



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DEL SISTEMA RECOLECTOR DE AGUAS PLUVIALES Y RED
DE RIEGO DEL ESTADIO VALERIANO GAVINELLI DE LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTORES: ANDREA SALOMÉ DUTÁN NAVAS
PABLO ANDRÉS AVILÉS ASTUDILLO
TUTOR: ING. CHRISTIAN PAUL MERA PARRA, MSc.

Cuenca – Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Pablo Andrés Avilés Astudillo con documento de identificación N° 0105667943 y Andrea Salomé Dután Navas con documento de identificación N° 0302538244; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 26 de julio del 2024

Atentamente,



Pablo Andrés Avilés Astudillo

0105667943



Andrea Salomé Dután Navas

0302538244

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Pablo Andrés Avilés Astudillo con documento de identificación N° 0105667943 y Andrea Salomé Dután Navas con documento de identificación N° 0302538244, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: Diseño del sistema recolector de aguas pluviales y red de riego del estadio Valeriano Gavinelli de la Universidad Politécnica Salesiana, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 26 de julio del 2024

Atentamente,

Pablo Andrés Avilés Astudillo

0105667943

Andrea Salomé Dután Navas

0302538244

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Christian Paúl Mera Parra con documento de identificación N° 1804404034, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DEL SISTEMA RECOLECTOR DE AGUAS PLUVIALES Y RED DE RIEGO DEL ESTADIO VALERIANO GAVINELLI DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, realizado por Pablo Andrés Avilés Astudillo con documento de identificación N° 0105667943 y Andrea Salomé Dután Navas con documento de identificación N° 0302538244, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 26 de julio del 2024

Atentamente,



Christian Paúl Mera Parra

1804404034

DEDICATORIA

A Dios y María, por ser mi sustento y amparo en esta hermosa etapa, brindándome sabiduría, amor y perseverancia para lograr cada desafío que se presenta en mi camino.

A mis padres les dedico este éxito que marca el fin de mi etapa académica, son el ejemplo de vida y amor más grande que puedo tener, sus valores y enseñanzas son como un faro que guía mi existencia y me iluminará en cada porvenir de mi camino.

Pablo Avilés

Para Alba y Raúl, mis padres, porque nunca me hizo falta su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme el valor de la perseverancia y el esfuerzo. A mis hermanas, que con su compañía y ánimo me han impulsado a seguir adelante.

Por y para ustedes, que me enseñaron a reír, a vivir y a luchar.

Salomé Dután

AGRADECIMIENTO

A mi amada familia, Claudio y Marcía, su amor incondicional, apoyo eterno y sacrificios interminables han sido la base sobre la que he construido cada uno de mis logros. A mis hermanos, Diana y Josué, sus consejos y compañía me han sostenido en los momentos más complicados. A mi tía y abuelita, gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba. A mi tío que me cuida desde el cielo, gracias por confiar en mí y permitirme alcanzar esta gran meta.

A mis ángeles del camino, quienes tuve el placer de conocer desde muy temprana edad: Andrés LL, Mateo R, Paul G, Julián C. También aquellos que conocí a lo largo de esta etapa: José B, Israel L, Salomé D, Elinor F. Su amistad ha sido un regalo del cielo y siempre estaré agradecido por todas las risas y consejos, que me han dado la fuerza para seguir adelante y no rendirme.

Pablo Avilés

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han sido parte de esta travesía con su constante apoyo y motivación. A mi director de tesis, Ing. Christian Mera, por su invaluable guía, paciencia y apoyo.

A mis padres, quienes jamás dudaron de mí e hicieron lo imposible para que logré cumplir mis sueños. A mis hermanas Tatiana, Mayra y Sofía por ser mis cómplices y ofrecerme una palabra de apoyo o una risa cuando más lo necesitaba. A mi familia, por su amor y sacrificio, gracias por siempre caminar junto a mí. Finalmente, a mis amigos, por hacer de esta etapa inolvidable. Elinor F. Pablo A. José B. Israel L. quienes han sido mis aliados durante todo este trayecto. Y a aquellas personas que me han impulsado a seguir adelante y han sido mi compañía en todo momento, Viviana R. Karissa C. y Katherine N.

Hacia ustedes siempre mi gratitud.

Salomé Dután

Índice

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
Lista de Tablas	VIII
Lista de Figuras	X
Resumen	1
Abstract	2
CAPITULO I	3
1. Glosario	3
2. Introducción	5
3. Problema de estudio	5
3.1. Antecedentes	5
3.2. Descripción del problema	7
3.3. Importancia y alcances	9
3.4. Delimitación	9
3.4.1. Espacial o geográfica	9
3.4.2. Temporal	11
3.4.3. Sectorial o institucional	11
3.5. Problema General	11
3.6. Problemas Específicos	12
4. Justificación	12
5. Objetivos	13
5.1. Objetivo General	13
5.2. Objetivos Específicos	13
6. Propuesta de solución	14

CAPITULO II	15
7. Marco teórico	15
7.1. Red de recolección de aguas pluviales	15
7.2. Instalaciones hidrosanitarias	16
7.2.1. Componentes de Instalaciones hidrosanitarias	16
7.3. Conceptualización de los sistemas de riego	17
7.3.1. Irrigación	17
7.3.2. Riego a Presión	17
7.3.3. Riego por aspersión	18
7.3.4. Red de riego en los sistemas por aspersión	19
7.4. Diseño Agronómico de los sistemas de riego	19
7.4.1. Marco aspersores	20
7.4.2. Lluvia promedio del sistema	22
7.4.3. Tipo de cultivo a implementar	23
7.5. Requerimientos hídricos del cultivo	23
7.5.1. Evapotranspiración	24
7.5.2. Evaporación	24
7.5.3. Transpiración	24
7.6. Variables que afectan la evapotranspiración	24
7.6.1. Factores climáticos	25
7.6.2. Características del cultivo	25
7.6.3. Manejo y condiciones ambientales	25
7.7. Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET _o)	26
7.7.1. Evapotranspiración potencial (E _{pt})	27
7.8. Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ET _c)	28
7.8.1. Coeficiente de cultivo (K _c)	28
7.8.2. Evapotranspiración real	28
7.9. Factores que determinan K _c	29
7.9.1. Tipo de cultivo	29
7.9.2. Clima	29
7.9.3. Evaporación del suelo	29
7.10. Diseño Hidráulico de los sistemas de riego	30
7.10.1. Criterios de diseño de las tuberías móviles	30
7.10.2. Efectos de una mala uniformidad	31

7.11. Tratamiento de aguas pluviales	32
7.11.1. Calidad del agua pluvial	32
7.11.2. Calidad del agua para el riego	33
7.11.3. Propiedades Físicas del agua	35
7.11.4. Tratamiento del agua	35
CAPITULO III	38
8. Marco Metodológico	38
8.1. Materiales y Equipos	38
8.2. Recolección y análisis de información preliminar	38
8.3. Parámetros para el diseño del sistema de recolección	40
8.3.1. Literatura y Normativas	40
8.3.2. Material de las tuberías	41
8.3.3. Coeficiente de escorrentía	41
8.3.4. Intensidad de la lluvia	42
8.3.5. Esfuerzo Cortante	43
8.3.6. Caudal Pluvial	43
8.3.7. Diseño Hidráulico	44
8.3.8. Diseño de Pozos de revisión	45
8.3.9. Diseño de Cajas de Revisión	46
8.4. Diseño agronómico	46
8.4.1. Velocidad de infiltración	46
8.4.2. Información del suelo	49
8.4.3. Información del cultivo y demanda de riego	51
8.4.4. Datos del aspersor	52
8.4.5. Requerimientos hídricos del cultivo	53
8.5. Diseño Hidráulico de la red de riego	60
8.5.1. Disposición de los aspersores	60
8.5.2. Dimensionamiento de las tuberías	61
8.5.3. Material de las tuberías	63
8.5.4. Cálculo de Pérdidas	63
8.5.5. Cálculo de coeficiente de emisor	64
8.6. Selección y dimensionamiento de bombas	65
8.6.1. Caudal mínimo de bombeo	65

8.6.2.	Altura manométrica Total (TDH) o Carga dinámica (Hb)	66
8.6.3.	Potencia teórica	67
8.6.4.	NPSH disponible	68
8.6.5.	Potencia Real	69
8.7.	Diseño del equipo hidroneumático	69
8.8.	Diseño hidráulico del desarenador	70
8.8.1.	Caudal de diseño	70
8.8.2.	Velocidad a la cual el sólido se sedimenta (Vs)	71
8.8.3.	Tiempo que tarda la partícula en llegar al fondo	74
8.8.4.	Cálculo del número de Hazen	74
8.8.5.	Cálculo del periodo de retención hidráulico	75
8.8.6.	Cálculo del volumen del tanque	76
8.8.7.	Área superficial y dimensiones del tanque	76
8.8.8.	Cálculo de la carga hidráulica superficial	77
8.8.9.	Cálculo de la velocidad de sedimentación teórica	77
8.8.10.	Cálculo del diámetro teórico mínimo de la partícula a remover	78
8.8.11.	Cálculo de la velocidad horizontal	78
8.8.12.	Elementos del desarenador	79
8.9.	Diseño hidráulico del tanque de almacenamiento	80
8.9.1.	Volumen de almacenamiento	80
8.9.2.	Altura del tirante de agua	80
8.9.3.	Ancho de la base	80
8.9.4.	Largo de la base	81
8.9.5.	Bordo libre del reservorio	81
8.9.6.	Altura total del reservorio	82
8.9.7.	Volumen máximo de almacenamiento	82
9.	Resultados	83
9.1.	Diseño de la red de conducción	83
9.1.1.	Dimensiones de las tuberías de conducción	84
9.1.2.	Dimensiones de las cajas de revisión	85
9.2.	Diseño agronómico	86
9.2.1.	Datos meteorológicos	86
9.2.2.	Velocidad de infiltración	87
9.2.3.	Información del suelo	88

9.2.4.	Información del cultivo y demanda de riego	89
9.2.5.	Datos del aspersor	89
9.2.6.	Requerimientos hídricos del cultivo	91
9.3.	Estación de Bombeo	92
9.3.1.	Tanque hidroneumático	95
9.4.	Red de riego	96
9.4.1.	Emisores	97
9.4.2.	Tuberías	99
9.4.3.	Variación de los niveles de la cisterna de almacenamiento	99
9.4.4.	Curva de presiones en el riego completo del estadio	100
9.4.5.	Verificación adicional de hidrantes	101
9.5.	Diseño hidráulico del desarenador	103
9.6.	Diseño hidráulico del tanque de almacenamiento	104
10.	Presupuesto	104
11.	Conclusiones	112
12.	Recomendaciones	113
	Referencias	118
	ANEXOS	119
	SECCIÓN A: PLANOS	120
	SECCIÓN B: HOJAS DE CÁLCULO	128
	SECCIÓN C: REPORTES WATERGEMS	154
	SECCIÓN D: PRESUPUESTO	163

Lista de Tablas

1.	Información meteorológica Estación M067	10
2.	Calidad del agua FAO	34
3.	Valores de C	42
4.	Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados	45
5.	Dimensiones de las cajas de revisión en función del diámetro de los colectores de salida	46
6.	Tipo de textura del suelo con base en la velocidad de infiltración.	49
7.	Velocidad de la tubería de succión conforme al diámetro	62
8.	Valores de K	64
9.	Valores iniciales del diseño	83
10.	Dimensiones tuberías	84
11.	Dimensiones cajas de revisión	85
12.	Datos meteorológicos mensuales estación M0426.	87
13.	Ensayo del infiltrómetro de doble anillo.	87
14.	Resultados del ensayo del infiltrómetro de doble anillo.	88
15.	Información del suelo.	88
16.	Información del cultivo y demanda de riego.	89
17.	Datos técnicos del aspersor.	90
18.	Requerimientos hídricos del cultivo.	91
19.	Datos de selección de la bomba	93
20.	Dimensiones de la bomba brindadas por el fabricante.	95
21.	Dimensiones del Tanque Hidroneumático brindadas por el fabricante.	96
22.	Reporte de nodos	97
23.	Reporte de tuberías	99
24.	Reporte de hidrantes	102
25.	Diseño hidráulico del desarenador.	103
26.	Diseño hidráulico del tanque de almacenamiento.	104

Lista de Figuras

1.	Datos Pluviométricos	8
2.	Ubicación de la Universidad	10
3.	Fotografía del Estadio Valeriano Gavinnelli	11
4.	Marco de riego cuadrado	20
5.	Marco de riego triangular	21
6.	Marco de riego rectangular	22
7.	Variabes que afectan la evapotranspiración	25
8.	Distribución de presiones	31
9.	Distribución del agua	32
10.	Sistema de riego actual en el estadio.	39
11.	Antena móvil del equipo Mobile Mapper Spectra Precisión	40
12.	Ensayo del infiltrómetro de doble anillo.	47
13.	Propiedades físicas del suelo.	50
14.	Factor de corrección de infiltración.	50
15.	Profundidad radicular efectiva del cultivo.	51
16.	Coefficientes de cultivo.	51
17.	Traslape del marco de riego.	52
18.	Máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo.	54
19.	Diámetro mojado de los aspersores	60
20.	Movilidad de los aspersores	61
21.	Velocidad de sedimentación de la partícula.	72
22.	Número de Hazen.	75
23.	Conducción	83
24.	Valores mensuales de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET _o).	86
25.	Aspersor.	90
26.	Caseta de bombeo	92
27.	Equipo de bombeo	93
28.	Curvas características de la bomba	94
29.	Dimensiones bomba	95
30.	Dimensiones del tanque hidroneumático	96
31.	Trazado de red en WATERCAD	97
32.	Variación de las presiones y caudales en cada aspersor	98
33.	Tanque	99

34.	Tanque	100
35.	Curvas de presión	101
36.	hidrantes	102

Resumen

El presente proyecto técnico aborda el diseño de un sistema integral para la recolección de aguas lluvias y su reutilización a través de una red de riego para el estadio Valeriano Gavinelli de la Universidad Politécnica Salesiana. La principal finalidad de esta tesis es optimizar el uso del recurso hídrico y promover prácticas sostenibles para la gestión del riego de los espacios verdes dentro de la universidad.

