SISTEMA DE RIEGO DEL PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE LA NUEVA CANCHA DE SOFTBOL DEL BARRIO EL PRADO EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA – DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑOS

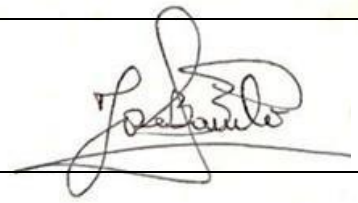
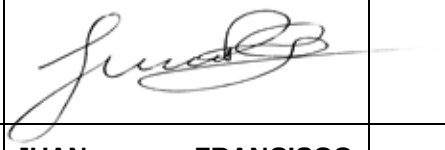


MUNICIPIO DE MONTERÍA

DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

2025

DESCRIPCIÓN DE LAS REVISIONES Y CAMBIOS		
No.	**FECHA**	**DESCRIPCIÓN**
1	Junio – 2025	Entrega de informe de diseño emitido para construcción.

CUADRO DE PROFESIONALES		
DISEÑÓ	REVISÓ	APROBÓ
		
JOSE JORGE BARRETO BARRETO Contratista Dirección Departamental de Proyectos Gobernación de Córdoba Ingeniero Civil – Esp. Aguas y Saneamiento Ambiental	**JUAN FRANCISCO DURANGO GRISALES** Contratista Dirección Departamental de Proyectos Gobernación de Córdoba. Ingeniero Civil – M.Sc. Recursos Hídricos – Esp. GIRH M.P 22202339714 COR	**DEPARTAMENTI ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN**

CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO 6
1.1. Marco Normativo 6
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 7
2.1. Localización 7
2.2. Descripción De Las Obras 8
2.3. Estado actual del sector 8
3. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO 9
3.1. Selección del sistema de riego a implementar 9
3.1.1. Sistema de riego por exudación 10
3.1.2. Sistema de riego por aspersión 10
3.1.3. Sistema de riego por goteo subterráneo 11
3.2. Sistema de riego por aspersión superficial 12
4. PARÁMETROS DE DISEÑO 12
4.1. Cálculo de la demanda 12
4.1.1. Selección de Aspersores 16
4.1.2. Número de Aspersores 16
4.1.3. Frecuencia de Riego 17
4.2. Volumen De Almacenamiento 21
4.3. Cálculo Acometida de Agua Potable 22
4.4. Caudal De Diseño 23
4.5. Trazado y Dimensionamiento de la Red del sistema de Riego 23
4.5.1. Modelación en EPANET 23
4.5.2. Chequeo de sobrepresión máxima y determinación de RDE de las tuberías 28
5. EQUIPOS Y ACCESORIOS DEL SISTEMA 30
5.1. Diseño de equipo de presión 30
5.2. Equipos de Control 31
5.2.1. Controlador del equipo de filtración 31
5.3. Programador 32
5.4. Trazado de la Red 33
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 34

FIGURAS

Figura 1. Localización general del proyecto. 7
Figura 2. Localización específica del proyecto. 7
Figura 3. Planta Arquitectónica. 8
Figura 4. Ubicación del tanque de reserva propuesto. 22
Figura 5. Diámetros de la red de distribución de la cancha de softbol 24
Figura 6. Caudales de la red de distribución de la cancha de softbol Sector A1 25
Figura 7 Caudales de la red de distribución de la cancha de softbol Sector A2 25
Figura 8. Caudales de la red de distribución de la cancha de softbol Sector A3 25
Figura 9. Caudales de la red de distribución de la cancha de softbol Sector B1 25
Figura 10. Caudales de la red de distribución de la cancha de softbol Sector B2 26
Figura 11. Presiones de la red de distribución de la cancha de softbol Sector A1 26
Figura 12. Presiones de la red de distribución de la cancha de softbol Sector A2 26
Figura 13. Presiones de la red de distribución de la cancha de softbol Sector A3 27
Figura 14. Presiones de la red de distribución de la cancha de softbol Sector B1 27
Figura 15. Presiones de la red de distribución de la cancha de softbol Sector B2 27

ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Estado Actual del Estadio de Béisbol 9
Ilustración 2.Sistema de riego por exudación 10
Ilustración 3. Sistema de riego superficial 10
Ilustración 4. Sistema de riego por goteo subterráneo 11
Ilustración 5. Aspersor seleccionado para el sistema de Riego. Fuente: Catálogo de sistemas de riego Rain Bird 16
Ilustración 6. Sector de Riego Sector A Fuente: Elaboración Propia 19
Ilustración 7. Sector de Riego Sector B Fuente: Elaboración Propia 20
Ilustración 8. Especificaciones técnicas de la bomba 30
Ilustración 9. Unidad de control Rain Bird Filtron 110 32
Ilustración 11. Programador ESP-TM2 Rain Bird. 33

TABLAS

Tabla 1. Método de Thornthwaite Fuente: Validación De Las Fórmulas De Evapotranspiración De..... 13

Tabla 2. Temperatura promedio 24 horas (°C) Fuente: Elaboración Propia..... 14

Tabla 3. Datos de cultivo y del suelo Fuente: Elaboración Propia..... 15

Tabla 4. Estimación necesidades de riego para la cancha de Béisbol Fuente: Elaboración Propia. 15

Tabla 5. Cálculo de necesidad de aspersores con referencia a la frecuencia de riego Fuente: Elaboración Propia..... 17

Tabla 6. Cálculo de caudales sector A..... 18

Tabla 7. Cálculo de caudales sector B Fuente: Elaboración Propia 20

Tabla 8. Programación de riego por sector Fuente: Elaboración Propia..... 21

Tabla 9. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida. 21

Tabla 10. Cálculo de volumen de almacenamiento. 22

Tabla 11. Cálculo de acometida de agua potable. 23

Tabla 12.– Cálculo de caudal de riego por día Sector A3. 23

Tabla 13. Criterios de simulación en EPANET. 23

Tabla 14. Chequeo de golpe de ariete para tubería 1" RDE 13.5..... 28

Tabla 15. Chequeo de golpe de ariete para tubería 1" RDE 21. 28

Tabla 16. Chequeo de golpe de ariete para tubería 1.5" RDE 21..... 29

Tabla 17. Chequeo de golpe de ariete para tubería 3" RDE 21. 29

Tabla 18. Características requeridas para equipo de bombeo. 30

LISTA DE ANEXOS

- ✓ Anexo 1. Memorias de Cálculos
- ✓ Anexo 2. Planos de Diseño
- ✓ Anexo 3. Fichas Técnicas

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento consigna los resultados de los cálculos de las necesidades de consumo y caudales a suministrar para la conservación y mantenimiento del césped natural del escenario deportivo que hace parte del proyecto **"CONSTRUCCIÓN DE LA NUEVA CANCHA DE SOFTBOL DEL BARRIO EL PRADO EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA – DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA"** a través del sistema de riego por aspersión.

El presente informe incluye, las áreas definidas para el suministro de aguas para riego, volumen y ubicación del tanque de almacenamiento de aprovechamiento de aguas lluvias, acometida para llenado del tanque de almacenamiento y distribución del agua a través de los aspersores determinados. También, se encuentra la descripción, detalles, propuestas de diseño, memorias de cálculo, planimetrías y demás productos resultantes del sistema propuesto para construir e implementar.

Posteriormente, se describe el contenido general de este informe:

En el **numeral 2** se presenta la descripción de la zona de influencia del proyecto, se describe su localización geográfica con imágenes satelitales de Google Earth Pro, descripción de las obras y estado actual de la cancha de béisbol Rene Morelo Padilla, en el **numeral 3** se describe de manera general conceptos con referente a los sistemas de riegos y el escogido para este diseño, en el **numeral 4** se presentan las bases para el diseño y la metodología para los cálculos de diseño, en este se detallan las variables necesarias para el diseño hidráulico de la red del sistema de riego, selección de aspersores, números de aspersores, frecuencia de riego, modelaciones y ch , las cuales deben ser respetadas durante la etapa de construcción con el fin de garantizar el buen funcionamiento del sistema de riego diseñado. En el **numeral 5** se da a conocer los equipos y accesorios como lo son: selección de bombas para el sistema, equipo de filtración, controlador de equipo de filtración, válvulas solenoides y programador para los riegos. Por último, en el **numeral 6** se presentan una serie de recomendaciones constructivas con el fin de garantizar el buen desarrollo de la etapa de funcionamiento del sistema de riego diseñado. También, se consignan las conclusiones relacionadas con el reglamento del control de diseño.

1.1. Marco Normativo

La reglamentación y recomendaciones dadas para las obras hidráulicas y sanitarias están resumidas a continuación:

- ✓ Código colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias, Norma Técnica Colombiana NTC 1500 – Tercera Edición.
- ✓ Resolución 0330 de 08 de junio de 2017 por el cual se adopta el técnico normativo del sector de agua potable y Saneamiento básico – RAS.
- ✓ Reglamento técnico normativo del sector de agua potable y Saneamiento básico RAS 2000.
- ✓ Recomendaciones del libro de diseños hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones, Escuela Colombiana de Ingeniera, Héctor Rodríguez.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2.1. Localización

El proyecto se encuentra ubicado en el municipio de Montería, departamento de Córdoba, aproximadamente en las coordenadas 8°44'1.40"N, 75°53'17.22"O. En la **Figura 1** se presenta la localización general del proyecto, con referencia a la zona central del municipio, y en la **Figura 2** se presenta su localización específica.

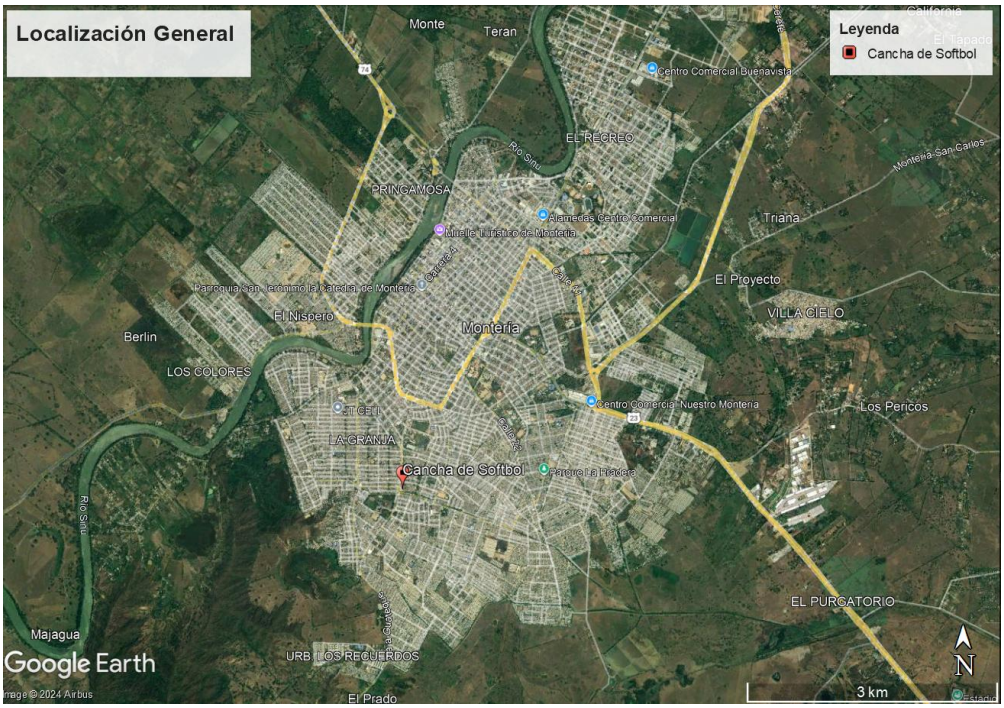


Figura 1. Localización general del proyecto.
Fuente: Imagen adaptada de Google Earth.



