULADO

Consiste en el paso de un rulo de tamaño y peso muy limitado (menor de 200 Kg), a fin de igualar las irregularidades producidas por el pisoteo del terreno. En esta labor es importante evitar la compactación del terreno.

10.2.7 CONTROL DE LAS MALAS HIERBAS.

El control de las malas hierbas difiere según se trate de una pradera recién sembrada o de un césped ya establecido. En los céspedes establecidos se puede controlar fácilmente la mayoría de las malas hierbas aplicando herbicidas selectivos, combinado con unas medidas de labranza apropiadas. Si se utilizan en un césped nuevo, esos herbicidas pueden dañar las plántulas antes de que llegue a arraigar del todo. Por esta razón no se emplearán tales productos en las praderas recién sembradas hasta como mínimo tres meses después de la germinación.

CONCLUSIONES

La investigación realizada demuestra un área más de desarrollo del Ingeniero Constructor, en el sentido que en la actualidad este campo no está explotado, ya que existe un mínimo de profesionales dedicados a realizar este tipo de diseño y/o construcción, este profesional puede abordar con mayor idoneidad este cometido, y por lo tanto, se logrará un significativo mejoramiento en la calidad de las construcciones de canchas de fútbol empastadas del país.

El resultado de esta memoria esta contemplado como texto de consulta, hoy por hoy escaso y limitado, para aquellos profesionales que se vean enfrentados a un diseño y/o construcción de una cancha de fútbol empastada.

En lo estrictamente específico al tema conviene puntualizar lo siguiente:

Con respecto a la información sobre los tipos de pastos que se pueden utilizar en una cancha de fútbol empastada, cabe destacar que se investigó de cómo se puede elegir un tipo de pasto según las condiciones de cada lugar de emplazamiento de la cancha, pero la información existente sobre este tema es muy limitado, y en el país se recomienda utilizar un tipo de que es la mezcla de varios tipos de pasto- como es el Strong Grass, comúnmente llamado “Mezcla Estadio”, el cual ha dado excelentes resultados en varias zonas del país.

Refiriéndose al suministro de agua para riego, la forma más económica y eficiente es mediante la captación de aguas subterráneas, ya que éstas tienen un bajo costo en la captación, a través de pozos, y su pureza, al contener mínimas cantidades de residuos o partículas en suspensión, evitando el riesgo de contaminación por agentes químicos o tóxicos que pueden ser conducidos por otros sistemas superficiales.

Si este suministro se compara desde el punto de vista económico con otros sistemas superficiales, este sería el más barato, ahora bien si se compara con la utilización de agua potable desde la red, para este caso, es necesario tener el mismo equipamiento que para el sistema de agua subterránea, ya que la presión disponible que entregan las empresas es de 15 (m.c.a) y la presión del aspersor es muy alta con lo cual es necesario realizar un estanque de acumulación para luego instalar una bomba que entregue la presión necesaria en el último aspersor. Este factor es muy importante ya que la no existencia de agua subterránea a nivel manométrico podría hacer fracasar un proyecto de una cancha de fútbol empastada, ya que el riego es una constante que se presenta desde la construcción de la cancha hasta que se deja de utilizar como cancha para otros fines, y tendría que recurrirse a pozos profundos ($H > 10$ m).

En atención al sistema de riego a utilizar, de acuerdo con la investigación realizada, el mejor sistema de riego que se utiliza para una cancha de fútbol empastada es el riego tecnificado por aspersión, ya que tiene las siguientes ventajas:

- Ahorro de agua.
- Mayores rendimientos de los pastos y de mejor calidad, debido al óptimo estado hídrico del suelo.
- Prevención de enfermedades y pestes al mantener seca la zona de contacto pasto - suelo.
- Aplicación del riego presurizado en terrenos, sin necesidad de nivelar previamente.
- Utilización de aguas de mala calidad física, mediante un adecuado sistema de filtrado.
- La incorporación directa de fertilizantes o productos químicos que necesita el pasto, permite un ahorro significativo de éstos.
- Automatización total, controlando el riego y los fertilizantes; ocupando menos mano de obra.
- Permite realizar simultáneamente otras labores de riego.
- A corto plazo se recupera la inversión inicial.

Sin embargo, existen algunas limitaciones temporales que regulan la adopción de este sistema:

- El alto costo inicial del sistema, que a corto plazo se recupera.

Recomendaciones:

- Se debe extremar el análisis de los factores para garantizar el proyecto
- Requiere tiempo de capacitación y entrenamiento de los operadores.

Desde el punto de vista económico la instalación del sistema de riego tecnificado con aspersores significa una inversión más que un gasto, ya que por todas las ventajas anteriormente señaladas se logra un excelente y uniforme riego, lo cual conlleva a obtener una cancha de fútbol con un pasto fuerte y vigoroso.

Con respecto al sistema de drenaje se llegó a la conclusión de que toda cancha de fútbol debe tener un sistema de drenaje ya sea para las aguas lluvias como para el remanente del agua de riego, ya que en cualquier circunstancia el exceso de agua producido por una lluvia intensa ó por un riego sin dren provoca consecuencias en el pasto como por ejemplo: un aumento de materia verde, incremento de enfermedades, raíces poco profundas, desaprovechamiento de recursos valiosos, y otros.