El objetivo general es diseñar un sistema eficaz de recolección de aguas pluviales y una red de riego complementaria para mejorar el uso sostenible del recurso hídrico dentro de la universidad, reduciendo el consumo del agua potable. Los objetivos específicos incluyen analizar el sistema de drenaje existente, plantear un tratamiento para separar y remover partículas sólidas que se encuentran presentes en el agua, diseñar el sistema de recolección, conducción y almacenamiento e integrar una red de riego por aspersión para mantener las condiciones óptimas del césped del estadio. Además de realizar el presupuesto del proyecto para identificar su costo.

La metodología involucra obtener la información topográfica del estadio y de los componentes del sistema de recolección, obtener las variables de diseño para el sistema de conducción, realizar el diseño agronómico en función de los requerimientos hídricos del cultivo del césped, efectuar el diseño hidráulico de la red de riego con sus componentes y dimensionar el tanque de almacenamiento y el desarenador.

Los resultados señalan que el diseño propuesto es óptimo para recolectar, tratar y almacenar un volumen importante de agua lluvia, satisfaciendo la demanda de agua necesaria para el riego del estadio y zonas verdes aledañas. El sistema de riego por aspersión planteado asegura una distribución uniforme y eficiente del agua, reduciendo el consumo de agua potable y manteniendo las condiciones óptimas del estadio.

En conclusión, el diseño integral del sistema recolector de aguas pluviales y red de riego del estadio Valeriano Gavinelli es viable y beneficioso desde el enfoque económico y ambiental. Este proyecto ayuda a mantener las condiciones de los espacios verdes de la universidad, impulsando el uso responsable del agua y ejerciendo de modelo para futuros proyectos.

Palabras clave: Sistema de recolección, Riego a presión, Uso eficiente del agua lluvia, Requerimientos hídricos, Tratamiento del agua pluvial.

Abstract

The present technical project approaches the design of a comprehensive system for rainwater harvesting and reuse through an irrigation system for the Valeriano Gavinelli Stadium of the Politécnica Salesiana University. The main purpose of this thesis is to optimize the use of water resources and promote sustainable practices for the management of irrigation of green spaces within the university.

The general objective is to design an effective rainwater harvesting system and a complementary irrigation system to improve the sustainable use of water resources within the university, reducing drinking water consumption. Furthermore, specific objectives include analyzing the existing drainage system, proposing a treatment to separate and remove solid particles that are present in the water, designing the harvesting system, driving, storage and integrate a sprinkler irrigation system to maintain optimal conditions of the stadium lawn. Furthermore, performing the project budget to identify its cost.

The methodology involves obtaining the topographic information of the stadium and the components of the harvesting system, determining the parameters for the design of the driving system, performing the agronomic design according to the water requirements of the lawn cultivation, performing the hydraulic design of the irrigation system with its components and size the storage tank and the remover.

The results indicate that the proposed design is optimal to harvest, treat and store a significant volume of rainwater, meeting the demand for water needed for irrigation of the stadium and surrounding green areas. The proposed sprinkler irrigation system ensures an uniform and efficient distribution of water, reducing drinking water consumption and maintaining optimal stadium conditions.

In conclusion, the comprehensive design of the rainwater harvesting system and irrigation system of the Valeriano Gavinelli Stadium is viable and beneficial from an economic and environmental perspective. This project helps to maintain the conditions of the university's green spaces, promoting the responsible use of water and acting as a model for future projects.

Keywords: Collection system, Pressure irrigation, Efficient use of rainwater, Water requirements, Rainwater treatment.

CAPÍTULO I

1. Glosario

Es importante contextualizar algunos conceptos claves para un mejor entendimiento del estudio realizado.

**Precipitación
máxima en 24
horas:**

Este término hace referencia al volumen máximo de lluvia que se produce en un período continuo de 24 horas en una determinada área. Goulven, Nouvelot, Alemàn, y Pourri (1993)

**Precipitación
media mensual:**

Se refiere a la media de las precipitaciones registradas en una determinada área de drenaje durante un mes específico, indica las variaciones climáticas y el patrón de lluvia de una zona específica.

**Bombeo de
agua:**

Método en el cual se utiliza una bomba hidráulica para incrementar la presión del flujo añadiendo energía al sistema, con el fin de transportar agua desde la zona de menor presión hasta la de mayor presión, aportando al sistema el empuje necesario para distribuir el flujo. Mejía Piña y Salamea Cobos (2011)

Bomba hidráulica:

Sistema mecánico utilizado para intercambiar energía con un fluido contenido o que se mueve a través de ella. Transporta energía al fluido permitiendo que se mueva de un lugar a otro. Heras (2011)

Presión de flujo:

Es la fuerza que ejerce un fluido en movimiento en una dirección específica dentro de un sistema cerrado, la presión se transmite uniformemente en todas las direcciones y aumenta con la profundidad y densidad del líquido. Frank M (2008)

Energía hidráulica:	Se refiere a la energía cinética producida por la fuerza o movimiento de masas de agua, o a la energía potencial del fluido que se tiene a una determinada elevación. Alfaro (2006)
Requerimientos hídricos:	Este concepto engloba las necesidades hídricas del cultivo y la disponibilidad de agua natural en el terreno; factores determinantes de la cantidad de agua para el riego. Quinteros Carabalí y cols. (2019)
Evapotranspiración (ET):	Se refiere a la combinación de procedimientos separados (transpiración y evaporación) mediante los cuales el agua se transporta desde la superficie del suelo hasta la atmosfera en forma de vapor. FAO (2006)
Aspersores:	Dispositivos utilizados mayormente en la irrigación, expulsan agua por medio de pequeños orificios o boquillas en forma de lluvia artificial gracias a la presión hidráulica generada por las tuberías y bombas. Facilitan la programación y control del riego según los requerimientos de cada cultivo. Erazo Yépez (2015)
Eficiencia hídrica:	Se refiere a la reducción de la cantidad de agua empleada en una actividad; este factor se obtiene al relacionar la cantidad de agua requerida y la cantidad de agua realmente utilizada para la actividad, en el caso del riego se busca maximizar la utilización del recurso hídrico y reducir las pérdidas por evaporación o escorrentía. Baeza (2020)
Sustentabilidad:	Capacidad que tiene un sistema de mantenerse a sí mismo en el tiempo sin agotar sus recursos, administrando racionalmente los recursos naturales para precautelar el equilibrio ecológico.
Sostenibilidad:	Se refiere a la gestión de los recursos para satisfacer las necesidades humanas actuales, manteniendo un equilibrio con el cuidado ambiental para no comprometer las exigencias de las sociedades futuras.

2. Introducción

A lo largo de la historia el recurso natural más importante para la supervivencia y desarrollo de la humanidad ha sido el agua, sin embargo, en la actualidad con el progreso de la industria, el crecimiento poblacional y la malversación de este recurso han convertido al agua como uno de los baluartes más fundamentales de todos los países, considerándola un recurso no renovable y buscando estrategias que permitan aprovecharla al máximo.

Una de estas estrategias innovadoras que permiten mitigar el desperdicio de este líquido vital es la recolección y aprovechamiento de las aguas pluviales, de la cual mediante un debido tratamiento se consigue acondicionar las aguas lluvias para reutilizarla en diferentes procesos, ya sea para el consumo humano o para actividades como la agricultura, ganadería o mantenimiento de espacios de recreación.

Podemos constatar como países desarrollados dejaron de considerar el agua lluvia como desperdicio y la empezaron a aprovechar para realizar actividades cotidianas, no obstante, es preocupante observar la poca utilidad que se le da a las aguas pluviales en el Ecuador, el cual al ser un país con presencia de precipitaciones altas y bajas a lo largo de todo el año en cada una de sus regiones naturales, podría dar gran utilidad a este recurso hídrico para reducir el consumo de agua por medios convencionales. Mera (2021)

En relación con esto, el presente trabajo de titulación tiene como finalidad presentar una alternativa innovadora, sustentable y sostenible para la provisión del recurso hídrico mediante el diseño del sistema recolector de aguas lluvias y red de riego del estadio Valeriano Gavinielli de la Universidad Politécnica Salesiana.

3. Problema de estudio

3.1. Antecedentes

El aprovechamiento de aguas pluviales para el consumo cotidiano es un mecanismo que se ha vuelto más frecuente en este tiempo, debido a que; según la ONU, para el año 2050 existirá una escasez de agua, razón por la cual distintos países han buscado una alternativa para obtener agua de calidad. Este método se ha desarrollado mayormente en zonas áridas como el Sur Oeste de Estados Unidos, Australia y el Noreste de México, donde se usa este recurso

hídrico tanto para el consumo doméstico, actividades agrícolas y de ganadería. Juntamente con China y Japón, estos países han liderado en la implementación e innovación de esta técnica de abastecimiento de agua. Carrasco, Abarca, y Aguirre (2022)

Este método de aprovechamiento del agua no es nuevo, ya que diversas civilizaciones antiguas lo emplearon para sus actividades cotidianas. Desde las antiguas poblaciones de Israel y Jordania hasta el Desierto de Negev, Babilonia, la Antigua Roma y China, en ellas se ha encontrado el rastro de la construcción de obras para la captación de aguas pluviales. Estas estructuras fueron especialmente diseñadas para optimizar el suministro de agua en actividades agrícolas, evidenciando así la avanzada ingeniería hidráulica de épocas pasadas. Carrasco y cols. (2022)

No obstante, pese al conocimiento adquirido durante varios años, esta fuente hídrica no es aprovechada adecuadamente, pues casi toda el agua pluvial es evacuada por los sistemas de drenaje que en ocasiones es contaminada con aguas servidas. Situación que también se presenta en nuestro país, pues según la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL) se registra que únicamente un 7% de escorrentia de lluvia y utilizadas en la industria son tratadas, es decir, se desaprovecha al máximo este recurso hídrico teniendo en cuenta que la población aumenta, por tanto, la demanda también lo hará. Faicán Pauta y Matovelle (2022)

Por otra parte, en la ciudad de Cuenca la Empresa ETAPA es la encargada del manejo de los recursos hídricos, la cual fue objeto de estudio en el artículo publicado por Faicán Pauta y Matovelle (2022), donde se puso de manifiesto que el trabajo realizado por ETAPA en cuanto a la gestión de aguas pluviales en el área urbana es insuficiente. La investigación subrayó que esta es una medida que se debe tomar para garantizar este servicio en la ciudad de Cuenca, y sobre todo se destacó la relevancia de realizar una gestión y planificación hídrica más integral y proactiva para mejorar la futura captación de aguas pluviales.

Debido a lo antes mencionado, nos hemos basado en distintos estudios realizados en Ecuador, como lo es la investigación realizada por Baquero Intriago y Barreno Hernández (2022) quienes han realizado un estudio para el diseño de sistemas de aprovechamiento de aguas pluviales para escuelas fiscales rurales, donde se llevó a cabo un análisis técnico de información pluviométrica y geológica del suelo en donde finalmente se logró realizar el diseño y se demostró que el agua obtenida es suficiente considerando la región y la probabilidad de precipitaciones, en un caso desfavorable se recomienda almacenar el agua en tanques de reserva.