Figura 2. Localización específica del proyecto.
Fuente: Imagen adaptada de Google Earth.

2.2. Descripción De Las Obras

El Estadio de softbol del barrio El Prado en el municipio de Montería tiene un área aproximada de 4330 m^2 y cuenta con espacios como zonas comunes, locales y grada con capacidad de 460 personas aproximadamente.

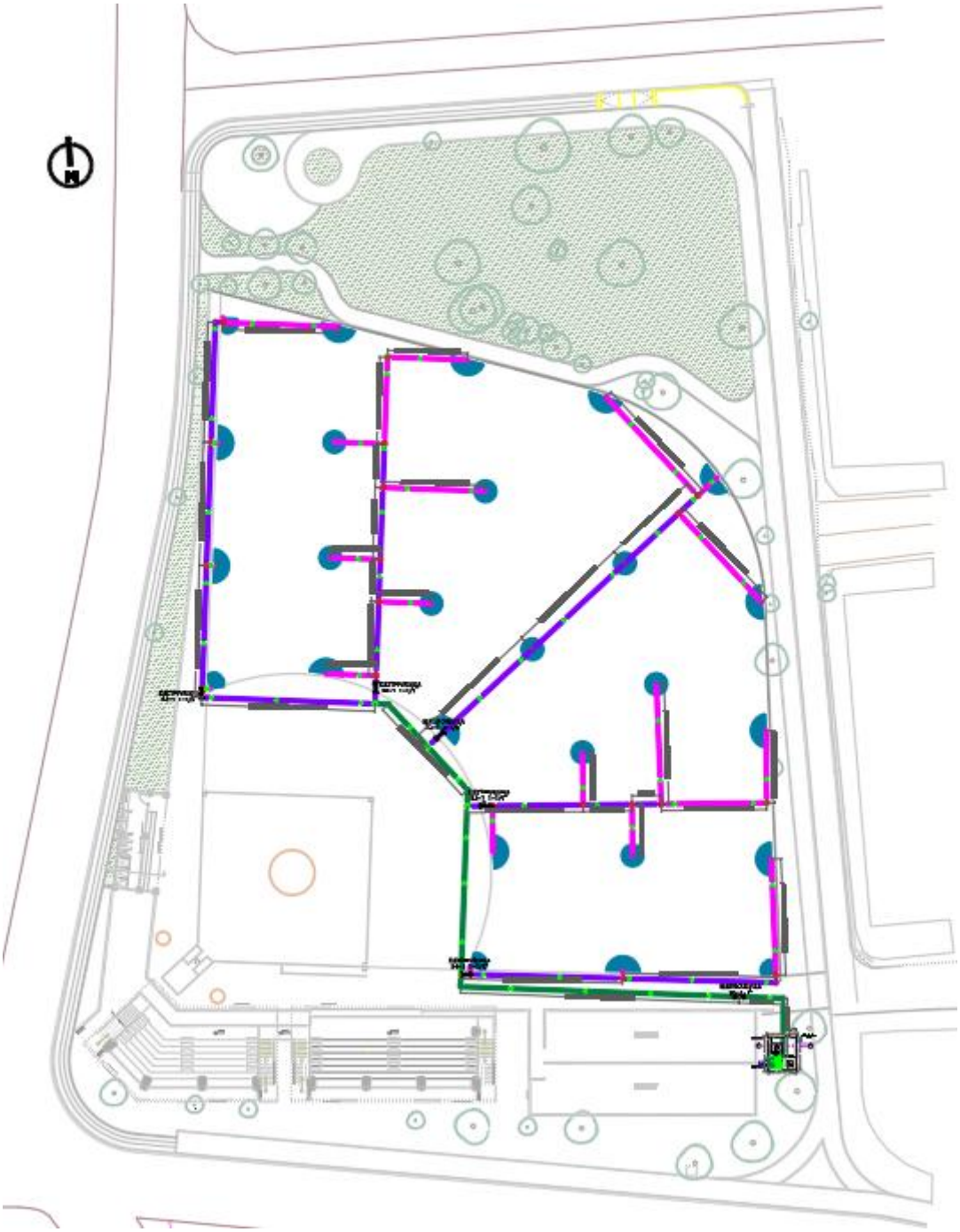


Figura 3. Planta Arquitectónica.
Fuente: Plano Arquitectónico.

2.3. Estado actual del sector

Actualmente, se presenta el estado actual por medio de fotografías la cancha de softbol del barrio El Prado en el municipio de Montería:



Ilustración 1 Estado Actual del Estadio de Béisbol

3. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

Como se mencionó anteriormente, con este proyecto se espera que el sistema de riego planteado permita hacer un uso más eficaz y sostenible del agua, esto garantiza un mayor aprovechamiento, reduce algunos costos y ofrece muchas ventajas como: ahorro de mano de obra, energía y agua, una mayor eficiencia en el riego, un adecuado control de operaciones, una reducción en los costos de mantenimiento y finalmente una mayor optimización.

La implementación de sistemas sostenibles y que sean amigables con el medio ambiente es un tema que se ha vuelto cada vez más importante con el paso de los años, debido a las crisis ambientales que se han tenido que enfrentar y la escasez de agua que se presenta a nivel mundial.

3.1. Selección del sistema de riego a implementar

Teniendo en cuenta la disponibilidad de sistemas de riegos comerciales para jardines, a manera general se tiene los siguientes esquemas:

3.1.1. Sistema de riego por exudación



Ilustración 2.Sistema de riego por exudación

El sistema riego por exudación es simple, un tubo poroso en todos sus puntos que literalmente exuda el agua por todos ellos proporcionando un caudal continúo y uniforme por toda el área de cultivo. Los hay de diversos materiales como el polietileno, caucho o textil. Este último es el más utilizado. Consiste en un tubo textil de poliéster recubierto con una resina porosa. Cuando un suelo está seco y el tubo contiene agua con una mínima presión (a partir de 0.2 bar), el conjunto suelo-tubo exudante está sometido a la fuerza hidráulica negativa que provoca un movimiento natural del agua desde el tubo hasta el suelo por las fuerzas de gravedad y capilaridad. De esta forma el agua se distribuye en todas direcciones (también hacia arriba) provocando que el frente húmedo se sitúe alrededor del tubo.

3.1.2. Sistema de riego por aspersión



Ilustración 3. Sistema de riego superficial

El sistema de riego por aspersión es uno de los múltiples métodos de riego de cultivos que existen en la actualidad. Consiste en aplicar el agua imitando la lluvia, es decir, mediante un chorro de agua pulverizada en gotas. El mecanismo funciona a través de una red de tuberías que transporta el agua hasta los aspersores, los cuales utilizan presión para dispararla. El riego como tal es potenciado a través de un sistema de bombeo.

La distribución de los aspersores debe realizarse de forma tal que todo el terreno esté cubierto de la forma más homogénea posible. Por lo general, las tuberías que componen el sistema van enterradas. Además, se compone de tomas de agua o hidrantes, ramales de aspersión y los aspersores como tal.

Este sistema es considerado el mejor para las superficies de gran producción.

3.1.3. Sistema de riego por goteo subterráneo



Ilustración 4. Sistema de riego por goteo subterráneo

El sistema de riego por goteo subterráneo consiste en mantener el suelo con un nivel constante de humedad y esto se logra mediante la aplicación continua de pequeñas cantidades de agua en forma de gota o pequeño chorrito en un punto del suelo. Para ello se utilizan micro tuberías a una profundidad que varían entre los 10 y 50 cm, en función al tipo de suelo, y que emite un bajo caudal, que oscila entre los 0,5 y los 8 l/h. la cual es una tecnología que se está implementando recientemente, la ventaja de ser subterráneo le permite al sistema no estar expuesto a la vista de los vándalos.

Es así que, analizando los sistemas de riego disponibles, esta consultoría en conjunto con el equipo de planeación de la Alcaldía de San Antero consideró para la construcción del Sistema De Riego Del Estadio De softbol en el barrio El prado En El Municipio De Montería, Departamento De Córdoba implementar un sistema de riego para jardines por Aspersión Superficial, sabiendo que, que las zonas de trabajo del complejo quedarán expuestas y conociendo algunos casos de vandalismo presentados en la zona con este tipo de estructuras es preferible mantener el sistema de riego protegido. Además de lo

anterior, las instalaciones quedarán protegidas del eventual alto tráfico de juegos o actividades deportivas que se presente en la chanca y todo trabaje de manera correcta prestando un óptimo servicio. Además de lo anterior, este método de riego permite llegar a las áreas por medio de precipitaciones eficientes, de esta manera habrá cobertura de agua en todas las zonas de delimitación de las áreas de riego.

3.2. Sistema de riego por aspersión superficial

El sistema propuesto es el siguiente: un sistema de riego superficial a presión que implica una lluvia uniforme cuyo objetivo es la infiltración en el mismo punto donde caen las gotas. Que inicia desde una unidad de Bombeo debido a la necesidad de un caudal y la distancia de riego de los aspersores, tuberías principales y secundarias por donde el agua discurre, luego pasará por una electroválvula de control remoto, seguidamente los ramales que funcionan como un pivote que se sitúa en el aspersor y rota alrededor de una base, finalmente llegan al aspersor que es un dispositivo que distribuye agua sobre una superficie circular.

El sistema se caracteriza principalmente por la alta adaptabilidad a las dosis de riego necesarias, fácil automatización, suele permitir el tratamiento con fertilizantes y fitosanitarios, mayor versatilidad en el riego, menos obstáculos en el terreno y por tanto una mayor facilidad para hacer labores deportivas en este caso particular, mayor duración del sistema (un equipo de riego por aspersión tiene una vida prácticamente ilimitada) y mejor manejo de mantenimiento del sistema.