La mejor solución al sistema de drenaje para una cancha de fútbol es mediante un dren principal y drenes secundarios, la cual presenta las siguientes ventajas:

- El ingreso del agua proveniente de la tormenta a la zanja.
- El agua se almacena temporalmente en su interior.

- Se evacua hacia el pozo de alimentación de aguas subterráneas o través del suelo mediante infiltración.

Comportamiento de las Zanjas de Infiltración:

- Disminuye al máximo el escurrimiento y apozamiento superficial.
- Disminuye el volumen escurrido.
- Recargan el pozo o la napa subterránea.
- Mejoran la calidad del afluente.

Con respecto al diseño de la cancha de fútbol empastada, este se puede utilizar en cualquier sector teniendo presente todas las características de este, ya sea con el estudio de mecánica de suelos, el levantamiento topográfico y otros, dependiendo de estas características, el diseño del proyecto conllevaría a un costo variable según sea el caso.

Con respecto a los procesos constructivos, los señalados en esta memoria son los que se investigaron y proponen para obtener una óptima cancha de fútbol.

BIBLIOGRAFÍA

- Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos.
Autor: MINVU (1996).
- Manual de Hidráulica.
Autores: J.M. de Azevedo y Guillermo Acosta A. (1973).
- Tratado de Hidráulica.
Autor: Calvin Davis V. (1956).
- Diseño de Acueductos y Alcantarillado.
Autor: Ricardo Alfredo López Cualla
- Análisis y Evaluación de los Datos de Ensayos por Bombeo.
Autores: G. P. Kruseman y N. A. Ridder (1975).
- Manual de Especificaciones Técnicas de La DIGEDER.
- Construcciones Deportivas.
Autor: Rudolf Ortner (1975).
- Memoria: Factibilidad Técnico Económica de la Instalación de un Sistema de Riego Tecnificado.
Autor: Jorge Camhi A.
Universidad de Valparaíso (2000).
- Memoria: Riego Tecnificado.
Autor: Luis Morales S.
Universidad de Viña del Mar (1996)
- Memoria: Riego por Aspersión Dieño, Cálculo e Instalación.
Autor: Karime Ramirez F.
Pontificie Universidad Católica de Chile (1988).
- Memoria: Estudio Técnico Económico de un Sistema de Riego Tecnificado.
Autor: Emilio López M.
Universidad de Valparaíso (1996).
- Catálogo de Producto de “ANASAC”.
- Catálogo de Bombas “PEDROLLO”.
- Catálogo de Aspersores “SIME”
- Catálogo de Aspersores “NELSON”.

- Revista “ONDAC” Febrero 2002
- www.chileriego.cl
- www.infoagro.com

ANEXOS

PLANOS

Dimensiones y Trazado de la Cancha de Fútbol.

El fútbol se desarrolla en un campo rectangular de una longitud máxima de 120 [m] y mínima de 90 [m] y un ancho no mayor de 90 [m] ni menor de 45 [m]. Para partidos internacionales, la longitud será de 110 [m] como máximo y de 100 [m] como mínimo y el ancho no mayor de 75 [m] ni menor de 64 [m].

El campo de juego se debe enmarcar con líneas visibles de un ancho no mayor de 12 [cm]. De las líneas que lo limitan, las más largas se llaman de banda y las más cortas de meta. En cada esquina del campo de juego se coloca una banderola cuya asta, que no será puntiaguda, debe tener una altura de 1,50 [m], por lo menos; una banderola similar puede colocarse a cada lado del terreno, a la altura de medio campo, separado por lo menos 1 [m] desde la banda de campo. El centro de este estará visiblemente marcado con un punto, alrededor del cual se traza un círculo de 18 [m] de diámetro.

En cada extremo del terreno y distanciadas 5,50 [m] de cada poste del marco, se marcarán dos líneas perpendiculares a la línea de meta, que se adentren en el terreno sobre una longitud de 5,50 [m] y que se unen en sus extremos mediante otra línea paralela a la de meta. Cada uno de los espacios delimitados por dichas líneas y la de meta se denomina área de meta.

En cada extremo del terreno y a 16,50 [m] de distancia de cada poste del marco, se trazan dos líneas perpendiculares a la de meta, las cuales se extienden por el interior del terreno en una longitud de 16,50 [m] y se unen en sus extremos por otra, paralela a la línea de meta. La superficie comprendida entre estas líneas y la de meta se denomina área de penalty se marca en forma visible, un punto que está situado sobre una línea imaginaria perpendicular a la de meta, hacia el centro, de la misma y a una distancia de 11 [m]. Dicha señal es el punto de ejecución del penalty. Tomando como centro los puntos del penalty, se traza hacia el exterior de cada área de penalty, un arco de circunferencia de 9,15 [m] de radio.

Con radio de 1,00 [m] medido desde cada banderola de esquina, se marcan cuatro arcos de circunferencia en la parte interior del terreno y se les llama área de esquina.

En el centro de cada línea de meta se colocan los marcos, que están formados por dos postes verticales, equidistantes de la banderola de esquina, separados 7,30 [m] entre sí (medida interior) y unidos en sus extremos salientes por un larguero horizontal cuyo borde inferior debe estar a 2,44 [m] del suelo. La anchura y el grueso de los postes y del larguero transversal; no puede exceder de 12 [cm].

Podrán ponerse redes enganchadas a los postes, al larguero y el suelo por detrás de los marcos, debiendo estar sujetas en forma conveniente y colocada de manera que no estorben al guardameta.