Otra investigación se realizó para la Universidad Central del Ecuador, donde se estudió un análisis de la eficiencia hídrica sobre los edificios de la Universidad por medio de cálculos internacionales que dieron como resultado valores promedios de eficiencia, lo cual indica que la recolección de agua lluvia como recurso hídrico alternativo es una opción para elevar estos valores; además, se llega a la conclusión de que el aprovechamiento de aguas pluviales reducen el consumo de agua potable en un 31% minimizando de este modo los gastos de este recurso, además se reduce la posibilidad de inundaciones. Valenzuela (2019)

Cabe recalcar que en Ecuador el sistema de aprovechamiento de aguas lluvia es poco empleado debido a la falta de estudios y recursos. En el caso de Cuenca; pese a su ubicación geográfica, condiciones climáticas y niveles de precipitación favorables para el aprovechamiento pluvial, no se ha optado por implementar y desarrollar este sistema, de lo contrario sería la primera ciudad en hacerlo a nivel nacional. Considerando esta situación, nuestro proyecto busca sumar en el avance de la administración hídrica de la ciudad de Cuenca dando como alternativa el uso de aguas lluvias para el riego del Estadio Valeriano Gavinnelli garantizando la funcionalidad del sistema y sobre todo la conservación de este espacio recreativo.

3.2. Descripción del problema

El Estadio Valeriano Gavinnelli Bovio representa un espacio de recreación, entretenimiento y de encuentro para los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana, así como de otras instituciones, por lo cual requiere de un adecuado mantenimiento para su correcta conservación. A pesar de esto, actualmente no se cuenta con un sistema de riego apropiado que permita mantener las condiciones óptimas del césped, pues la manera en la que se realiza esta actividad es mediante la colocación no planificada de aspersores por un cierto tiempo.

El método de riego que se utiliza es ineficiente debido a que, los aspersores utilizados provocan que la caída del agua sea de manera brusca generando erosión; además, por la extensión del terreno la ubicación de los aspersores se da de manera aleatoria para abarcar toda la zona, provocando que la irrigación realizada no sea uniforme, y por ende no se puedan mantener las condiciones adecuadas para que el césped se encuentre en un estado óptimo.

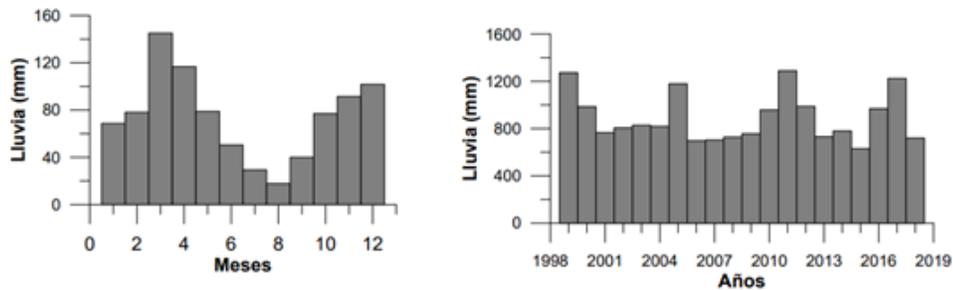
Adicionalmente, la Universidad se ha comprometido con el desarrollo y funcionamiento sostenible y sustentable de las instalaciones, por lo que ha requerido una alternativa para el

suministro del recurso hídrico utilizado para el riego, el cual actualmente se lo hace con agua potable. Ante esta situación, se propone una opción para la irrigación y mantenimiento del Estadio Valeriano Gavinelli, la cual consiste en la recolección del agua pluvial proveniente de los edificios cercanos a este; para posteriormente conducirla hasta un sistema de almacenamiento y bombeo, con el fin de usar este recurso en el riego mediante un sistema de aspersores móviles.

Se debe considerar que el limitante más importante de nuestro planteamiento son las épocas de sequía presentes en la ciudad de Cuenca, pues, durante estos periodos se debe contar con agua almacenada para mantener en buen estado el césped del estadio. Para lo cual, se cuenta con los estudios pluviométricos de esta ciudad, que serán un indicador del caudal para el diseño del sistema de conducción y del volumen de agua necesario para cada difusor ubicado en una zona estratégica en el estadio. Avilés Montero, Mera Parra, y Duque Sarango (2023)

Figura 1

Datos Pluviométricos de la estación de Ucubamba de ETAPA.



Nota: Se observa el comportamiento aual y mensual de la lluvia, elaborado con datos históricos desde 1997 hasta 2019 de la estación de Ucubamba a 2425 msnm. ETAPA (2024).

Otro limitante en nuestro estudio es la falta de un catastro interno de la universidad que nos permita disponer de los planos de infraestructura de drenaje actualizados, que pueden ser útiles para plantear un nuevo sistema de conducción de aguas pluviales o mantener el existente, además, nos permitiría conocer el material, el diámetro y el tipo de tubería, ya sea que pertenezca a un sistema de drenaje combinado, pluvial o sanitario. Esta insuficiencia de información se debe al crecimiento abrupto que tuvo la Universidad en los últimos años, impidiendo que se cuente con estos estudios.

3.3. Importancia y alcances

- El comité de Gestión Ambiental de la sede Cuenca de la Universidad, en su misión de contribuir al desarrollo sustentable y sostenible hace el requerimiento de la búsqueda de fuentes alternativas de agua para su uso en diversas actividades de la institución, ya que, actualmente la universidad utiliza agua potable dotada por ETAPA EP para todas las actividades, sin diferenciar su uso, ya sean sanitarias, de riego, para consumo, o actividades académicas como su uso en los laboratorios, demostrando que, no se cuantifica el gasto volumétrico de este recurso hídrico.
- El presente proyecto técnico busca contribuir al uso eficiente de los recursos hídricos utilizando el agua lluvia como fuente renovable, brindando sostenibilidad ambiental, ya que, se reducirá la demanda de agua potable a la red municipal, lo cual, provocará un ahorro económico significativo a largo plazo en los costos de agua y alcantarillado para la Universidad y contribuyendo a la conservación del medio ambiente.
- El Estadio Valeriano Gavinnelli cuenta con un sistema de riego mediante aspersores móviles, que tienen como fuente hídrica agua potable, lo cual evidencia el uso ineficiente de este recurso afectando principalmente a la sostenibilidad y sustentabilidad ambiental, provocando un aumento en el gasto económico que la Universidad realiza para solventar este servicio básico.
- Al momento de finalizar el proyecto, se pretende entregar los diseños completos del sistema de aprovechamiento de aguas lluvia, lo cual abarca la selección y dimensionamiento de los componentes de recolección, captación, tratamiento y almacenamiento del agua; asimismo se proporcionará el diseño de la red de riego y el presupuesto que tendrá el proyecto. Todos estos estudios a nivel de pre factibilidad.

3.4. Delimitación

El área de estudio se limitará conforme a las siguientes dimensiones:

3.4.1. Espacial o geográfica

Los estudios de los diseños correspondientes para mejorar el estadio Valeriano Gavinnelli se ejecutarán en las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, provincia del Azuay, en la parroquia el Vecino; C. Vieja 12-30 y, Cuenca 010105.

Figura 2

Ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.



Nota: Se presenta la ubicación cartográfica de la Universidad, con referencia de calles y lugares. MAPcarta (2024).

La información meteorológica de esta zona fue tomada de la Estación del INAMHI correspondiente al Aeropuerto Mariscal Lamar de donde se extrajo la siguiente información:

Tabla 1

Información meteorológica.

		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
Prec. Mensual		1641.3	2414.4	2815.1	3051	2061.3	1139	850	711	1143.1	2685.7	2260.3	2040.8	1189
(mm/mes)														
Prec. media mensual		60.8	89.4	104.3	113	76.3	42.2	31.5	26.3	42.3	99.5	83.7	75.6	844.9
(mm/mes)														
Temp. media mensual		15	15.2	15.3	15.1	14.6	13.2	13.5	14.2	14.7	15.1	15.1	15.3	14.7
(°C)														

Nota: Se muestra la información tomada de la estación M067 obtenida a partir de datos históricos mensuales de cada parámetro, en una serie temporal desde 1966 a 1998. INAMHI (Consultado en: 2024)

Figura 3

Fotografía del Estadio Valeriano Gavinelli.



Nota: Estado actual del Estadio. Fuente: Autores

3.4.2. Temporal

Se ha planteado alcanzar los objetivos del proyecto en cuestión, dentro de la duración del periodo 64 que va desde marzo hasta agosto del 2024, cabe recalcar que el plazo verdadero para la culminación de proyecto se ha establecido desde su aprobación hasta julio, donde la validez del proyecto deberá ser sustentada.

3.4.3. Sectorial o institucional

El proyecto presentado se desarrolla dentro del área de planificación, donde los resultados obtenidos buscan dar un servicio específicamente a la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.

3.5. Problema General

¿De qué manera se puede mejorar la gestión del agua para el riego del Estadio Valeriano Gavinelli, a través de un método más sostenible y sustentable para reducir el consumo de agua potable municipal y los costos que esto produce?

3.6. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las limitaciones o atribuciones al proyecto que tiene el sistema de alcantarillado interno existente en la Universidad?
- ¿De qué manera se garantizará la calidad del agua para su uso en el riego sin que afecte las condiciones del césped y del suelo?
- ¿Cuáles son las dificultades técnicas y ambientales para implementar el sistema de recolección de aguas pluviales y el sistema de riego sostenible y sustentable?
- ¿Qué método de riego es adecuado para alcanzar los requerimientos hídricos del césped del estadio?
- ¿Cuál es el valor de la inversión que la Universidad tiene que realizar para solventar los costos asociados con la solución presentada en este proyecto?

4. Justificación

Los estudios realizados por ETAPA EP en el cantón Cuenca pronostican que para el año 2030 la ciudad experimentará un fenómeno conocido como “estrés hídrico” que desembocará en un déficit de agua. Esto se debe en gran parte al uso desmedido e incorrecto de este recurso por parte de la ciudadanía cuencana, lo cual podemos constatar en el estudio realizado por la Comisión de Gestión Ambiental (CGA) donde se demuestra que el consumo de agua per cápita en el cantón es de aproximadamente 200 litros por día (l/día), lo cual si lo comparamos con la cantidad de agua por habitante recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU) que es de 100 l/día, se puede decir que la ciudadanía consume el doble de lo recomendado.

La Universidad Politécnica Salesiana en su misión de contribuir al desarrollo sostenible y sustentable de sus instalaciones y de la ciudad de Cuenca, busca estrategias que permitan mitigar el desperdicio del recurso hídrico mediante la generación de proyectos innovadores que brinden una alternativa para la provisión de agua potable para diferentes usos.

Los sistemas de recolección de agua pluvial son una alternativa que han venido optando los países con un aprovisionamiento deficiente de agua potabilizada para satisfacer los requerimientos de este recurso, mediante el aprovechamiento de las condiciones climáticas propias

del lugar y con la finalidad de captar el agua de las precipitaciones para su posterior tratamiento que permita acondicionar las aguas lluvias para su reutilización en diferentes procesos.

En vista a esto, el presente proyecto tiene como finalidad presentar una estrategia innovadora que permita optimizar la gestión del recurso hídrico, a través de la recolección y aprovechamiento de las aguas pluviales como método alternativo para el suministro de agua para el riego del estadio permitiendo conservar adecuadamente este espacio de recreación para la comunidad universitaria.

5. Objetivos

5.1. Objetivo General

- Diseñar el sistema recolector de aguas pluviales y red de riego del estadio Valeriano Gavinelli de la Universidad Politécnica Salesiana, para reducir el consumo de agua potable.

5.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del sistema de desagüe existente con el fin de proyectar una nueva red de drenaje para conducir el agua pluvial recolectada hacia el estadio.
- Plantear un pretratamiento para acondicionar las aguas lluvias según los factores físicos y químicos presentes, para su uso en el riego.
- Diseñar el sistema de recolección, conducción y almacenamiento según los parámetros hidráulicos e hidrológicos establecidos, para generar una fuente alternativa del recurso hídrico.
- Diseñar una red de riego mediante un sistema de aspersores móviles que permitan un riego uniforme para mantener las condiciones óptimas en el suelo del estadio.
- Efectuar el presupuesto del proyecto para determinar el costo de su implementación.

6. Propuesta de solución

De acuerdo con el problema presentado, así como con los objetivos establecidos, se ha planteado una solución viable y comprometida con el desarrollo sostenible y sustentable de la Universidad Politécnica Salesiana, la cual consiste en implementar un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales que servirán para el riego del estadio Valeriano Gavinnelli, disminuyendo de esta manera el gasto de agua potable y los costos operativos de la Universidad.

La propuesta presentada abarca el diseño, selección y dimensionamiento de tuberías, bombas, tanques de almacenamiento y otros accesorios necesarios para la recolección y conducción del agua pluvial proveniente de los edificios más cercanos al estadio; de igual manera, se presenta el diseño del sistema de riego seleccionado, el cual es mediante una red de irrigación a presión móvil, la cual se dotará de agua a partir de un sistema hidroneumático, además las unidades de riego cambiarán en cada turno.

Además, la solución dada se presenta como una alternativa de resiliencia ante la escasez de agua que se atraviesa a nivel nacional buscando no solo el ahorro económico y sostenibilidad ambiental que esta representa, sino también ser un ejemplo de prácticas sostenibles en la gestión de recursos naturales, fomentando una conciencia y cambio ambiental, comprometiendo así a la Universidad con el cuidado del medio Ambiente.