3.3. Disponibilidad de servicios públicos

En cuanto a la disponibilidad de servicios públicos, se realizará la instalación de la acometida de acueducto conectada a la red de distribución de agua potable más cercana al predio.

4. PARÁMETROS DE DISEÑO

El diseño de sistemas de tuberías para aspersores sigue muchas de las normas aplicadas al diseño de riego con difusores. Deben considerarse el punto de conexión, presiones estáticas y dinámicas, caudales y el tipo de vegetación que se va a plantar.

Para el diseño del sistema de riego, se tuvieron en cuenta todas las áreas donde se ubicaba grama en el proyecto arquitectónico. De acuerdo con el perímetro de cada área, se propone la instalación de aspersores tipo rotor separados máximo al 50% del diámetro de humedecimiento y el caudal aportado por cada aspersor por cada sector se estableció un número preliminar de horas a regar por día para alcanzar la lámina de agua requerida por el tipo de grama a sembrar.

4.1. Cálculo de la demanda

Para la determinación de las dimensiones de las redes de abastecimiento del sistema se debe conocer la demanda de agua para cada una de las zonas en estudio, este cálculo se realiza teniendo en cuenta la evapotranspiración potencial existente en la zona, la cual se determina a partir del método de Thornthwaite:

3.2.3.1 Método de Thornthwaite (Thornthwaite, 1948)

$$ETP = 0.53(10T / I)^{a}$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial media diaria sin ajustar, en mm.

T= Temperatura media mensual (°C)

I = Índice calórico anual

$$I = 12\left[\left(\frac{Tanual}{5}\right)^{1.514}\right]$$

$$a = (675*10^{-9})I^{3} - (771*10^{-7})I^{2} + (179*10^{-4})I + 0.492$$

Para ajustar el valor obtenido de ETo, es necesario multiplicarlo por un factor dependiente de la latitud y de la época del año.

Tabla 1. Método de Thornthwaite
Fuente: Validación De Las Fórmulas De Evapotranspiración De Referencia (ETo) Para Colombia.

El índice térmico mensual se calcula basado en los registros históricos de la temperatura llevados por el IDEAM en la estación meteorológica más cercana San Bernardo del Viento, ya que en el municipio de Coveñas no cuenta con una estación propia para el estudio, para la cual se tiene los registros desde el año 2007 hasta el 2021 con la cual es posible obtener la temperatura media anual multianual como se indica a continuación:

IDEAM

Reporte de información Hidrometeorológica de DHIME generado (04/12/2024 15:13)

Nombre estacion:	AEROPUERTO LOS GARZONES [13035501]	**Corriente:**		**Categoría de estación:**	Sinóptica Secundaria	
Latitud:	8.8258333330	**Longitud:**	-7,582,513,889	**Elevación:**	20	
Entidad:	INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGI/	**Area Operativa:**	Area Operativa 02 - Atlántico	**Departamento:**	Cordoba	
Municipio:	Montería	**Fecha instalacíon:**	06/02/2015 00:00	**Fecha suspensión:**		
Variable:	TEMPERATURA	**Frecuencia:**	Diaria	**Fecha consulta:**	01/01/2010 00:00-31/12/2023 00:00	
Parametro:	Temperatura máxima diaria	**Unidad medida:**	degC			

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MAXIMO
2010	34.5	34.5	33.9	34.5	32.3	32.2	32.0	32.5	32.2	32.3	31.5	31.0	34.5
2011	34.2	34.2	33.1	33.1	32.8	32.7	32.7	32.9	33.0	32.0	32.7	32.3	34.2
2012	33.7	34.2	-	33.2	32.5	33.1	33.2	32.7	32.8	32.1	32.6	33.5	34.2
2013	34.7	34.3	33.7	34.4	32.9	33.6	33.6	33.0	32.6	32.8	32.8	33.7	34.7
2014	34.2	35.1	34.6	35.1	33.3	34.0	35.0	33.4	32.7	32.5	32.8	33.6	35.1
2015	34.7	35.4	35.7	34.9	34.2	35.3	34.2	34.5	33.6	32.9	32.5	-	35.7
2016	34.7	35.7	35.6	34.9	33.2	33.5	-	-	-	-	-	-	35.7
2017	-	-	-	-	33.5	-	33.3	33.4	32.5	33.2	32.9	34.1	34.1
2018	34.0	35.2	34.6	34.1	32.0	33.2	33.7	33.6	32.6	32.7	33.2	34.8	35.2
2019	34.9	35.5	34.8	35.0	32.9	33.7	34.3	33.8	32.5	-	33.6	33.9	35.5
2020	35.2	36.3	36.2	35.7	34.0	33.3	32.6	33.4	32.8	32.7	32.8	34.3	36.3
2021	35.2	35.6	34.9	33.4	33.7	32.7	34.2	33.1	33.4	32.9	33.0	34.0	35.6
2022	34.1	35.1	34.6	33.3	32.8	31.7	33.3	-	32.9	-	-	-	35.1
2023	34.4	35.8	35.2	34.9	34.4	33.8	34.0	34.7	33.8	33.5	33.9	35.1	35.8
PROMEDIO	34.5	35.2	34.7	34.3	33.2	33.3	33.5	33.4	32.9	32.7	32.9	33.7	35.1
DESV. EST.	0.46	0.67	0.87	0.86	0.72	0.90	0.81	0.66	0.47	0.44	0.59	1.15	0.69
MAXIMO	35.2	36.3	36.2	35.7	34.4	35.3	35.0	34.7	33.8	33.5	33.9	35.1	36.3
MINIMO	33.7	34.2	33.1	33.1	32.0	31.7	32.0	32.5	32.2	32.0	31.5	31.0	34.1
Nº Datos	13	13	12	13	14	13	13	12	13	11	12	11	14

Tabla 2. Temperatura promedio 24 horas (°C)
Fuente: Elaboración Propia

Para el dimensionamiento es necesario conocer algunos datos adicionales como el tipo de plantas a regar, en este caso será la grama (Zoysia Japonica), para la cual se debe definir su coeficiente de cultivo (Kc) con el fin de obtener la evapotranspiración asociada a este tipo de vegetación, asimismo se debe conocer la profundidad radicular del cultivo, la capacidad de campo, el punto de marchitez permanente del suelo y la capacidad de infiltración del terreno, datos que se obtienen a partir de los documentos de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). La capacidad de campo y punto de marchitez permanente se estiman a partir de la composición del suelo. A continuación, se relacionan los datos obtenidos:

Tipo de Cultivo	Grama
Kc	0.9
Profundidad radicular efectiva:	0.75 m
Tipo de suelo:	Mezcla de arenilla y arcilla
Capacidad de Campo:	
Punto de Marchitez Permanente:	
Capacidad de infiltración:	3 - 13 mm/Hr
Capacidad de infiltración diseño:	10.50 mm/Hr

Tabla 5. Datos del tipo de cultivo y del suelo

Tabla 3. Datos de cultivo y del suelo
Fuente: Elaboración Propia

A partir de los datos obtenidos es posible obtener la necesidad de agua en el sistema para el dimensionamiento de la red, para el cálculo de la demanda adicionalmente debe establecerse el criterio de riego en el cultivo, la altura de la lámina de agua a reponer, el tipo de rociador a utilizar con unas características de presión, radio de humedecimiento y caudal dados, el área a regar y el número de rociadores.

CANCHA DE SOFTBOL				
Estación Aeropuerto Los Garzones				
1	Mes	Temperatura Prom		
	Enero	34.5		
	Febrero	35.2		
	Marzo	34.7		
	Abril	34.3		
	Mayo	33.2		
	Junio	33.3		
	Julio	33.5		
	Agosto	33.4		
	Septiembre	32.9		
	Octubre	32.7		
	Noviembre	32.9		
	Diciembre	33.7		
	Prom=	**33.7**		
2	**Indice calórico anual:**		**215.56**	
3	**Cálculo de a:**		**7.53**	
4	**ETP:**	18.27	mm/día	Enero
		21.09	mm/día	Febrero
		19.28	mm/día	Marzo
		17.62	mm/día	Abril
		13.65	mm/día	Mayo
		14.02	mm/día	Junio
		14.81	mm/día	Julio
		14.38	mm/día	Agosto
		12.74	mm/día	Septiembre
		12.16	mm/día	Octubre
		12.66	mm/día	Noviembre
		15.22	mm/día	Diciembre
5	**Tipo de cultivo:**		**Grama Zoysia**	
	Kc:		0.90	
	EVT Potencial.		15.29	mm/día
	EVT para la grama:		13.76	mm/día
	Prof Radicular Efectiva:		0.35	m
	Criterio de Riego:		91%	
	Capacidad de campo:		15%	
	PMP:		8%	
5.1	Humedad aprovechable (HA):		0.024	m
	Humedad aprovechable (HA):		24.15	mm
5.2	**Lámina neta a reponer**			
	Lamina neta:		0.0219	m
	Lamina neta:		21.86	mm
5.3	**Frecuencia de riego**			
	FR:		1.59	días
	Area mínima a regar.		4,372.00	m2
	Vel infiltración suelo arcilloso.		3 -13	mm/hr
	Vel de diseño:		7	mm/hr

Tabla 4. Estimación necesidades de riego para la cancha de Béisbol
Fuente: Elaboración Propia.