CAPITULO II

7. Marco teórico

7.1. Red de recolección de aguas pluviales

Una red de aprovechamiento de aguas lluvias es un sistema empleado para recolectar, conducir y almacenar el agua de las precipitaciones que cae sobre las superficies de los techos o calles de un área determinada, para posteriormente ser utilizada en diferentes usos, como el riego, lavado o para el consumo humano según el debido tratamiento que se le proporcione al agua. Reyes y Rubio (2014)

Para lograr un correcto aprovechamiento de aguas pluviales se tiene que contar con un sistema recolector, el cual, hace referencia a la captación, conducción, bombeo, almacenamiento y tratamiento para el posterior uso que se le predisponga al agua. Básicamente, consiste en transportar el agua que cae sobre una superficie mediante canales hacia las tuberías recolectoras de aguas pluviales.

Cada componente es importante para que el sistema funcione correctamente, para lo cual es importante aclarar estos conceptos:

- **Captación:** Es el área de recolección de aguas pluviales, pueden ser cubiertas, calles, etc; las cuales se colectan en canaletas que llevan el agua hasta la estructura conductora.
- **Conducción:** Sistema de tuberías que transportan el agua de la lluvia desde la captación hasta el sistema de bombeo.
- **Bombeo:** Equipo que bombea el agua de conducción hasta el tanque de almacenamiento, para su diseño se debe considerar los aspectos fundamentales en la selección de bombas.

Para realizar una correcta captación, recolección y conducción del agua proveniente de la lluvia en edificaciones es necesario considerar las instalaciones hidrosanitarias del edificio; ya que, estas tienen la función de evacuar el agua pluvial recogida en las cubiertas; razón por la cual es pertinente conocer brevemente el funcionamiento y algunos conceptos de estos sistemas menores.

7.2. Instalaciones hidrosanitarias

Las instalaciones hidrosanitarias son sistemas de plomería y fontanería que tienen como fin el suministro de agua potable para el consumo; así como la gestión de agua residual en edificaciones. El término hace referencia tanto al conjunto de tuberías y accesorios como válvulas o grifos, tanques de almacenamiento, bombas, sistemas de filtración, entre otros elementos que permitan la conducción y distribución del agua; asimismo a los elementos que sirven para conducir las aguas de desecho como tuberías de desagüe, sistemas de ventilación, entre otros, Sparrow Alamo (2018). A continuación, se describe algunos conceptos del sistema que son de especial utilidad para el presente proyecto:

7.2.1. Componentes de Instalaciones hidrosanitarias

Tuberías: Pueden ser ramales o montantes, se usan para conducir el agua. El diseño de estas está en función del caudal, pendiente, tipo de agua a conducir, el material de las tuberías, entre otros. Para el diseño de las tuberías se puede utilizar la metodología de Darcy Weisbach o la metodología de Hazen Williams.

Colector: Se conoce con este nombre a la tubería destinada a recibir y conducir el agua proveniente de los desagües.

Canaletas y bajantes: Son elementos de drenaje de las edificaciones, se encuentran en los techados y las fachadas. **Las canaletas** son un tipo de canales pequeños que se encuentran al borde de las cubiertas y recogen el agua proveniente de las lluvias, sirven para dirigir el flujo hacia **los bajantes**; estas son tuberías verticales que conectan las canaletas con los sistemas de drenaje. Ambos componentes son importantes para la correcta gestión de aguas pluviales.

Caja de registro: Es una estructura enterrada que se utiliza en los sistemas de fontanería y está destinada para facilitar la inspección, desobstrucción y mantenimiento de las tuberías de desagüe subterráneas. Se diseñan de manera que soporten el peso del suelo, por lo que están hechas de materiales resistentes como el hormigón y metal, además están cubiertas por tapas que impiden el acceso de animales o basura. Su ubicación se las realiza en puntos clave como el cambio de dirección o pendiente y en la intersección de las tuberías. Sparrow Alamo (2018)

Bombas: Las bombas son dispositivos mecánicos, que autorizan el traslado del flujo a través de tuberías y el almacenamiento temporal de los fluidos. Las bombas son elementos que

proporcionan energía, y esto aumenta la presión y velocidad del flujo, se usan especialmente para vencer diferencia de alturas. Existen varios tipos, como centrifugas, desplazamiento positivo, de émbolo o de turbina. El aspecto más importante en los sistemas de bombeo es el mantenimiento y operación, para ellos se debe considerar los sistemas de regulación que permitan obtener el caudal y presión deseados; se debe diseñar teniendo en cuenta los problemas de cavitación, golpe de ariete e inestabilidad que se pueda presentar en el sistema. Sparrow Alamo (2018)

Sistemas de almacenamiento: Son estructuras que almacenan el agua pluvial, recolectada y conducida desde el área de captación. Su función es mantener un abastecimiento continuo del recurso hídrico en épocas de estiaje, especialmente en lugares donde el suministro de agua es limitado. Reyes y Rubio (2014) De igual manera, son de vital importancia en los sistemas de conducción y riego, ya que permiten distribuir el agua con una velocidad óptima y reducen las pérdidas de energía.

7.3. Conceptualización de los sistemas de riego

7.3.1. Irrigación

El riego es el proceso en el cual se dota de agua de manera artificial a un cierto cultivo para promover su crecimiento. La irrigación puede realizarse mediante diversos métodos como el superficial, localizado y de aspersión; el cual depende de factores como la eficiencia buscada, el costo, el cultivo, el terreno, disponibilidad de agua, entre otros parámetros, Erazo Yépez (2015). El objetivo del riego es mantener una cantidad óptima de humedad en el suelo, de manera que garantice el crecimiento saludable de los cultivos.

El concepto propuesto por Gurovich (1985), indica que el riego no se lo hace con la finalidad de que el agua caiga a la superficie de manera uniforme, sino que el objetivo del riego es mojar adecuadamente el perfil del suelo en profundidad hasta alcanzar las raíces del cultivo. Además, el autor indica que, el volumen necesario corresponde al agua que se consume entre dos periodos de riego consecutivos.

7.3.2. Riego a Presión

Se conoce como riego a presión a aquel sistema que suministra la cantidad de agua necesaria para la irrigación mediante la dotación necesaria de energía al fluido para que este pueda

circular por las tuberías y salir por los emisores a una presión adecuada, que garantice el funcionamiento y la distribución del agua en todo el cultivo. La presión en las tuberías debe ser la suficiente para que llegue el agua a todos los puntos, generalmente esta se obtiene de manera artificial mediante equipos de bombeo.

Con el uso de sistemas de bombeo se asegura que el agua llegue al punto de emisión con una presión y caudal necesarios propios del aspersor. Los equipos que se utilizan en irrigación son los grupos motobombas o electrobombas, en los cuales la bomba se acciona mediante un motor eléctrico brindando la altura y el flujo requeridos; se puede verificar la presión mediante una evaluación que consiste en colocar un manómetro en cada emisor o en las tuberías.

7.3.3. Riego por aspersión

La finalidad que tienen los sistemas de riego por aspersión es conseguir una distribución uniforme del riego y que cada gota se infiltre para conseguir una humedad saludable en el suelo, esto se lo hace mediante ramales y aspersores que son dispositivos que expulsan el agua en forma de gotas gracias a la presión de las tuberías y energía del sistema de bombeo. El área que abarca cada aspersor depende del tipo de boquilla y el caudal establecido. Erazo Yépez (2015)

Un riego por aspersión tiene la facilidad de adaptarse a varias condiciones topográficas irregulares sin la necesidad de modificar el terreno previamente, además puede ajustarse a la mayoría de las condiciones climáticas y de cultivo; esto se debe a la flexibilidad de los equipos de aspersión, Rondon Ulloa (2016). Esta cualidad ha permitido que el 80% del agua total sea usada en el riego; el uso del 100% del agua se ve limitado por condiciones del clima, viento, el tipo de aspersor, y tamaño de la gota, marco de riego, tipo de suelo, evaporación, entre otros. Erazo Yépez (2015)

Los factores que intervienen en la disposición igualitaria del agua en el suelo se encuentran en función de las características de los aspersores; como el caudal que se destine a cada dispositivo y sobre todo la separación que exista entre estos, una vez obtenida la mejor distancia se puede aplicar el riego con cualquier intensidad no menor a 0.15 in/h. Erazo Yépez (2015); Rondon Ulloa (2016)

7.3.4. Red de riego en los sistemas por aspersión

La irrigación se da gracias al conjunto de tuberías que conducen el agua desde la captación hasta cada uno de los aspersores ubicados en la unidad de riego. La red se forma por dos tuberías esenciales, pues se tiene la tubería principal que es aquella que alimenta de agua a la tubería o ramal de riego; que a su vez conforman el sistema de aspersión; el cual puede ser **estacionario**; adecuado para todas las frecuencias de riego; o de **desplazamiento continuo** ideal para zonas donde la frecuencia del riego es no menor a cada 5 o 7 días. Rondon Ulloa (2016)

Sistemas estacionarios: Se refieren a aquellos sistemas que tienen por lo menos la tubería principal enterrada.

- **Fijos con ramales móviles o mixtos:** Consiste en la tubería principal enterrada y ramales de riego que se mueven continuamente creando varias posturas de riego o unidades de riego. Los ramales podrían ser tuberías o mangueras.
- **Fijos:** Consiste en un sistema en el cual todas las tuberías están fijas durante el ciclo del cultivo, lo que se conoce como fijo temporal; esto puede realizarse mediante un sistema que consiste en la red principal enterrada y ramales que van sobre el terreno, los cuales se instalan después de la siembra y se remueven antes de la cosecha. Por otro lado, se tiene el sistema fijo permanente donde todas las tuberías están enterradas y solo se puede ver las monturas de los aspersores. Sin embargo, en ambos casos las tuberías se encuentran en la totalidad del terreno. Erazo Yépez (2015)

Sistemas de desplazamiento continuo:

- **Móviles** Se refiere a sistemas donde todas las tuberías se pueden trasladar de una unidad de riego a otra; pues su funcionamiento se basa en el desplazamiento de los ramales una vez que ha completado el riego anterior. Fernandez Gómez (2010)

7.4. Diseño Agronómico de los sistemas de riego

El diseño agronómico es el punto inicial para la planificación de cualquier sistema de riego, con el cual se calculan los requerimientos hídricos de los cultivos para determinar la dosis de agua que transportará la red. Dichos requerimientos corresponden a los requerimientos netos del riego en las etapas de mayor necesidad. Este diseño es fundamental dentro de un proyecto

de riego, ya que si existen errores dentro del análisis no se podrá realizar un efectivo diseño hidráulico. Calero y Pilatasig (2021)

Antes de comenzar con el diseño se debe realizar un análisis preliminar de la información agronómica sobre la textura del suelo, dosis y calidad del agua, precipitaciones, cultivos e información topográfica del terreno, para determinar los parámetros iniciales del estudio e identificar la ubicación ideal de los aspersores y el sistema de bombeo. También se deben considerar los aspectos ambientales para minimizar el desperdicio del recurso hídrico y mitigar el impacto ecológico de la construcción del sistema. Fernandez Gómez (2010)

7.4.1. Marco aspersores

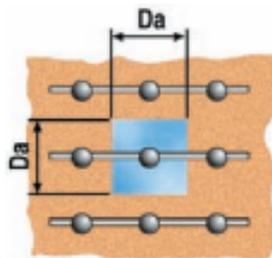
Se entiende por marco de los aspersores a la distancia que existe entre los irrigadores de un mismo ramal y entre dos ramales continuos. Esta separación dispone el traslape entre las franjas irrigadas por los aspersores adyacentes. Con la finalidad de tener un riego uniforme se requiere seleccionar al mismo tiempo el modelo del aspersor y el marco, para procurar que todas las zonas de riego perciban la misma cantidad de agua. Fernandez Gómez (2010)

Los marcos de riego más utilizados son el rectangular, el cuadrado y el triangular. La superficie del terreno que cada irrigador puede regar en estos marcos depende de la distancia entre los irrigadores y las tuberías, de modo que:

- Marco cuadrado:

Figura 4

Marco de riego cuadrado.



Nota: Marco de riego cuadrado. Riego por aspersión (Fernandez, 2010).

La expresión para determinar las dimensiones del marco cuadrado se presenta a continuación:

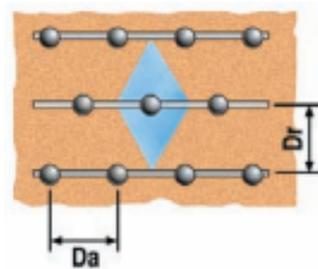
$$\text{Superficie} = \text{Distancia entre aspersores} \times \text{Distancia entre ramales} = Da * Da \quad (1)$$

Ecuación 6. Marco de riego cuadrado. Fernandez Gómez (2010)

- Marco triangular:

Figura 5

Marco de riego triangular.



Nota: Marco de riego triangular. Riego por aspersión (Fernandez, 2010).

La expresión para determinar las dimensiones del marco triangular se presenta a continuación:

$$\text{Superficie} = \text{Distancia entre aspersores} \times \text{Distancia entre ramales} = Da * Dr \quad (2)$$

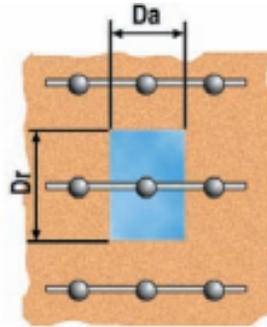
Ecuación 2. Marco de riego triangular. Fernandez Gómez (2010)

Nota: En marcos de tipo cuadrado y triangular, la distancia entre irrigadores y ramales debe ser del 60% del diámetro mojado.

- Marco rectangular:

Figura 6

Marco de riego rectangular.



Nota: Marco de riego rectangular. Riego por aspersión (Fernandez, 2010).

La expresión para determinar las dimensiones del marco rectangular se presenta a continuación:

$$\text{Superficie} = \text{Distancia entre aspersores} \times \text{Distancia entre ramales} = Da * Dr \quad (3)$$

Ecuación 3. Marco de riego rectangular. Fernandez Gómez (2010)

Nota: En marcos de rectangular, la distancia entre aspersores y ramales debe ser del 75% del diámetro mojado y del 40% del diámetro entre aspersores de un ramal.

7.4.2. Lluvia promedio del sistema

Se entiendo por lluvia promedio del sistema a la intensidad del chorro del aspersor, aplicada mediante la colocación de un método de irrigación por aspersión, asumiendo que el agua se distribuye de manera uniforme. Este factor depende del caudal del emisor y del área de riego, tal como se indica en la siguiente expresión:

$$\text{Lluvia promedio} \left(\frac{mm}{h} \right) = \frac{\text{Caudal} (l/s)}{\text{Superficie} (m^2)} \quad (4)$$

Ecuación 4. Lluvia promedio del sistema. Fernandez Gómez (2010)

Al diseñar un riego mediante aspersión, es fundamental asegurar la precipitación promedio del sistema con un valor inferior al de la velocidad de infiltración del suelo. Si esto no se cumple,

el suelo no podrá absorber el agua que aplican los aspersores, lo que provocará pérdidas por escorrentía. Además, si la superficie tiene irregularidades, el agua de escurrimiento puede causar erosión y el extravío de los nutrientes presentes en las capas superficiales del terreno. Fernandez Gómez (2010)

7.4.3. Tipo de cultivo a implementar

El césped es una superficie cubierta principalmente por hojas o hierbas de bajo crecimiento, perteneciente al grupo de gramíneas, este cultivo se encuentra cubierto por una cutícula cerosa que sirve para disminuir la pérdida del agua. A pesar de ello, se producen pérdidas debido a los procesos de transpiración por medio de los estomas. Jauregui Vera (2017)

De manera muy general, se indica que el césped requiere una dotación de agua entre 25 a 38 mm/semana para alcanzar condiciones óptimas en la humedad del suelo. Cabe recalcar que, estos valores son datos de referencia, pues las necesidades reales del riego estarán en función de la especie de césped que se pretenda cultivar, propiedades ambientales y del suelo. Jauregui Vera (2017)

Según lo expuesto por Jauregui Vera (2017) se indica que, en promedio, el césped requiere solo el 1% del agua para su crecimiento, y gran parte del porcentaje restante se destina para la evapotranspiración. Indicando que, una irrigación excesiva ocasiona una alta humedad en el suelo, generando un lugar propicio para desarrollar enfermedades. Por tanto, es crucial basar las decisiones de la gestión del riego en estudios de la humedad del suelo, siendo ideal que se evite el riego en la noche y realizarlo en las primeras horas de la mañana.

7.5. Requerimientos hídricos del cultivo

Los requerimientos hídricos del cultivo hacen referencia a la cantidad de agua necesaria para la vegetación evitando el estrés hídrico, esta se cuantifica mediante el coeficiente de cultivo k_c y características como la evapotranspiración ET , siendo el requerimiento de agua para el cultivo el producto de la multiplicación de estos valores. Duque-Sarango y Hernández (2020)

7.5.1. Evapotranspiración

La evapotranspiración es el efecto de la combinación de dos procesos que ocurren en un cultivo de manera simultánea, la transpiración y evaporación; lo que genera la pérdida de agua en el mismo. En las etapas de siembra, el proceso de evaporación directa genera casi el 100% de la evapotranspiración o pérdida del agua, mientras que, cuando el suelo está cubierto totalmente por vegetación, la transpiración produce más del 90% de la evapotranspiración. FAO (2006)

7.5.2. Evaporación

Se entiende por evaporación al proceso natural mediante el cual el agua que se encuentra en estado líquido se convierte en vapor de agua y se libera hacia la atmósfera. Este proceso ocurre en una variedad de cuerpos de agua como ríos o lagos, y en superficies como caminos, suelos y vegetación humedecida. Dentro de este análisis se debe tener en consideración variables climatológicas como la radiación, humedad atmosférica, temperatura del aire y velocidad del viento que pueden afectar el proceso de evaluación. FAO (2006)

7.5.3. Transpiración

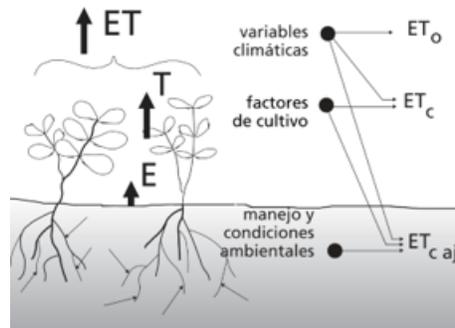
La transpiración es el proceso natural por el cual el agua contenida en los tejidos de las plantas es evaporada hacia la atmósfera. La vegetación pierde agua a través de pequeñas aberturas que se encuentran en sus hojas que se conocen como estomas. Este proceso, al igual que la evaporación, depende de factores como el aporte de energía, el gradiente de presión de vapor y la velocidad del viento, lo que genera que las variables climatológicas de radiación, humedad atmosférica y temperatura del aire también deban ser determinadas. FAO (2006)

7.6. Variables que afectan la evapotranspiración

Como vimos en los procesos de evaporación y transpiración los factores climáticos pueden afectar la evaluación de la evapotranspiración, sin embargo, no son las únicas variables que determinan este cálculo, ya que, las características del cultivo y el manejo del medio en el cual se desarrolla, también son factores fundamentales dentro de este análisis.

Figura 7

Tipo de factores que afectan la evapotranspiración.



Nota: Variables que afectan la evapotranspiración. FAO (2006).

7.6.1. Factores climáticos

Las variables climáticas que tienen una mayor incidencia en el proceso de evapotranspiración son la temperatura del aire, la humedad de la atmósfera, la radiación solar y la velocidad del viento. Una de las estrategias desarrolladas para determinar este procedimiento a través de estas variables es la ET_o que determina la pérdida de agua en una superficie vegetal estándar. FAO (2006)

7.6.2. Características del cultivo

Los factores principales de la vegetación que deben ser considerados para determinar la evapotranspiración de cultivos en grandes extensiones de tierra con un correcto manejo ambiental son: el tipo de cultivo, su variedad y la etapa de desarrollo. Características de las plantas, como la altura, rugosidad, características radicales, cobertura y resistencia a la transpiración, determinan diferentes niveles de evapotranspiración en cultivos que tengan condiciones ambientales similares. FAO (2006)

7.6.3. Manejo y condiciones ambientales

Al momento de estimar la tasa de evapotranspiración, es necesario tomar en consideración las prácticas locales del manejo del suelo, pues inciden sobre las características del cultivo y las variables climáticas, provocando variaciones en el cálculo de la ET. Los sistemas de

riego y los métodos de cultivo generalmente afectan al microclima, a las características de la vegetación y a la capacidad de absorción del suelo.

Por lo tanto, los elementos del manejo del suelo como el uso restringido de fertilizantes y la falta de control de sustancias o parásitos pueden variar el desarrollo del cultivo, modificando así la ET. Además, factores como la presencia de horizontes impermeables, baja fertilidad, densidad y contenido de agua también influyen en el cálculo. Cuando las condiciones del suelo sean diferentes a las condiciones estándar establecidas, es necesario utilizar factores de corrección para ajustar el cálculo de la evapotranspiración, los cuales reducen el efecto del manejo del cultivo y del ambiente.

7.7. Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o)

Se conoce como evapotranspiración de referencia (ET_o) a la tasa de ET calculada en una superficie de referencia, la cual es un cultivo supuesto de pasto con factores determinados. Por lo cual, las únicas variables que afectan en el proceso de evapotranspiración son las climáticas, ya que, al existir una cantidad óptima de agua en la superficie de este campo, los factores del suelo y las prácticas de manejo no tienen ninguna incidencia en su determinación.

En vista a esto, podemos considerar a la ET_o como un parámetro climático, pues define la fuerza de evaporación de la atmosfera en un periodo y área determinada. La ecuación de FAO Penman-Monteith se emplea para determinar Eto, basándose únicamente en parámetros climáticos, siendo una expresión exacta, clara y sencilla de las variables físicas y fisiológicas que participan en la ET. FAO (2006)

$$ET_o = \frac{0.408 * \Delta * (R_n - G) + \gamma * \frac{900}{T+273} * u_2 * (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma * (1 + 0.34u_2)} \quad (5)$$

Ecuación 5. Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o). FAO(2006)

Donde:

ET_o: Evapotranspiración de referencia, (mm dia⁻¹)

R_n: Radiación neta en la superficie del cultivo, (MJ m⁻² dia⁻¹)

R_a : Radiación extraterrestre, ($mm\ dia^{-1}$)

G : Flujo del calor de suelo, ($MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$)

T : Temperatura media del aire a 2 m de altura, ($^{\circ}C$)

u_2 : Velocidad del viento a 2 m de altura, ($m\ s^{-1}$)

e_s : Presión de vapor de saturación (kPa)

e_a : Presión real de vapor (kPa)

$e_s - e_a$: Déficit de presión de vapor (kPa)

Δ : Pendiente de la curva de presión de vapor ($kPa\ ^{\circ}C$)

γ : Constante psicrométrica ($kPa\ ^{\circ}C$)

7.7.1. Evapotranspiración potencial (Ept)

La evapotranspiración potencial o Ept se refiere a la máxima evapotranspiración posible de una superficie vegetal que se produce en condiciones climatológicas óptimas, es decir, cuando el suelo está suministrado correctamente de agua y no existen limitaciones por falta de humedad. Cujó (1985) Según varios investigadores, la Ept muestra el volumen de agua esenciales para que los cultivos se puedan desarrollar en buenas condiciones de humedad. Este concepto está ligado a la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o) descrito anteriormente.

Sin embargo, debemos tener en cuenta que los parámetros del suelo, la cantidad de agua disponible y los factores de cultivo pueden restringir los procesos de evaporación y transpiración, por lo cual la evapotranspiración potencial no siempre muestra la porción de agua exacta que se evapora de un área determinada. Aun así, es una medida muy utilizada para gestionar la demanda de agua y la planificación de sistemas de riego.

7.8. Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ETc)

La ETc hace referencia a la tasa de ET de cualquier cosecha, que se produce de acuerdo con las condiciones climáticas existentes en un área relativamente grande, libre de enfermedades y con una buena fertilización, que cuenta con propiedades adecuadas del suelo y dotación de agua. FAO (2006) Este término difiere de (ETo) en la medida que las características de cobertura del suelo no sean iguales a las establecidas en el pasto de referencia. Los efectos de estas características que distinguen a la vegetación del pasto se encuentran descritas en el coeficiente de cultivo (K_c).

$$ET_c = K_c * ET_o \quad (6)$$

Ecuación 6. Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ETc). FAO(2006)

Donde:

ET_c : Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar ($mm\ dia^{-1}$)

K_c : Coeficiente de cultivo (adimensional)

7.8.1. Coeficiente de cultivo (K_c)

El coeficiente de cultivo determina las variaciones en la cantidad de agua que la vegetación extrae del suelo a lo largo de su ciclo de crecimiento, desde la etapa de siembra hasta la recolección. Representa un término entre la evaporación y transpiración del suelo, al integrar las distinciones de estos procesos en el cultivo con respecto a la superficie del pasto de referencia. Roncalla (2018)

Este coeficiente K_c describe las variaciones en la vegetación y en el nivel de cobertura del terreno durante la etapa de desarrollo del cultivo. Esta variación es representada a través de una gráfica curva del coeficiente de cultivo que depende de su tipo y etapa. Para analizar y realizar esta gráfica se necesitan los valores de K_c correspondientes a la etapa inicial ($K_c\ ini$), intermedia ($K_c\ int$) y final ($K_c\ fin$) del desarrollo de la vegetación.