A partir de los datos anteriores puede determinarse la demanda necesaria y el número de rociadores para cubrir las áreas dada, se debe destacar que la separación entre rociadores de un mismo ramal debe limitarse máximo a 1.30 veces el radio de

humedecimiento del rociador y la separación entre ramales debe limitarse a 1.40 veces el radio de humedecimiento, la velocidad de riego denominada como PP debe ser menor a la velocidad de infiltración del suelo para evitar que se generen encharcamientos en la superficie por lo tanto se dice que el diseño cumple con los criterios establecidos, para el caso de las zonas verdes el área estimada para el cálculo es de referencia teniendo en cuenta que la distribución de esta zona no es homogénea. Como resumen se obtiene la siguiente información:

4.1.1. Selección de Aspersores

De acuerdo a la necesidad de riego y el área de cobertura del sistema se escogieron los siguientes aspersores:



Falcon® 6504 Nozzle Performance

Pressure psi	Nozzle	Radius ft.	Flow gpm	Precip In/h	Precip In/h
30	4	39	2.9	0.37	0.42
	6	43	4.2	0.44	0.50
40	4	41	3.3	0.38	0.44
	6	45	4.9	0.47	0.54
	8	49	6.6	0.53	0.61
	10	51	8.1	0.60	0.69
	12	53	9.7	0.66	0.77
	14	55	11.3	0.72	0.83
	16	55	12.6	0.80	0.93
	18	59	13.7	0.76	0.87
50	4	41	3.7	0.42	0.49
	6	47	5.5	0.44	0.51
	8	51	7.4	0.55	0.63
	10	53	9.1	0.62	0.72
	12	55	11.0	0.70	0.81
	14	59	12.7	0.70	0.81
	16	61	14.3	0.74	0.85
	18	59	15.4	0.85	0.98
60	4	41	4.0	0.46	0.53
	6	47	6.0	0.52	0.60
	8	51	8.2	0.61	0.70
	10	55	10.0	0.64	0.73
	12	57	12.2	0.72	0.83
	14	61	14.0	0.72	0.84
	16	63	15.7	0.76	0.88
	18	63	17.1	0.83	0.96
70	4	41	4.4	0.50	0.58
	6	49	6.3	0.51	0.58
	8	51	8.9	0.66	0.76
	10	57	10.8	0.64	0.74
	12	59	13.2	0.73	0.84
	14	61	15.2	0.79	0.91
	16	63	16.9	0.82	0.95
	18	65	18.3	0.83	0.96
80	4	43	4.6	0.48	0.55
	6	49	6.9	0.55	0.64
	8	53	9.4	0.64	0.74
	10	55	11.6	0.74	0.85
	12	61	14.0	0.72	0.84
	14	61	16.2	0.84	0.97
	16	63	18.1	0.88	1.01
	18	65	19.6	0.89	1.03
90	18	65	21.7	0.99	1.14

Ilustración 5. Aspersor seleccionado para el sistema de Riego.
Fuente: Catálogo de sistemas de riego Rain Bird

4.1.2. Número de Aspersores

Para el cálculo de los aspersores es necesario tener presente el área de cobertura de la grama como fue mencionado anteriormente, de la misma manera es importante saber el radio de humedecimiento, presión de trabajo y caudal necesario para el correcto funcionamiento del Aspersor que en este caso es tipo Rotor, Los cálculos se verán reflejados en la siguiente tabla:

CANCHA DE SOFTBOL			
5.4	Tasa de aplicación:		
	PP=Q/S (área aspersor)		
	Q (GPM).	4.40	GPM
	Q (GPM):	999.35	Lt/hr
	Diámetro humedecimiento:	82.00	Pies
	Diámetro humedecimiento.	24.99	m
	Radio humedecimiento:	41.00	Pies
	Radio humedecimiento.	12.50	m
	S (área).	490.62	m2
	PP=Q/S (área aspersor Teórico)	4.07	mm/Hr
	PP=Q/S (área aspersor Catálogo)	12.70	mm/Hr
	Ea:	100%	
	HA (diario)=(Fr*Etc)/Ea:	21.86	mm
	Tiempo de riego Teórico (HA/PP):	5.36	hr
	Tiempo de riego catálogo (HA/PPCat.)	1.72	hr
6	Tipo de suelo:	Arcilla Parda	
7	# de aspersores calculado:	9	
	# de aspersores en campo:	31	
8	**Cálculo de Volumen para Tanque**		
	Caudal total:	30,979.71	Lt/hr
	Caudal de riego por día:	53,313.77	Lt/día
	Caudal de riego por día:	53.31	m3/día

Cálculo de Volumen para Tanque Sectorizado			
	Caudal total **Sector A + Sector B:**	25,982.99	Lt/hr
	Caudal de riego por día **Sector A + Sector B:**	9,243.92	Lt/día
	Caudal de riego por día **Sector A + Sector B:**	9.24	m3/día
	Almacenmiento	4.622	m3/día

Tabla 5. Cálculo de necesidad de aspersores con referencia a la frecuencia de riego
Fuente: Elaboración Propia.

4.1.3. Frecuencia de Riego

Teniendo presente que para toda el área de grama se requiere una frecuencia de riego de dos días, esta consultoría propone que se haga diariamente por sector, dichos sectores se dividen en dos, el cual denotamos como sector A (día 1) y sector B (día 2), que a su vez el sector A estará compuesto por cuatro subsectores al igual que el sector B. A continuación, se presentan en las siguientes tablas los caudales de riego sectorizado junto con la ilustración de cada uno de los sectores propuestos:

SECTOR DE RIEGO A

CANCHA DE SOFTBOL SECTOR DE RIEGO A1			
1	Tasa de aplicación:		
	PP=Q/S (área aspersor)		
	Q (GPM).	4.40	GPM
	Q (GPM):	999.35	Lt/hr
	Diámetro humedecimiento:	82.00	Pies
	Diámetro humedecimiento.	24.99	m
	Radio humedecimiento:	41.00	Pies
	Radio humedecimiento.	12.50	m
	S (área).	490.62	m2
	PP=Q/S (área aspersor Teórico)	4.07	mm/Hr
	PP=Q/S (área aspersor Catálogo)	0.50	In/Hr
	PP=Q/S (área aspersor Catálogo)	12.70	mm/Hr
	Factor de repetición de Riego	4.00	
	Precipitación Real de Riego	50.80	mm/Hr
	Ea:	100%	
	HA (diario)=(Fr*Etc)/Ea:	21.86	mm
	Tiempo de riego Teórico (HA/PP):	5.36	hr
	Tiempo de riego catálogo (HA/PPCat.)	0.43	hr
	Factor de Reducción Por Giro	2.00	
	Tiempo Real de Riego (Tiempo Cat/Freduccion)	0.22	hr
2	# de aspersores en campo:	5	
	Aspersores con cobertura a 180°	3	
	Aspersores con cobertura a 90°	2	
3	**Cálculo de Caudales**		
	Caudal total:	4,996.73	Lt/hr
	Caudal de riego por día:	1,074.87	Lt/día
	Caudal de riego por día:	1.07	m3/día

CANCHA DE SOFTBOL SECTOR DE RIEGO A2			
1	Tasa de aplicación:		
	PP=Q/S (área aspersor)		
	Q (GPM).	4.40	GPM
	Q (GPM):	999.35	Lt/hr
	Diámetro humedecimiento:	82.00	Pies
	Diámetro humedecimiento.	24.99	m
	Radio humedecimiento:	41.00	Pies
	Radio humedecimiento.	12.50	m
	S (área).	490.62	m2
	PP=Q/S (área aspersor Teórico)	4.07	mm/Hr
	PP=Q/S (área aspersor Catálogo)	0.50	In/Hr
	PP=Q/S (área aspersor Catálogo)	12.70	mm/Hr
	Factor de repetición de Riego	4.00	
	Precipitación Real de Riego	50.80	mm/Hr
	Ea:	100%	
	HA (diario)=(Fr*Etc)/Ea:	21.86	mm
	Tiempo de riego Teórico (HA/PP):	5.36	hr
	Tiempo de riego catálogo (HA/PPCat.)	0.43	hr
	Factor de Reducción Por Giro	1.00	
	Tiempo Real de Riego (Tiempo Cat/Freduccion)	0.43	hr
2	# de aspersores en campo:	6	
	Aspersores con cobertura a 180°	2	
	Aspersores con cobertura a 360°	4	
3	**Cálculo de Caudales**		
	Caudal total:	5,996.07	Lt/hr
	Caudal de riego por día:	2,579.70	Lt/día
	Caudal de riego por día:	2.58	m3/día

CANCHA DE SOFTBOL SECTOR DE RIEGO A3			
1	Tasa de aplicación:		
	PP=Q/S (área aspersor)		
	Q (GPM).	4.40	GPM
	Q (GPM):	999.35	Lt/hr
	Diámetro humedecimiento:	82.00	Pies
	Diámetro humedecimiento.	24.99	m
	Radio humedecimiento:	41.00	Pies
	Radio humedecimiento.	12.50	m
	S (área).	490.62	m2
	PP=Q/S (área aspersor Teórico)	4.07	mm/Hr
	PP=Q/S (área aspersor Catálogo)	0.50	In/Hr
	PP=Q/S (área aspersor Catálogo)	12.70	mm/Hr
	Factor de repetición de Riego	4.00	
	Precipitación Real de Riego	50.80	mm/Hr
	Ea:	100%	
	HA (diario)=(Fr*Etc)/Ea:	21.86	mm
	Tiempo de riego Teórico (HA/PP):	5.36	hr
	Tiempo de riego catálogo (HA/PPCat.)	0.43	hr
	Factor de Reducción Por Giro	1.00	
	Tiempo Real de Riego (Tiempo Cat/Freduccion)	0.43	hr
2	# de aspersores en campo:	6	
	Aspersores con cobertura a 180°	4	
	Aspersores con cobertura a 360°	2	
3	**Cálculo de Caudales**		
	Caudal total:	5,996.07	Lt/hr
	Caudal de riego por día:	2,579.70	Lt/día
	Caudal de riego por día:	2.58	m3/día

Tabla 6. Cálculo de caudales sector A

Fuente: Elaboración Propia

SECTOR A1	SECTOR A2	SECTOR A3

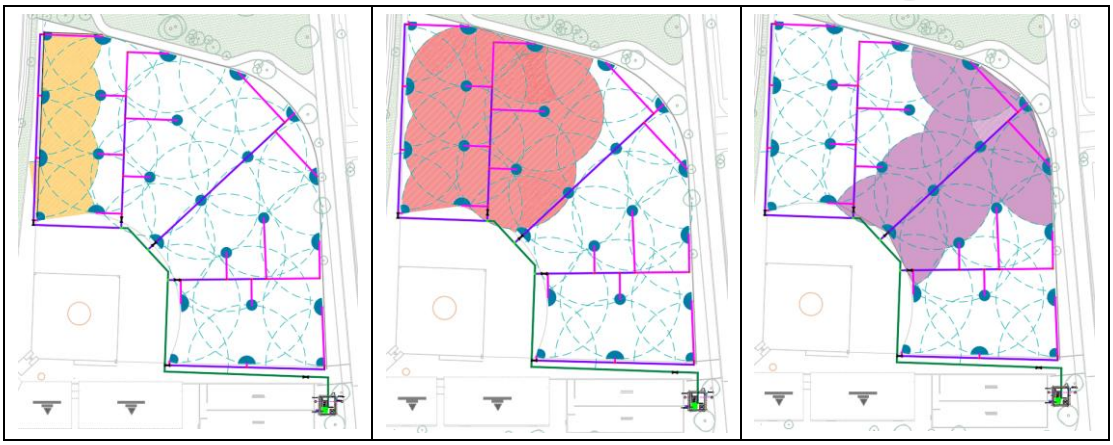


Ilustración 6. Sector de Riego Sector A
Fuente: Elaboración Propia

SECTOR DE RIEGO B

CANCHA DE SOFTBOL SECTOR DE RIEGO B1			
1	Tasa de aplicación:		
	PP=Q/S (área aspersor)		
	Q (GPM).	4.40	GPM
	Q (GPM):	999.35	Lt/hr
	Diámetro humedecimiento:	82.00	Pies
	Diámetro humedecimiento.	24.99	m
	Radio humedecimiento:	41.00	Pies
	Radio humedecimiento.	12.50	m
	S (área).	490.62	m2
	PP=Q/S (área aspersor Teórico)	4.07	mm/Hr
	PP=Q/S (área aspersor Catálogo)	0.50	in/Hr
	PP=Q/S (área aspersor Catálogo)	12.70	mm/Hr
	Factor de repetición de Riego	4.00	
	Precipitación Real de Riego	50.80	mm/Hr
	Ea:	100%	
	HA (diario)=(Fr*Etc)/Ea:	21.86	mm
	Tiempo de riego Teórico (HA/PP):	5.36	hr
	Tiempo de riego catálogo Estimado (HA/PPCat.)	0.43	hr
	Factor de Reducción Por Giro	1.00	
	Tiempo Real de Riego (Tiempo Cat/Freduccion)	0.43	hr
2	# de aspersores en campo:	5	
	Aspersores con cobertura a 180°	2	
	Aspersores con cobertura a 360°	3	
3	**Cálculo de Caudales**		
	Caudal total:	4,996.73	Lt/hr
	Caudal de riego por día:	2,149.75	Lt/día
	Caudal de riego por día:	2.15	m3/día