7.8.2. Evapotranspiración real

La evapotranspiración real o también denominada de uso conmutativo se refiere a la evapotranspiración que se presenta en las condiciones auténticas de la superficie vegetal,

donde variables como el grado de cobertura vegetal, las condiciones edáficas y los niveles de humedad del suelo modifican su valor. Cujó (1985) Varios autores relacionan este concepto con la evapotranspiración de cultivo de referencia (ET_c) expuesto por la FAO.

7.9. Factores que determinan K_c

Como vimos, el coeficiente K_c integra las distinciones entre los efectos de la evaporación y transpiración de un cultivo cualquiera del pasto de referencia. Por lo cual, diferentes tipos de cultivo contarán con diferentes valores de K_c . Debido a que uno de los factores que determina K_c es la evaporación, los factores que afectan este proceso también modificarán este coeficiente. Roncalla (2018)

7.9.1. Tipo de cultivo

Las variaciones entre el porcentaje de radiación, altura del cultivo, propiedades aerodinámicas, así como las características de las hojas y estomas de las plantas, presentan diferencias en la tasa de ET de un cultivo bien desarrollado y regado del pasto de referencia de la ET_o . En la mayoría de los cultivos agrícolas la vegetación presenta un valor de K_c mayor a 1, debido a los espaciamientos en los estomas y su mayor altura y rugosidad con respecto al pasto de referencia. Roncalla (2018)

7.9.2. Clima

Debido a que los cultivos agrícolas tienen propiedades aerodinámicas distintas a las del pasto de referencia, el coeficiente de cultivo tiende a aumentar en la mayoría de la vegetación al momento que la velocidad del viento se incrementa y la humedad relativa baja. El cambio entre la resistencia aerodinámica de los cultivos y el pasto de referencia depende también de las características climáticas y profundidad del cultivo. En condiciones de mayor aridez climática y velocidad del viento, los valores de K_c apuntan a ser más altos, en cambio en climas húmedos y velocidades de viento bajas, los valores de K_c son más bajos.

7.9.3. Evaporación del suelo

El coeficiente K_c para los cultivos en los que la vegetación cubre la totalidad de la superficie del suelo describe perfectamente las diferencias en transpiración entre cultivos, ya que la evaporación del suelo es relativamente baja. Cuando la superficie del suelo está completamente

humedecida por periodos constantes debido al riego o a la lluvia, la tasa de ET de la vegetación es significativa por lo que el valor de Kc tiende a ser mayor a 1. FAO (2006)

7.10. Diseño Hidráulico de los sistemas de riego

Una vez obtenida la información agronómica o el diseño agronómico de la red, se procede con los cálculos hidráulicos, los cuales consisten en dimensionar las tuberías, verificando caudales y presiones de la red, así como el correcto funcionamiento del sistema de bombeo; en otras palabras se verifica que se llegue con el agua necesaria a cada aspersor y estos a su vez abarquen el marco de riego determinado de manera uniforme. Para ello se debe considerar no solo aspectos técnicos, sino de tipo económicos y sociales.

7.10.1. Criterios de diseño de las tuberías móviles

Los criterios considerados a continuación se basaron en lo expuesto por Fernandez Gómez (2010).

- Se recomienda el uso de tuberías de aluminio, acero galvanizado, preferiblemente debido a que son ligeras; aunque se puede utilizar tuberías de PVC.
- El montaje y desmontaje de la red debe ser rápido, por lo que se debe utilizar tuberías, accesorios y aspersores específicos para redes de riego móviles con acoples rápidos.
- Se debe armar las tuberías de cierto modo que se eviten fugas; además, las tuberías deben tener cuenta flexibilidad para poder adaptarse al terreno.
- Las tuberías de aluminio son ligeras, pero poco resistentes a golpes; como si lo es las tuberías de acero galvanizado y PVC.
- Las tuberías de los ramales suelen tener diámetros de entre 25 mm y 300 mm.
- Los tubos de PVC son ligeros, pero susceptibles a la luz solar, por lo que se recomienda que estas sean enterradas.
- En terrenos ondulados es recomendable utilizar reguladores de presión para asegurar uniformidad.
- Para verificar la uniformidad del riego se debe visualizar la presión de llegada a cada aspersor y verificar que la variación de presiones no sea excesiva. Se recomienda optar por un intervalo de ± 2 m.c.a.

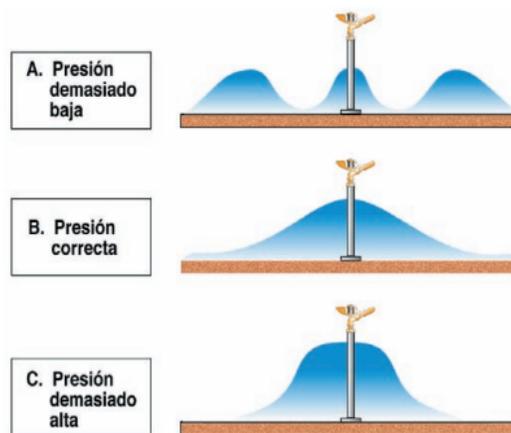
- El valor de uniformidad seleccionado debe ser $\geq 75\%$
- Para que las pérdidas de presión sean mínimas se debe colocar los ramales siguiendo las curvas de nivel.
- En caso de contar con aspersores de distinto caudal, la diferencia entre el caudal máximo y mínimo debe ser menor al 10% del caudal medio.

7.10.2. Efectos de una mala uniformidad

Un correcto diseño hidráulico conlleva una uniformidad en la distribución de caudales y de presiones para que el cultivo no se deteriore, ya que esto afectaría directamente la eficiencia y la efectividad del riego; pues se presentarían zonas saturadas (sobreirrigadas) y zonas secas (subirrigadas). Además, mantener una buena uniformidad en la distribución de los caudales puede reducir los costos operativos de la bomba; pues al mantener ineficiencias en el sistema aumenta el consumo de agua y energía, ya que debe bombear más agua.

Figura 8

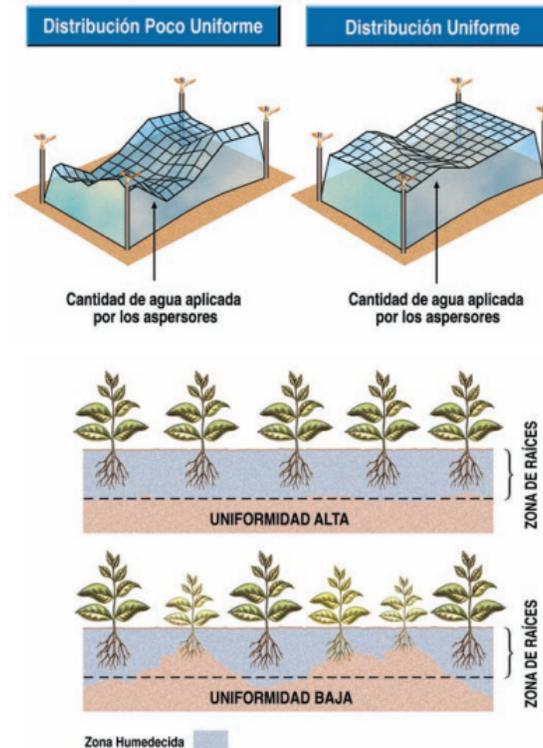
Efectos de la uniformidad de presiones en el riego .



Nota: Figura tomada de Fernandez Gómez (2010); en la cual se puede visualizar los efectos de la presión emitida por el aspersor; que, cuando es muy alta las zonas cercanas al aspersor reciben más agua debido a que las gotas se vuelven finas; por otro lado cuando las presiones son muy bajas las gotas de la precipitación artificial son muy grandes y la distribución es poco uniforme y no reciben la cantidad de agua necesaria.

Figura 9

Efectos de la uniformidad en la distribución de la precipitación.



Nota: Tomada de Fernandez Gómez (2010). La figura representa una de las consecuencias de una mala uniformidad en las presiones y caudales; pues como se puede observar se da un crecimiento desigual del cultivo; ya que, algunas zonas florecen y otras zonas sufren de estrés hídrico y se marchitan.

7.11. Tratamiento de aguas pluviales

7.11.1. Calidad del agua pluvial

Los contaminantes presentes en el agua pluvial dependen de las condiciones en las que se haya desarrollado el ciclo hidrológico, pues a lo largo de este proceso el agua obtiene distintas partículas que pueden alterar sus condiciones fisicoquímicas y microbiológicas, Montalvo-Ochoa, Robles-Bykbaev, Duque-Sarango, y Gonzáles-Arias (2020). Mayormente, la presencia de estos contaminantes se da debido a las propiedades atmosféricas presentes en la zona, como por ejemplo la polución causada por el tráfico o por gases tóxicos emitidos por las fábricas.

Además, al momento de hacer contacto con la superficie, el agua adquiere varios sedimentos como arenas y hojas. Mejía Piña y Salamea Cobos (2011); Ramírez Sánchez y Marín Daza (2022)

La calidad requerida del agua proveniente de las lluvias y por ende el tratamiento necesario que se precise, depende de 2 factores importantes; el primero es el propósito que se pueda destinar para este tipo de agua; pues su uso en actividades que no involucren el consumo humano como domésticas, industriales, recreativas se requieren condiciones óptimas, pero no potables; en el caso de que su uso sea para el consumo humano esta deberá potabilizarse y cumplir requisitos más rigurosos. El segundo factor hace referencia a la cantidad y el tipo de partículas físicas, químicas y biológicas presentes en el agua. Rojas Orjuela (2000)

Según, Rátiva Algarra y Moreno Hernández (2020) típicamente el valor del pH del agua pluvial es relativamente bajo; para lo cual se debe evaluar la alcalinidad del agua de acuerdo con su dureza, ya que, al presentar minerales como carbonatos, bicarbonatos de calcio y magnesio aumenta la capacidad de neutralizar los ácidos y puede ser útil para estabilizar el pH. En general, es importante analizar la alcalinidad, dureza, sólidos totales disueltos (TDS), cloruros, nitratos, y conductividad eléctrica.

7.11.2. Calidad del agua para el riego

El tratamiento adecuado de agua para el riego debe cumplir con ciertos estándares de calidad, pero no con todos, ya que no es para consumo humano. El tratamiento que finalmente se escoja como el más apropiado debe disminuir al máximo los parámetros químicos y físicos para mitigar los efectos negativos sobre el cultivo Ramírez Sánchez y Marín Daza (2022). La calidad de agua utilizada para la irrigación de cultivos se relaciona con el tipo de suelo y la vegetación que se pretenda regar, debido a que la composición química y biológica del agua puede alterar las condiciones óptimas del cultivo. Quinteros Carabalí y cols. (2019)

Tal como se menciona en el artículo citado previamente, Quinteros Carabalí y cols. (2019) la calidad de aguas para uso agrícola se define por la concentración de iones específicos, especialmente el catión Na^+ (Sodio); y por la conductividad eléctrica (Ce), la cual ayuda a determinar la cantidad de sales solubles. Estos dos parámetros son fundamentales y se deben controlar, dado que el alto contenido de sales en aguas de irrigación genera que aumente la presión dentro del suelo, lo que hace que las plantas no puedan absorber el agua necesaria.

La presencia de sales en el agua es determinante para el crecimiento de las plantas, pues afectan directamente a las características del suelo como su permeabilidad o su estructura. Razón por la cual, es importante conocer ciertos límites o criterios de calidad admisibles, como los presentados en el Reglamento de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua propuesto por MAE (2015); los cuales se muestran a continuación:

Tabla 2

Criterios de calidad de agua para riego agrícola.

Parámetro	Expresado como	Unidad	Criterio de calidad
Aceites y grasas	Película Visible	mg/l	Ausencia
Aluminio	Al	mg/l	5.0
Arsénico	As	mg/l	0.1
Berilio	Be	mg/l	0.1
Boro	B	mg/l	0.75
Cadmio	Cd	mg/l	0.05
Zinc	Zn	mg/l	2.0
Cobalto	Co	mg/l	0.01
Cobre	Cu	mg/l	0.2
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Cromo	Cr ₊₆	mg/l	0.1
Flúor	F	mg/l	1.0
Hierro	Fe	mg/l	5.0
Huevos de parásitos		mg/l	Ausencia
Litio	Li	mg/l	2.5
Material Flotante	Visible	mg/l	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0.001
Manganeso	Mn	mg/l	0.2
Molibdeno	Mo	mg/l	0.01
Níquel	Ni	mg/l	0.2
Nitritos	NO ₂	mg/l	0.5
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	3
pH	pH	mg/l	6 – 9
Plomo	Pb	mg/l	5.0
Selenio	Se	mg/l	0.02
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	250
Vanadio	V	mg/l	0.1

Nota: Se pueden observar valores recomendados para el riego agrícola en Ecuador; de acuerdo a MAE (2015).