CANCHA DE SOFTBOL SECTOR DE RIEGO B2			
1	Tasa de aplicación:		
	PP=Q/S (área aspersor)		
	Q (GPM).	4.40	GPM
	Q (GPM):	999.35	Lt/hr
	Diámetro humedecimiento:	82.00	Pies
	Diámetro humedecimiento.	24.99	m
	Radio humedecimiento:	41.00	Pies
	Radio humedecimiento.	12.50	m
	S (área).	490.62	m2
	PP=Q/S (área aspersor Teórico)	4.07	mm/Hr
	PP=Q/S (área aspersor Catálogo)	0.50	In/Hr
	PP=Q/S (área aspersor Catálogo)	12.70	mm/Hr
	Factor de repetición de Riego	4.00	
	Precipitación Real de Riego	50.80	mm/Hr
	Ea:	100%	
	HA (diario)=(Fr*Etc)/Ea:	21.86	mm
	Tiempo de riego Teórico (HA/PP):	5.36	hr
	Tiempo de riego catálogo (HA/PPCat.)	0.43	hr
	Factor de Reducción Por Giro	2.00	
	Tiempo Real de Riego (Tiempo Cat/Freduccion)	0.22	hr
2	# de aspersores en campo:	4	
	Aspersores con cobertura a 90°	2	
	Aspersores con cobertura a 180°	2	
3	**Cálculo de Caudales**		
	Caudal total:	3,997.38	Lt/hr
	Caudal de riego por día:	859.90	Lt/día
	Caudal de riego por día:	0.86	m3/día

Tabla 7. Cálculo de caudales sector B
Fuente: Elaboración Propia

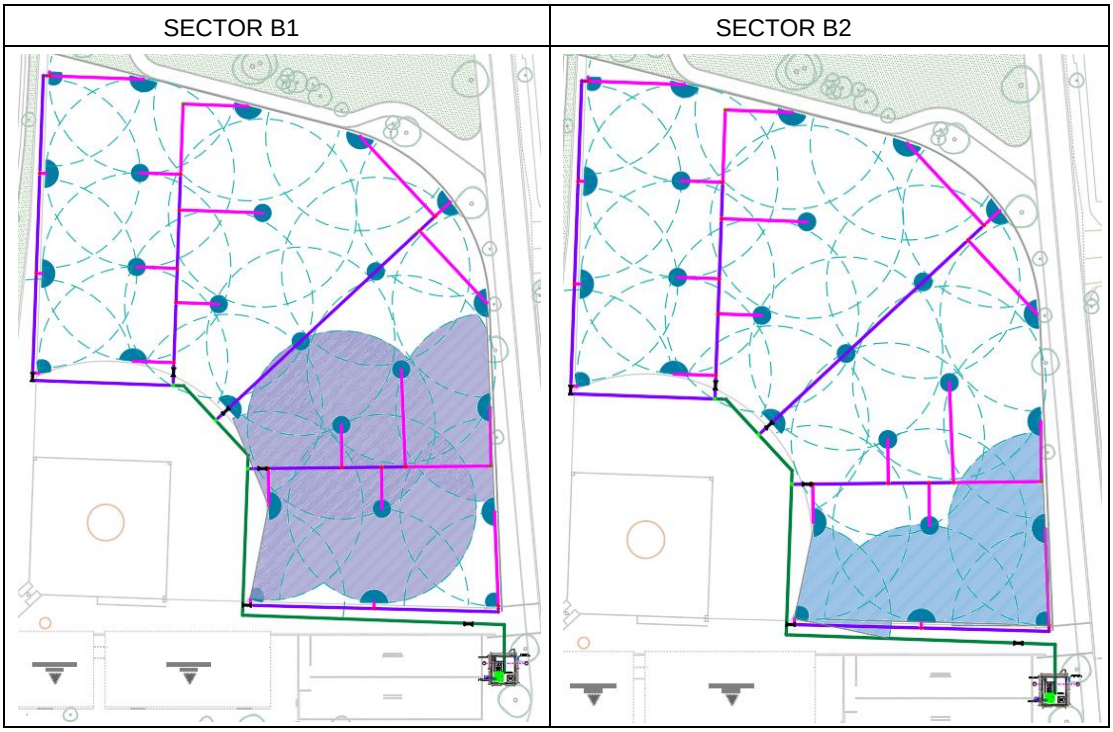


Ilustración 7. Sector de Riego Sector B
Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presenta tabla general de programación o tiempo de Riego:

PROGRAMACIÓN DE RIEGO					
SECTOR	DÍA DE RIEGO	TIEMPO DE RIEGO			
SECTOR A	1	A1	A2	A3	
		0.22	0.43	0.43	Hr
		13	26	26	Min
SECTOR B	2	B1	B2		
		0.43	0.22		Hr
		26	13		Min
PROGRAMACIÓN QUINCENAL DE RIEGO					
DÍA		ZONA A REGAR			
Lunes		SECTOR A			
Martes		SECTOR B			
Miércoles		SECTOR A			
Jueves		SECTOR B			
Viernes		SECTOR A			
Sábado		SECTOR B			
Domingo		SECTOR A			
Lunes		SECTOR B			
Martes		SECTOR A			
Miércoles		SECTOR B			
Jueves		SECTOR A			
Viernes		SECTOR B			
Sábado		SECTOR A			
Domingo		SECTOR B			

Tabla 8. Programación de riego por sector
Fuente: Elaboración Propia.

4.2. Volumen De Almacenamiento

El consumo de agua potable diario se calcula de acuerdo con la dotación neta máxima de agua por habitante recomendada por el RAS, de acuerdo con la altura promedio sobre el nivel del mar para la zona atendida.

Altura promedio sobre el nivel del mar	Dotación neta máxima (L/Had*Día)
> 2000 m.s.n.m	120
1000 - 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Tabla 9. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida.
Fuente: Resolución 0330 de 2017

Para realizar el cálculo del volumen de almacenamiento para el proyecto, se tiene en cuenta la dotación de 140 L/hab*día, teniendo en cuenta que Montería se encuentra a una altura menor a los 1000 msnm. Sin embargo, este valor es estimado por la resolución para 1 día completo, por lo que se estima desde esta consultoría tomar un cuarto de este este valor, como dotación de agua por un uso del proyecto de 12 horas seguidas en caso de eventos deportivos.

De otra parte, el valor final sugerido para almacenamiento se estima en 1/2 del valor total consumido en un periodo, estando de acuerdo también a la resolución 0330 de 2017.

Cuando se requiere la instalación de tanques de agua para dotación, véase la Resolución 330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, ciudad y territorio o aquellas que la adicionen o sustituyan. La capacidad mínima del tanque de reserva debe ser para un consumo de 24 horas, es decir, debe contar con la reserva de agua suficiente para atender un día completo de funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua. En la Tabla 10 se presentan los resultados obtenidos.

Cálculo de Volumen para Tanque Sectorizado		
Caudal total **Sector A + Sector B:**	25,982.99	Lt/hr
Caudal de riego por día **Sector A + Sector B:**	9,243.92	Lt/día
Caudal de riego por día **Sector A + Sector B:**	9.24	m3/día
Almacenmiento	4.622	m3/día

Tabla 10. Cálculo de volumen de almacenamiento.
Fuente: elaboración propia.

Se establece como volumen de almacenamiento, un valor de 4622 litros para todo el proyecto.

Atendiendo esta condición y el volumen de almacenamiento requerido por el sistema hidráulico, se recomienda la construcción de un tanque de almacenamiento en concreto con capacidad de 7500 litros, con conexión a la acometida domiciliaria. Se plantea que desde el tanque de almacenamiento se desarrolle una red hidráulica, que transporte el caudal necesario para abastecer los aspersores.

A continuación, en la **Figura 4** se presenta la localización del tanque de reserva propuesto.

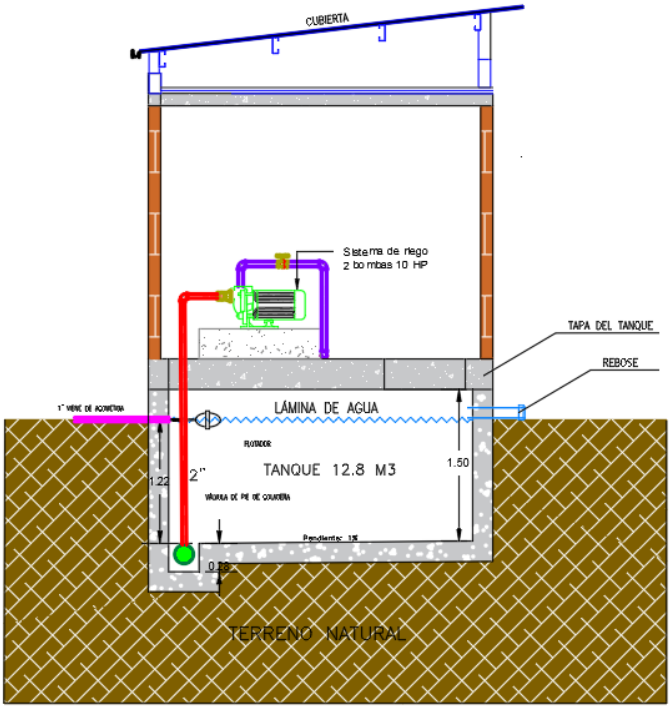


Figura 4. Ubicación del tanque de reserva propuesto.
Fuente: elaboración propia; Plano de diseño de riego.

4.3. Cálculo Acometida de Agua Potable

Teniendo en cuenta un llenado máximo en 3 horas del volumen de almacenamiento del tanque de reservas, y estimando una velocidad promedio de 1 m/s, en la Tabla 11 se calcula el diámetro requerido para estas condiciones de llenado.

CALCULO DE LA ACOMETIDA		
Tiempo de llenado:	5.00	Hrs
Velocidad:	1.00	m/s
Caudal Probable Tanque:	0.67	l/s
Area seccion tuberia	0.00067	m^2
Diametro calculado	0.03	m
Diametro calculado	29.13	mm
Diametro seleccionado	30.20	mm
Diametro seleccionado	**0.030**	m
Chequeo Diámetro	OK	
Diametro seleccionado comercial	**1**	**in**
RDE	**21.0**	

Tabla 11. Cálculo de acometida de agua potable.
Fuente: elaboración propia.

4.4. Caudal De Diseño

El cálculo del caudal de diseño está acorde al mayor número de aspersores activos en el sistema de riego, el cual se presenta en la siguiente tabla:

CANCHA DE SOFTBOL SECTOR DE RIEGO A3			
1	Tasa de aplicación:		
	PP=Q/S (área aspersor)		
	Q (GPM).	4.40	GPM
	Q (GPM):	999.35	Lt/hr
	Diámetro humedecimiento:	82.00	Pies
	Diámetro humedecimiento.	24.99	m
	Radio humedecimiento:	41.00	Pies
	Radio humedecimiento.	12.50	m
	S (área).	490.62	m2
	PP=Q/S (área aspersor Teórico)	4.07	mm/Hr
	PP=Q/S (área aspersor Catálogo)	0.50	In/Hr
	PP=Q/S (área aspersor Catálogo)	12.70	mm/Hr
	Factor de repetición de Riego	4.00	
	Precipitación Real de Riego	50.80	mm/Hr
	Ea:	100%	
	HA (diario)=(Fr*Etc)/Ea:	21.86	mm
	Tiempo de riego Teórico (HA/PP):	5.36	hr
	Tiempo de riego catálogo (HA/PPCat.)	0.43	hr
	Factor de Reducción Por Giro	1.00	
	Tiempo Real de Riego (Tiempo Cat/Freduccion)	0.43	hr
2	# de aspersores en campo:	6	
	Aspersores con cobertura a 180°	4	
	Aspersores con cobertura a 360°	2	
3	**Cálculo de Caudales**		
	Caudal total:	5,996.07	Lt/hr
	Caudal de riego por día:	2,579.70	Lt/día
	Caudal de riego por día:	2.58	m3/día

Tabla 12.– Cálculo de caudal de riego por día Sector A3.
Fuente: Elaboración Propia.

4.5. Trazado y Dimensionamiento de la Red del sistema de Riego

En este inciso se presentan las modelaciones necesarias para el dimensionamiento de la red, la definición de los RDE, cálculo de los equipos de bombeos y trazado final de las tuberías.

4.5.1. Modelación en EPANET

Para el dimensionamiento de la red, primeramente, se realizó el trazado de los recorridos de la red hasta llegar a todos de los aspersores de la cancha deportiva.

El cálculo de las pérdidas se realizó a partir de la distribución de caudales en cada una de las zonas de las baterías sanitarias, con el software de uso libre Epanet v2.0 desarrollado por la EPA. (Environmental Protection Agency), las redes se simularon hasta llegar a una solución favorable en cuanto a presiones a un costo mínimo y los caudales de consumo de cada aparato teniendo en cuenta la simultaneidad antes mencionada, las presiones y los caudales requeridos:

Caudal	Caudal máximo probable
Ecuación de perdidas	Darcy-Weisbach
Presión mínima	70 PSI
Coeficiente de Rugosidad	0.0015 PVC

Tabla 13. Criterios de simulación en EPANET.

La presión disponible en cualquier punto de la red debe ser como mínimo la dispuesta para cada uno de los aspersores a utilizar.

Consecutivamente, se presentan las redes simuladas, y los resultados obtenidos en cuanto a presiones y caudales, teniendo en cuenta que antes de llegar a estos resultados se dimensionaron las redes, de acuerdo con los diámetros mínimos requeridos. Se realiza la simulación para el sistema de riego de la grama de la cancha de béisbol.