7.11.3. Propiedades Físicas del agua

Para comprender la dinámica del agua es importante conocer parámetros importantes que establecen las condiciones en las que se encuentre el agua:

Sólidos Suspendidos(SS): Hace referencia a la cuantificación en términos de volumen de partículas visibles presentes en el agua. Su cálculo es importante, ya que puede causar problemas en los sistemas como impedir el flujo normal del agua. Se mide mg/l. Tafur Bravo y Quevedo Salas (2014)

Sólidos Disueltos(SD): Valor que indica la cantidad de iones y moléculas orgánicas e inorgánicas disueltas en el flujo, las concentraciones de los sólidos pueden darse por factores naturales o artificiales. Se obtiene mediante la evaporación de agua previamente filtrada y corresponde al residuo seco filtrado. Se expresa en mg/L. Rojas Orjuela (2000); Tafur Bravo y Quevedo Salas (2014)

Sólidos Totales(ST): Este valor incluye los sólidos disueltos y los sólidos suspendidos, y no es más que, la suma del volumen ambos tipos de sólidos. Se expresa en unidades de masa por volumen de agua, como miligramos por litro (mg/L) o partes por millón (ppm).

7.11.4. Tratamiento del agua

El proceso de tratamiento del agua es amplio, y se divide en 3 niveles de descontaminación:

Primario: Es un pretratamiento que se da mediante el uso de procedimientos mecánicos como filtración y sedimentación; cuyo objetivo es proteger el sistema.

Secundario: Se da una desinfección o tratamientos biológicos o fisicoquímicos, su objetivo principal es la remoción de sólidos suspendidos y sólidos disueltos.

Terciario: Es un post tratamiento donde se realiza un pulido del agua.

El nivel que se tenga que alcanzar depende del uso que tendrá el agua; y la fuente de este recurso; en el caso de aguas pluviales las propiedades fisicoquímicas presentes en las partículas pueden dar como lugar un pH alcalino o ácido; Ramírez Sánchez y Marín Daza (2022); y considerando el propósito que se disponga se escogerá el nivel a alcanzar, así como

el tipo de tratamiento a emplear. Actualmente, los métodos que se utilizan para el tratamiento del agua se complementan con procesos químicos, físicos, y biológicos. Salamanca (2016)

- **Tratamientos físicos:** Estos procesos se caracterizan porque no alteran la estructura molecular del agua y no crean nuevas sustancias; el método se basa en impedir el paso de sólidos, Salamanca (2016). El sistema de tratamiento físico más empleado es la sedimentación, que es una técnica muy frecuente para eliminar las partículas en suspensión; esto se lo hace mediante un proceso en el cual las partículas se asientan en el fondo debido a la diferencia de su peso específico con el del agua. Ramírez Sánchez y Marín Daza (2022)
 - **Desarenador:** Se entiende por desarenador a la obra hidráulica empleada en sistemas de riego y tratamientos de agua para decantar y evacuar partículas sólidas que se encuentran presentes en el agua transportada por la red. Su objetivo principal es preservar el sistema de riego de obstrucciones causadas por la deposición de las partículas en las bombas, tuberías, codos u otros componentes, UNATSABAR (2011). Los principales problemas que genera el transporte de este material sólido son:
 - La deposición de las partículas sólidas dentro de la red de conducción provoca la disminución en la sección de las tuberías, lo que provoca el aumento en el costo del mantenimiento y puede ocasionar obstrucciones dentro de la red.
 - Si las tuberías sirven a sistemas de riego, la arena arrastrada por el agua pasa a las tuberías, válvulas y aspersores, desgastándolas y causando una disminución en su rendimiento, lo que provoca un aumento de costo en su mantenimiento.
- **Tratamientos químicos:** Estos procesos alteran la estructura interna del agua, creando una nueva sustancia; Duque Sarango y cols. (2018) entre los más importantes se tiene;
 - **Desinfección con cloro;** realiza un proceso químico, donde el cloro actúa como un agente oxidante que elimina patógenos, una característica importante es que el cloro deja residuos en el agua lo cual implica que se mantiene como desinfectante, Salamanca (2016); sin embargo, los residuos excesivos pueden generar subproductos perjudiciales para la salud como los trihalometanos.
 - **Desinfección con ozono (O₃);** una forma de oxígeno altamente tóxica e inestable que cuando se introduce en el agua oxida los patógenos y purifica el agua. Se caracteriza

por su baja solubilidad que asegura menos residuos en el agua, pero esto no impide el crecimiento de bacterias a lo largo del tiempo. Salamanca (2016)

o **Radiación Ultravioleta UV**: este proceso implica la exposición del agua a luz ultravioleta para eliminar virus y bacterias atacando al ADN de estos patógenos acabando con su capacidad de reproducirse y generar enfermedades. Sin embargo, esto no evita el crecimiento de microorganismo a lo largo de un periodo, por lo que requiere de un desinfectante secundario, Duque-Sarango, Romero-Martínez, Pinos-Vélez, Sánchez-Cordero, y Samaniego (2023). Este tipo de mecanismo es útil para sistemas pequeños debido a que la radiación UV no genera residuos tóxicos, el tiempo de contacto es corto y el equipo necesario es sencillo y fácil de mantener.

o **Ajustadores de pH**: proceso en el cual se adiciona productos químicos como el hidróxido de sodio (NaOH) para alcalinizar o aumentar el pH; y, por el contrario, se puede utilizar ácido clorhídrico (HCl) o ácido sulfúrico (H₂SO₄) para bajar los niveles de pH aumentando la acidez en el agua. Duque Sarango y cols. (2018)

- **Tratamientos biológicos**: En este caso se utilizan microorganismos para causar cambios químicos; de igual manera que el tratamiento químico esta produce una nueva sustancia (Salamanca, 2016). Se logra este tratamiento, ya sea por medio de; **digestión aerobia**, proceso en el cual se da la descomposición de la materia orgánica presente en compuestos más simples como CO_2 y H_2O para ello debe existir la presencia de oxígeno; o en su defecto mediante **digestión anaerobia**, la cual descompone la materia orgánica sin la presencia de oxígeno. Los microorganismos descomponen la materia en compuestos simples como metano y CO_2 . Duque Sarango y Zagal Andrade (2023)

CAPÍTULO III

8. Marco Metodológico

La metodología empleada en este proyecto es de tipo descriptiva con un enfoque sistemático y estructurado, debido a que requiere una serie de pasos secuenciales que van desde la recolección y análisis de la información preliminar existente; hasta el diseño hidrológico e hidráulico de los sistemas de recolección y riego con sus respectivos planos y presupuesto que avalen su viabilidad para que en un futuro se realice la construcción del proyecto. Además, se subraya la necesidad de considerar ciertos factores que son específicos para el sitio al momento de implementar la solución propuesta, lo cual implica un enfoque metodológico práctico, centrado en la planificación de este proyecto de ingeniería.

8.1. Materiales y Equipos

Algunos de los softwares utilizados para el diseño del presente proyecto técnico fueron Civil 3D, CROPWAT, WaterGEMS, ArcGIS, InterPro y Excel. Con la ayuda de estos programas se realizó el análisis de las condiciones iniciales del lugar y el posterior diseño de los componentes del sistema de recolección y riego.

En cuanto a los equipos, se emplearon instrumentos de topografía como el equipo Mobile Mapper Spectra Precision para determinar la ubicación de los elementos del sistema de recolección y riego. Además, se usaron los datos pluviométricos obtenidos en el INAHMI e información adicional brindada por la Universidad Politécnica Salesiana, como planos y el modelo de elevación digital de la ubicación. En cuanto al uso de equipos de medición de parámetros del suelo, se hizo uso del equipo del infiltrómetro de doble anillo con el fin de determinar la velocidad de infiltración del suelo.

8.2. Recolección y análisis de información preliminar

Inicialmente, se realizó un análisis de las condiciones actuales del sistema de drenaje a través de una inspección guiada por el personal técnico de la universidad a cada uno de los puntos que conforman la red de recolección de aguas pluviales. Aquí se pudo constatar que el sistema existente es combinado, es decir, no hay una diferenciación entre las aguas evacuadas,

por lo que se tuvo que plantear una estrategia para recolectar solamente el agua proveniente de la lluvia.

Posteriormente, se evaluó el estado actual del sistema de riego y las condiciones del suelo del Estadio Valeriano Gavinelli, en donde se observó la existencia de 3 aspersores móviles utilizados para el riego, el cual es inadecuado y poco uniforme; tal como se pudo ver en la figura 3, donde se evidencia la falta de traslape dando como resultado zonas verdes y zonas secas. Además, en épocas lluviosas existe una acumulación de agua, esto debido a que no se cuenta con un sistema de drenaje eficiente provocando que el suelo se sature.

Figura 10

Sistema de riego actual existente en el Estadio Valeriano Gavinelli.



Nota: Se muestra el sistema de riego actual en el Estadio, el cual cuenta con tres aspersores; una bomba y tuberías flexibles de PVC; donde se evidencia un riego improvisado. Fuente: Autores

Adicionalmente, se obtuvo información topográfica de las bajantes y pozos del sistema de recolección de la Universidad mediante el uso del equipo Mobile Mapper Spectra Precisión, donde se colocó la antena móvil alrededor de 30 minutos en cada punto, posteriormente se procesó los datos con ayuda del Software SPECTRA SURVEY OFFICE con el fin de corregir las coordenadas obtenidas con respecto a la estación propuesta por el GEOportal del IGM (Instituto Geográfico Militar), realizando el proceso de triangulación para obtener las coordenadas reales y exactas de estos puntos de interés.

Figura 11

Antena móvil del equipo Mobile Mapper Spectra Precisión.



Nota: Colocación de la antena móvil para obtener información topográfica en uno de los puntos de interés. Fuente:Autores

8.3. Parámetros para el diseño del sistema de recolección

Una vez obtenida las coordenadas de las bajantes, se planteó una nueva red de cajas de revisión mediante el software Civil 3D. Esta nueva red tuvo por objetivo captar las aguas pluviales de los edificios aledaños al estadio (Mario Rizzinni, Bar, Coliseo, Gimnasio, FEUPS, Guillermo Mensi, Informática, Oratorio) para conducirla al tanque de almacenamiento ubicado en el estadio.

8.3.1. Literatura y Normativas

El comportamiento de la red de recolección de aguas pluviales ha sido valorado de acuerdo con los criterios y sugerencias propuestos por Rull (2007) en su libro “Evacuación de aguas residuales en edificios” y también de acuerdo con la normativa INEN (2003) “Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable, y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes”; de donde se ha recogido ciertos principios que favorecen a la red hidrosanitaria de evacuación de agua pluvial que se propone.

De acuerdo con los criterios propuestos por Rull (2007), se valoró el diámetro de los colectores para el agua proveniente de la lluvia dentro de un rango de 90 mm y 315 mm para

todo tipo de tubería. Además, el autor recomienda que la pendiente se ubique en un rango de entre 1% y 4% siendo idóneo alcanzar una pendiente del 2%; sin embargo, se debe tener en consideración que la inclinación adecuada de la tubería es aquella que permita al flujo mantenerse dentro del rango de velocidad conveniente.

Bajo estos criterios; se ha planteado una velocidad mínima que permita la autolimpieza de 0.9 m/s como lo indica la normativa INEN (2003); y una velocidad máxima en función del criterio propio, ya que la normativa recomienda utilizar la velocidad de acuerdo al material del tubo que en este caso sería de hasta 4.5 m/s; sin embargo, este valor es elevado al tratarse de redes hidrosanitarias y diámetros muy por debajo de los recomendados por la norma; por lo que se ha considerado una velocidad máxima de 3 m/s para evitar erosión y roturas en la tubería.

8.3.2. Material de las tuberías

El material de las tuberías tiene efecto sobre algunos parámetros básicos y criterios de diseño como: velocidad, coeficiente de rugosidad, caudal, etc. Razón por la cual se ha optado por tuberías PVC de acuerdo con el siguiente análisis:

Al tratarse de un sistema hidrosanitario de evacuación de aguas pluviales, la opción más favorable tanto económica e hidráulicamente es el uso de tuberías PVC, ya que son rígidas, el coeficiente de rugosidad es menor por lo que puede soportar velocidades más altas, su fácil colocación debido a que son más livianas y su uso es frecuente en este tipo de sistemas.