SIMULACIÓN DE LA RED

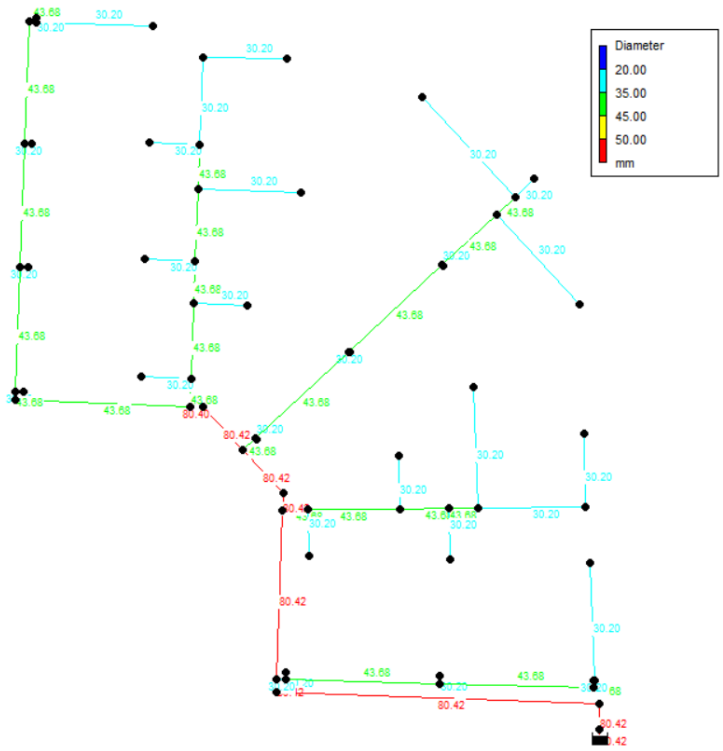


Figura 5. Diámetros de la red de distribución de la cancha de softbol

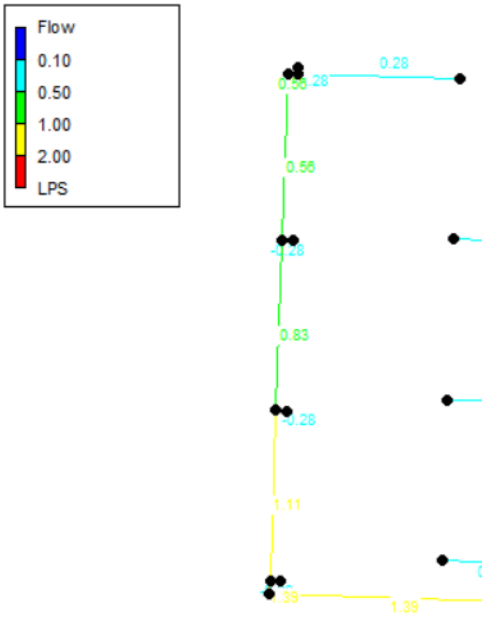


Figura 6. Caudales de la red de distribución de la cancha de softbol Sector A1

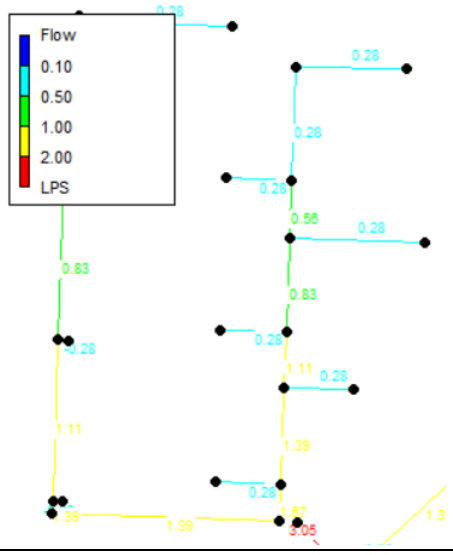


Figura 7 Caudales de la red de distribución de la cancha de softbol Sector A2

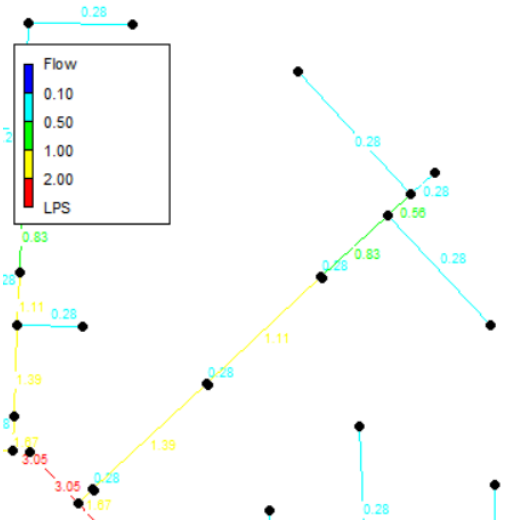


Figura 8. Caudales de la red de distribución de la cancha de softbol Sector A3

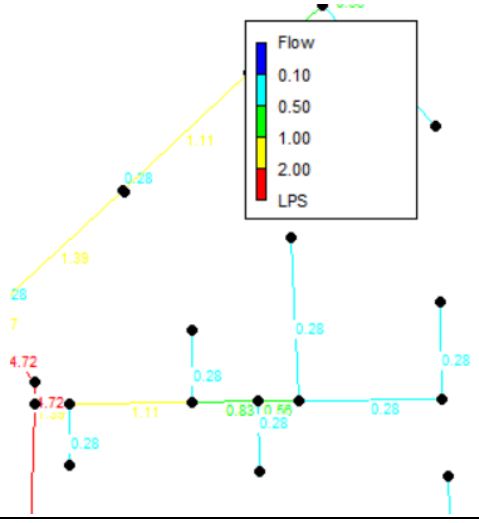


Figura 9. Caudales de la red de distribución de la cancha de softbol Sector B1

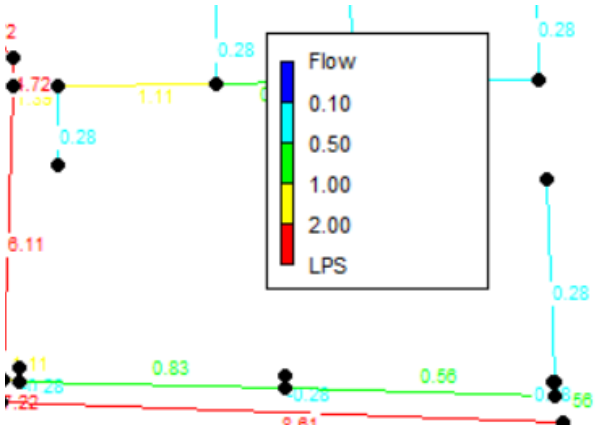


Figura 10. Caudales de la red de distribución de la cancha de softbol Sector B2

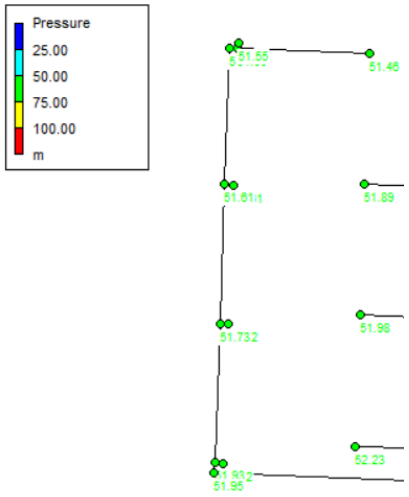


Figura 11. Presiones de la red de distribución de la cancha de softbol Sector A1

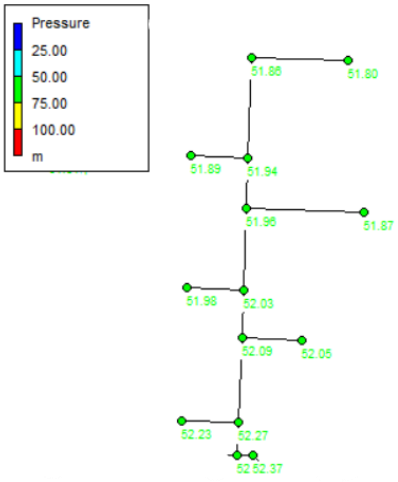


Figura 12. Presiones de la red de distribución de la cancha de softbol Sector A2

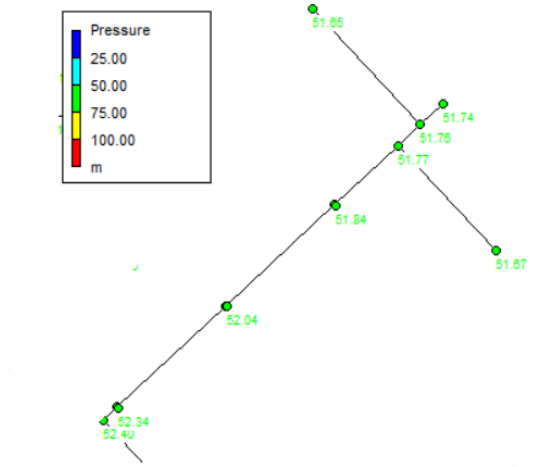


Figura 13. Presiones de la red de distribución de la cancha de softbol Sector A3

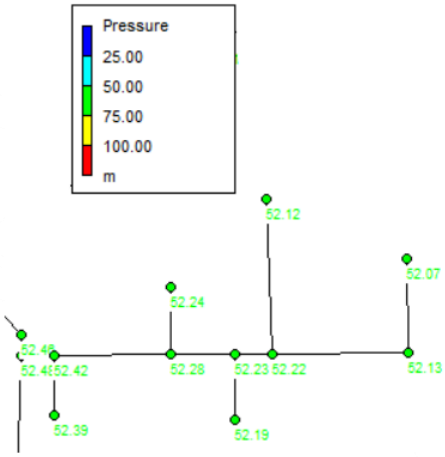


Figura 14. Presiones de la red de distribución de la cancha de softbol Sector B1

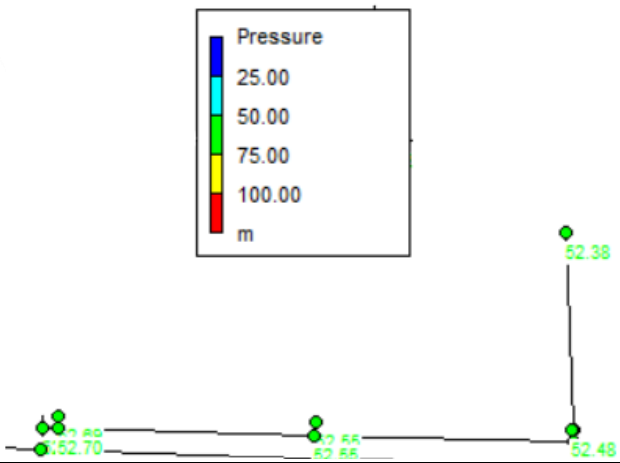


Figura 15. Presiones de la red de distribución de la cancha de softbol Sector B2

4.5.2. Chequeo de sobrepresión máxima y determinación de RDE de las tuberías

Selección de la tuberia		
Información Tuberia PVC	**Datos**	
RDE: 32.5 - 26 - 21 - 13.5	13.50	PVC
Presión de trabajo	220.50	m.c.a.
Modulo de compresión del agua ***K*** :	20,600.00	Kg/cm2
Modulo de elasticidad de la tubería ***E*** :	28,100.00	Kg/cm2
Velocidad de la onda ***a***:	462.40	m/s
Caudal	0.28	lps
Diametro interno 90mm:	28.48	mm
Velocidad del flujo:	0.44	m/s
Aceleración de la gravedad ***g:***	9.81	m/s2
Sobrepresión máxima en m.c.a por golpe de ariete ***P*** :	20.72	m
Revisión de presiones		
Presión de trabajo disponible	21.88	m
Sobrepesión máxima	26.93	m
Presión sometida la tuberia	48.81	m
Presión de Trabajo	220.50	m
Resultado	**OK**	
Seguridad	171.69	m

A continuación, de la

Tabla 14 a la **Tabla 17** se presentan los chequeos de la sobrepresión máxima en las tuberías, para definir los RDE a utilizar en las mismas.

- ✓ **Tubería 1'' – caudal máximo: 0.28 l/s**

Selección de la tuberia		
Información Tuberia PVC	**Datos**	
RDE: 32.5 - 26 - 21 - 13.5	13.50	PVC
Presión de trabajo	220.50	m.c.a.
Modulo de compresión del agua ***K*** :	20,600.00	Kg/cm2
Modulo de elasticidad de la tubería ***E*** :	28,100.00	Kg/cm2
Velocidad de la onda ***a***:	462.40	m/s
Caudal	0.28	lps
Diametro interno 90mm:	28.48	mm
Velocidad del flujo:	0.44	m/s
Aceleración de la gravedad ***g:***	9.81	m/s2
Sobrepresión máxima en m.c.a por golpe de ariete ***P*** :	20.72	m
Revisión de presiones		
Presión de trabajo disponible	21.88	m
Sobrepesión máxima	26.93	m
Presión sometida la tuberia	48.81	m
Presión de Trabajo	220.50	m
Resultado	**OK**	
Seguridad	171.69	m

Tabla 14. Chequeo de golpe de ariete para tubería 1" RDE 13.5.

Fuente: elaboración propia.

Selección de la tuberia		
Información Tuberia PVC	**Datos**	
RDE: 32.5 - 26 - 21 - 13.5	21.00	PVC
Presión de trabajo	140.00	m.c.a.
Modulo de compresión del agua ***K*** :	20,600.00	Kg/cm2
Modulo de elasticidad de la tubería ***E*** :	28,100.00	Kg/cm2
Velocidad de la onda ***a***:	367.52	m/s
Caudal	0.28	lps
Diametro interno 90mm:	30.20	mm
Velocidad del flujo:	0.39	m/s
Aceleración de la gravedad ***g:***	9.81	m/s2
Sobrepresión máxima en m.c.a por golpe de ariete ***P*** :	14.64	m
Revisión de presiones		
Presión de trabajo disponible	21.88	m
Sobrepesión máxima	19.04	m
Presión sometida la tuberia	40.91	m
Presión de Trabajo	140.00	m
Resultado	**OK**	
Seguridad	99.09	m

Tabla 15. Chequeo de golpe de ariete para tubería 1" RDE 21.

Fuente: elaboración propia.

✓ **ubería 1.5'' – caudal máximo: 1.39 l/s**

Selección de la tuberia		
Información Tuberia PVC	**Datos**	
RDE: 32.5 - 26 - 21 - 13.5	21.00	PVC
Presión de trabajo	140.00	m.c.a.
Modulo de compresión del agua ***K*** :	20,600.00	Kg/cm2
Modulo de elasticidad de la tubería ***E*** :	28,100.00	Kg/cm2
Velocidad de la onda ***α***:	367.52	m/s
Caudal	1.39	lps
Diametro interno 90mm:	43.68	mm
Velocidad del flujo:	0.93	m/s
Aceleración de la gravedad ***g:***	9.81	m/s2
Sobrepresión máxima en m.c.a por golpe de ariete ***P*** :	34.75	m
Revisión de presiones		
Presión de trabajo disponible	21.88	m
Sobrepesión máxima	45.18	m
Presión sometida la tuberia	67.05	m
Presión de Trabajo	140.00	m
Resultado	**OK**	
Seguridad	72.95	m

Tabla 16. Chequeo de golpe de ariete para tubería 1.5" RDE 21.
Fuente: elaboración propia.

✓ **Tubería 3'' – caudal máximo: 5.34 l/s**

Selección de la tuberia		
Información Tuberia PVC	**Datos**	
RDE: 32.5 - 26 - 21 - 13.5	21.00	PVC
Presión de trabajo	140.00	m.c.a.
Modulo de compresión del agua ***K*** :	20,600.00	Kg/cm2
Modulo de elasticidad de la tubería ***E*** :	28,100.00	Kg/cm2
Velocidad de la onda ***α***:	367.52	m/s
Caudal	8.61	lps
Diametro interno 90mm:	80.42	mm
Velocidad del flujo:	1.70	m/s
Aceleración de la gravedad ***g:***	9.81	m/s2
Sobrepresión máxima en m.c.a por golpe de ariete ***P*** :	63.50	m
Revisión de presiones		
Presión de trabajo disponible	21.88	m
Sobrepesión máxima	82.55	m
Presión sometida la tuberia	104.43	m
Presión de Trabajo	140.00	m
Resultado	**OK**	
Seguridad	35.57	m

Tabla 17. Chequeo de golpe de ariete para tubería 3" RDE 21.
Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta los resultados de golpe de ariete, se definieron los siguientes diámetros y calibres para las tuberías hidráulicas:

- ✓ Tubería 1'' - RDE 21
- ✓ Tubería 1.5'' – RDE 21
- ✓ Tubería 3'' – RDE 21

5. EQUIPOS Y ACCESORIOS DEL SISTEMA

5.1. Diseño de equipo de presión

Para este caso, esta consultoría propone un sistema de bombeo, compuesto por 2 bombas eléctricas de alta presión. La altura dinámica total requerida por el equipo se define, como la altura que fue necesaria suministrar al sistema simulado en EPANET, para garantizar las presiones mínimas requeridas en cada uno de los aparatos existentes. En la siguiente tabla presentan las características mínimas requeridas para el equipo de bombeo.

Caudal Problable	8.61	L/s
	136	GPM
Altura Req	54	mca
	76.79	psi

Tabla 18. Características requeridas para equipo de bombeo.

Fuente: elaboración propia.

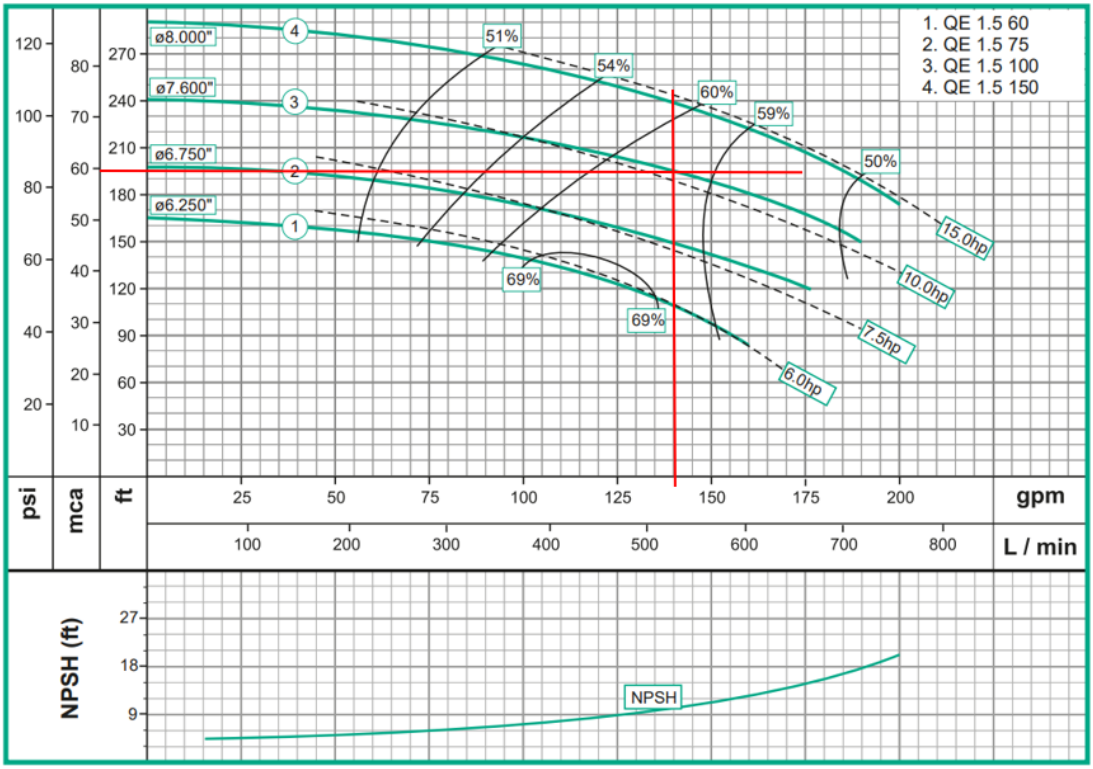
De acuerdo con lo anterior, se recomienda un equipo de bombeo con las siguientes características o similar:



Modelo	Ref.	Potencia (HP)	Voltaje	H max. (mca) *	Q max. (GPM) **	Succión	Descarga	Peso (Kg)
QE 1.5 60	1E0554	6.0	220/440	50	160	2"	1-1/2"	56.0
QE 1.5 75	1E0536	7.5	220/440	60	175	2"	1-1/2"	56.0
QE 1.5 100	1E0537	10.0	220/440	73	192	2"	1-1/2"	83.0
QE 1.5 150	1E0538	15.0	220/440	88	200	2"	1-1/2"	93.0

* La altura (H) máxima se logra con la válvula totalmente cerrada. (mca= metros columna de agua).
** El caudal (Q) máximo se logra con la válvula totalmente abierta. (gpm= galones por minuto).

Ilustración 8. Especificaciones técnicas de la bomba



5.2. Equipos de Control

5.2.1. Controlador del equipo de filtración

Se propone para el equipo de filtración una unidad de control que permita la activación del retrolavado por hora determinada o diferencia de presión. Esto para mejorar las condiciones de operación y procurar la automatización del sistema.

Para recomendar este equipo, nuevamente nos remitimos, a catalogo comercial de Rain Bird, sin embargo, este elemento puede ser reemplazado por otra marca, siempre y cuando cumpla con los requerimientos técnicos mencionados.



Ilustración 9. Unidad de control Rain Bird Filtron 110

El “FILTRON 1-10” es un controlador de retrolavado de tipo modular para filtros automáticos de 1 a 10 estaciones. Hay disponibles modelos para corriente continua (DC) y alterna (AC).

El modelo DC puede ser energizado ya sea por medio de 6v DC o 12v DC y activa solenoides de tipo latch de 12v DC de 2 hilos. La tensión para la conmutación de solenoides es aportada por una bomba de carga.

El modelo AC contiene un transformador interno que puede ser alimentado por 110V o 220V de la cual se genera 24v AC para los solenoides. Los ciclos de lavado pueden ser disparados ya sea por tiempo o por medio del sensor electrónico de DP cuando alcanza el valor prefijado, o por una señal de contacto seco proveniente de un sensor de DP de tipo externo. Los problemas de bucle sin fin (looping) pueden ser eliminados mediante la detección de ciclos consecutivos repetidos que sobrepasan el valor predefinido.

La unidad puede en forma opcional manejar una válvula Sostenedora de Presión, y una salida de Alarma. Está equipada con una pantalla de LCD personalizada y un teclado. Contabiliza en forma separada el número de ciclos de lavado disparados por DP, por tiempo o en forma manual.

5.3. Programador

Para la automatización del sistema, se propone la instalación de un programador, el cual será el encargado de enviar las señales a os diferentes equipos para ordenar sus encendidos o aperturas y apagados o cierres.

Para recomendar este equipo una vez más nos remitimos al catálogo comercial de Rain Bird, sin embargo, este elemento puede ser reemplazado por otra marca, siempre y cuando cumpla con los requerimientos técnicos mencionados.

ESP-TM2 Modelo de segunda generación: El controlador de riego ESP-TM2 es la opción perfecta para instalaciones residenciales básicas. Este controlador ofrece sencillas funciones de ahorro de agua que realmente utilizará. Con la flexibilidad que ofrecen 3 programas y 4 tiempos de arranque por programa, podrá personalizar el horario de riego para que se ajuste a las necesidades de su jardín. El ESP-TM2 presenta la interfaz Extra-Simple Programming (programación extrafácil) a la que está acostumbrado, dentro de un controlador construido para su longevidad.



Ilustración 10. Programador ESP-TM2 Rain Bird.

5.4. Trazado de la Red

Para observación detallada del trazado de la red de riego, en el anexo 1 se presentan los planos de diseño.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ El diseño del sistema de Riego del proyecto “CONSTRUCCIÓN DE LA NUEVA CANCHA DE SOFTBOL DEL BARRIO EL PRADO EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA – DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.” se realizó de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes, establecidos en el Código colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias, Norma Técnica Colombiana NTC 1500 – Cuarta Edición y la Resolución 0330 de 2017 – “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, cuyos resultados se encuentran consignados en la memoria técnica y planos del diseño que se anexan debidamente firmados.
- ✓ Se deben usar aspersores retractiles en la cancha de softbol de manera que salgan del terreno durante el riego y una vez finalizado vuelvan a su funda bajo el terreno.
- ✓ Se deben usar aspersores de riego parcial en las zonas perimetrales de la cancha con el fin de poder graduar su ángulo de giro y humedecimiento durante la operación para evitar mojar las zonas de circulación que no requieren riego.
- ✓ De acuerdo con los requisitos mínimos de operación para los aspersores retractiles estos deberán ser 70 PSI.
- ✓ Se debe instalar un manómetro en la salida de la bomba con el fin de verificar que la presión en el sistema en ningún momento exceda de 100 m.c.a. debido a que esta es la presión máxima de operación de las tuberías.
- ✓ Cuando el sistema de riego esté implantado se recomienda chequear el sistema de bombeo a un término de una semana, para verificar que esté cumpliendo con el riego, en caso de no ser así, aumentar la presión de la bomba para cumplir con el riego requerido
- ✓ Las tuberías por emplear son de PVC y deberán contar con una presión de trabajo mínima de 200 psi lo que comercial se conoce como RDE 21, esto aplica para las tuberías de 1”, 1-1/2” y 3”.
- ✓ En ningún momento se podrán reemplazar los diámetros contemplados en el diseño sin previa autorización del diseñador del sistema asimismo todas las tuberías deberán cumplir con la RDE especificada y no podrá ser variada en obra.
- ✓ Las tuberías deberán estar desplantas como máximo a 0.45 metros medidos desde el nivel final de obra o el nivel de acabado.
- ✓ Se debe realizar una conexión de agua potable para el abastecimiento del tanque de almacenamiento para cuando no exista precipitaciones que cumplan con el abastecimiento de la grama a tratar. Además, esta agua será distribuirá desde el tanque de almacenamiento en concreto, mediante la utilización de equipos de bombeos recomendados, que mantendrán el sistema de agua.
- ✓ La distribución se realizará mediante tuberías PVC P tipo PAVCO o similar, las cuales se instalarán de acuerdo con las recomendaciones técnicas y de fabricantes.

- ✓ Se recomienda instalar válvulas de control de respaldo en los sitios claves antes de las electroválvulas o válvulas solenoides para manejo manual, mantenimiento y operación del sistema. Igualmente, cada sistema contendrá válvulas de control principal para realizar corte de agua por áreas, de acuerdo las necesidades de operación y funcionamiento.
- ✓ La información de longitudes, diámetros, detalles constructivos, cajas de registro y demás información relevante para la construcción del proyecto se encuentra contenida en los planos de diseño, los cuales hacen parte integral del presente informe.
- ✓ Se recomienda seguir las indicaciones de los fabricantes de la tubería y equipos electromecánicos a instalar en obra.
- ✓ Se recomienda no realizar ninguna modificación al presente diseño, salvo que sea estrictamente necesario, y en tal caso, debe ser previamente consultado al profesional responsable de diseño y avalado por la interventoría.
- ✓ Es necesario realizar las pruebas de presión de las tuberías antes de cerrar las excavaciones y en ningún momento se podrá exceder la presión máxima soportada por las tuberías.
- ✓ Se debe garantizar en todo momento que las tuberías sean ortogonales al momento de utilizar accesorios como codos, tees y en el caso de los codos de 45° debe garantizar que se respete este ángulo en toda la trayectoria de las tuberías.
- ✓ En aras de proveer la ubicación más cercana para realizar las conexiones a las redes de servicio público, esta consultoría presenta una proyección de los posibles puntos de conexión a la infraestructura existente, para de esta manera facilitar las obras a realizar por la Empresa Operadora de Servicios Públicos que corresponda, quienes en su momento definirán desde su criterio si es mantenida o modificada.