8.3.3. Coeficiente de escorrentía

Uno de los parámetros fundamentales para el diseño es el coeficiente de escorrentía “C”, el cual es un valor que se encuentra en función de la superficie del terreno y la capacidad de infiltración que este permita. El proceso de cálculo se lo realiza mediante una ponderación de los distintos valores de “C” para cada superficie, dichos valores fueron tomados de la tabla dada por INEN (2003) “Valores de C para diferentes tipos de superficie”, la cual se presenta a continuación:

Tabla 3

Valores del coeficiente de escorrentía para diferentes tipos de superficie

Tipo de superficie	Valores de “C”	
	Rango sugerido	Valor adoptado
Cubierta Impermeabilizada	0,9	0,90
Pavimentos en buenas condiciones	0,85 a 0,90	0,85
Vías sin pavimentar	0,10 a 0,30	No aplica
Parques y jardines (áreas verdes)	0,05 a 0,25	No aplica

Nota: Se muestra los valores de C sugeridos por INEN , y los valores adoptados para el presente proyecto. INEN (2003)

Con superficies de 1438.85 m^2 para pavimento, correspondiente al parqueadero posterior al edificio Guillermo Mensi; y 7174.10 m^2 correspondientes a las cubiertas de las edificaciones antes mencionadas. Se obtuvo un coeficiente de escorrentía de $C = 0.89$, mediante la siguiente ecuación:

$$C_{ponderado} = \frac{\sum(A_i C_i)}{\sum A_i} \quad (7)$$

Ecuación 7. Coeficiente de Escorrentía.

Donde:

C: Coeficiente de tipo de zona o superficie (adimensional)

(A_i) : Área de aporte. (m^2)

(C_i) : Coeficiente C de cada zona o superficie de aporte (adimensional)

$(\sum A_i)$: Área total de aporte. (m^2)

8.3.4. Intensidad de la lluvia

Para la obtención de este valor es necesaria información meteorológica de la zona; a partir, de la cual se puede hallar la ecuación de Intensidad de la lluvia con base en regresiones, para

ello se debe conocer la información relacionada con datos de precipitación mensual o diaria de las estaciones del sector. Otro método para hallar la intensidad de la lluvia es mediante las ecuaciones brindadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INHAMI); las cuales están dadas en función del periodo de retorno y el tiempo de concentración deseado.

En el presente estudio se estableció un periodo de retorno de 10 años al tratarse de un micro drenaje; además, según los criterios presentados por Rull (2007) se coincide en establecer este valor. El tiempo de concentración se determinó como 15 minutos, lo cual es adecuado según lo descrito por INEN (2003), donde se establece que será de entre 10 y 30 minutos para zonas urbanas.

8.3.5. Esfuerzo Cortante

El esfuerzo cortante o tensión tractiva se verifica para asegurar que la disminución de velocidad del flujo cerca de las paredes no afecte a las condiciones de autolimpieza, para lo cual este valor debe ser mínimo 1Pa o el valor del Q_{min} .

$$\tau = \rho \cdot g \cdot rh \cdot S \quad (8)$$

Ecuación 8. Esfuerzo Cortante, EMAAP (2009)

Donde:

τ : Esfuerzo Cortante (kg/m^2)

ρ : Densidad del agua ($1000 \text{ kg}/\text{cm}^3$)

g : Gravedad ($9.81 \text{ m}/\text{s}^2$)

rh : Radio Hidráulico (m)

S : Pendiente de la tubería (m/m)

8.3.6. Caudal Pluvial

Corresponde al caudal de escorrentía superficial, la literatura indica que para su cálculo se puede usar tres métodos; método racional, método del hidrograma unitario sintético y análisis

estadístico. En este caso de estudio se ha optado por el método racional; ya que la superficie de diseño no es mayor a 100 Ha y es el más común en la zona, lo que lo hace adecuado para el caso; cuya formulación es:

$$Q_p = K \cdot C \cdot I \cdot A \quad (9)$$

Ecuación 9. Caudal Pluvial mediante el Método Racional, Azevedo (2005)

Donde:

Q_p : Caudal de escurrimiento (m^3/s)

C_i : Coeficiente de escurrimiento (adimensional)

I : Intensidad de lluvia promedio en mm/h, a partir de relaciones IDF para un periodo de retorno específico y una duración t_c en minutos.

A : Área de drenaje. (m^2)

K : 0.28

La duración es considerada similar al tiempo de concentración t_c de la superficie de drenaje.

8.3.7. Diseño Hidráulico

Para realizar el diseño hidráulico se utilizaron programas computacionales como Civil 3D y EXCEL, donde los cálculos hidráulicos se han basado en la metodología propuesta por Manning, la cual se expone a continuación:

$$Q = \frac{R^{2/3} J^{1/2} A}{n} \quad (10)$$

Ecuación 10. Ecuación de Manning, Azevedo (2005)

Donde:

Q : Caudal a sección llena (m^3/s)

R : Radio hidráulico (m)

J : Pendiente (m/m)

n : Coeficiente de rugosidad (adimensional)

El valor de n (coeficiente de rugosidad de Manning) fue tomado de la tabla descrita a continuación; que al hacer uso del material PVC, n será 0.011.

Tabla 4

Velocidade máxima a sección llena con sus respectivos coeficientes de rugosidad

Material	Vel. máxima (m/s)	Coeficiente de rugosidad
Hormigón Simple; con uniones de mortero	4	0.013
Hormigón Simple; con uniones de neopreno para nivel freático	3.5-4	0.013
Plástico	4.5-5	0.011
Asbesto Cemento	4.5	0.011

Fuente: EMAAP (2009)

8.3.8. Diseño de Pozos de revisión

En el presente estudio se estableció la existencia de un pozo de revisión, que tiene la finalidad de conectar el sistema de drenaje pluvial del edificio que se encuentra en construcción hacia la red propuesta en este proyecto, para que la recolección de agua sea abundante en un futuro y se pueda dar uso de esta fuente hídrica en otras actividades o de igual manera para sistemas de riego.

Por lo que; es fundamental considerar algunos aspectos importantes de los pozos; como su ubicación, la cual se hará de tal forma que no exista el ingreso de lluvia a los pozos o en su defecto deberán contar con tapas herméticas. En cuanto a su dimensionamiento, estos deberán

tener una abertura superior mínima de 0.60 m. Para facilitar el acceso es recomendable que se use un tronco excéntrico en los cambios de diámetro.

8.3.9. Diseño de Cajas de Revisión

Las arquetas se ubicarán en cada cambio de dirección, de pendiente y manteniendo una longitud máxima de 20 m entre caja y caja. El diseño se realizó en función del diámetro de las tuberías de salida, según lo indicado a continuación:

Tabla 5

Dimensiones de las cajas de revisión en función del diámetro de los colectores de salida.

LxA (cm)	Diámetro del colector de Salida (mm)								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40x40	50x50	60x60	60x70	70x70	70x80	80x80	80x90	90x90

Fuente: Rull (2007)

8.4. Diseño agronómico

8.4.1. Velocidad de infiltración

El ensayo del infiltrómetro de doble anillo consiste en saturar un fragmento de suelo del estadio Valeriano Gavinelli limitado por dos anillos concéntricos para después medir gradualmente la variación del nivel del agua en el cilindro interior. Esta variación determina la tasa de infiltración, que es la velocidad con la que el agua penetra las capas del suelo, y usualmente coincide con el valor K de la conductividad hidráulica del suelo saturado.

Figura 12

Ensayo del infiltrómetro de doble anillo.



Nota: *Ensayo del infiltrómetro de doble anillo.*

El coeficiente de conductividad hidráulica se determinó mediante la siguiente expresión:

$$Lacum = K * T^B \quad (11)$$

Ecuación 11. Lámina de agua acumulada.

Donde:

Lacum: Lámina de agua acumulada (*mm*)

T: Tiempo acumulado (*min*)

K: Conductividad hidráulica (*mm/min*)

Mediante el modelo de infiltración de KOSTIAKOV podemos determinar el valor de K y B como constantes de su ecuación.

Utilizando las propiedades matemáticas se determinó la expresión para determinar el valor de la conductividad hidráulica K:

$$K = e^{\log(T)} \quad (12)$$

Ecuación 12. Coeficiente de conductividad hidráulica.

Donde el coeficiente B se determinó mediante la siguiente expresión:

$$B = \frac{\Sigma(\log(T) * \log(Lacum)) * N - (\log(T) * \log(Lacum))}{\Sigma(\log(T)^2) * N - \Sigma(\log(T)^2)} \quad (13)$$

Ecuación 13. Constante de KOSTIAKOV.

Donde:

B: Constante de KOSTIAKOV (adimensional)

N: Número de datos obtenidos (adimensional)

Una vez determinado el coeficiente de infiltración se calcula la velocidad de infiltración instantánea y la velocidad de infiltración básica, a través de las siguientes expresiones:

$$V_{inf_{ins}} = K * B \quad (14)$$

Ecuación 14. Velocidad de infiltración instantanea.

Donde:

V_{inf_{ins}}: Velocidad de infiltración instantanea (*mm/min*)

K: Conductividad hidráulica (*mm/min*)

B: Constante de KOSTIAKOV (adimensional)

$$V_{inf_{básica}} = V_{inf_{ins}} * Tb^B \quad (15)$$

Ecuación 15. Velocidad de infiltración básica.

Donde:

$$b = B - 1 \quad (16)$$

$$Tb = -600 * b \quad (17)$$

Una vez calculada la velocidad de infiltración básica mediante el ensayo del infiltrómetro de doble anillo, se determina la textura del suelo en base a la tabla 6.

Tabla 6

Tipo de textura del suelo con base en la velocidad de infiltración.

Textura	Velocidad de infiltración (mm/hr)
Arcilloso	<5
Franco-arcilloso	5-10
Franco	10-20
Franco-arenoso	20-30
Arenoso	>30

Nota: Consorcio Tracasa - Nipsa, 2014

8.4.2. Información del suelo

Las propiedades físicas del suelo del estadio se determinan en función a su textura, en base a lo expuesto por la figura 13.

Figura 13

Propiedades físicas del suelo.

Datos representativos de algunas propiedades físicas del suelo, según su textura

Textura del Suelo	Velocidad de Infiltración Básica	Volúmen Poroso Total	Peso Especifico Aparente	Capacidad de Campo	Punto de Marchitez Permanente	Agua Disponible	
	V inf	VPt	Pea	HCc	HPm	% del volúmen	Capa de 1 metro
-	mm/h	P%	g/cm ³	%w	%w	%v	m ³ /Ha/m
Arenosa	50 (25 - 250)	38 (32 - 42)	1.65 (1.55 - 1.80)	9 (6 - 12)	4 (2 - 6)	6 (6 - 10)	800 (700 - 1000)
Franco - Arenosa	25 (13 - 76)	43 (40 - 47)	1.5 (1.40 - 1.60)	14 (10 - 18)	6 (4 - 8)	12 (9 - 15)	1200 (500 - 1500)
Franca	14 (8 - 20)	46 (43 - 49)	1.42 (1.34 - 1.50)	22 (18 - 26)	10 (8 - 12)	17 (14 - 20)	1700 (1400 - 1900)
Franco - Arcillosa	8.5 (2.5 - 15)	49 (47 - 51)	1.35 (1.30 - 1.40)	27 (23 - 31)	13 (11 - 15)	19 (16 - 22)	1900 (1700 - 2200)
Arcilloso - Arenosa	4 (3 - 5)	51 (49 - 53)	1.3 (1.25 - 1.35)	31 (27 - 35)	15 (13 - 17)	21 (18 - 23)	2100 (1800 - 2300)
Arcillosa	0.5 (0.1 - 1)	53 (51 - 55)	1.25 (1.20 - 1.30)	35 (31 - 39)	17 (15 - 19)	23 (20 - 25)	2300 (2000 - 2500)

*) Los rangos de la velocidad de infiltración básica exceden los datos representados, y varían con la estructura del suelo y su estabilidad.

Nota: *Propiedades físicas del terreno en base a la textura del suelo. Fao (2006)*

El factor de corrección de infiltración, que es un valor que ajusta la cantidad de agua que circula a través del perfil del suelo, está en función del porcentaje de la pendiente del terreno, como se presenta en la figura 14.

Figura 14

Factor de corrección de infiltración.

Pendiente (%)	% de disminución
< 5	0
5- 8	20
9 - 12	40
13 - 20	65
> 20	75

Nota: *Factor de corrección de infiltración en función a la pendiente del terreno. Handy data for the srinkling expert (Perrot, 1982)*

8.4.3. Información del cultivo y demanda de riego

La FAO (2006) presenta una tabla para determinar la profundidad radicular efectiva del cultivo de pasto en función de su tipo. Esta información se presenta en la figura 15.

Figura 15

Profundidad radicular efectiva del cultivo.

CUADRO 22 (continuación)		
Cultivo	Profundidad radicular máxima ¹ (m)	Fracción de agotamiento ² (para ET = 5 mm día ⁻¹) p
j. Forrajes		
Alfalfa – para heno	1,0-2,0	0,55
– para semilla	1,0-3,0	0,60
Bermuda – para heno	1,0-1,5	0,55
– cultivo de primavera para semilla	1,0-1,5	0,60
Trébol heno, Bersím	0,6-0,9	0,50
Rye Grass (heno)	0,6-1,0	0,60
Pasto Sudán, heno (anual)	1,0-1,5	0,55
Pastos de Pastoreo – pastos de rotación	0,5-1,5	0,60
– pastoreo extensivo	0,5-1,5	0,60
Pasto (turfgrass, césped) – época fría ⁵	0,5-1,0	0,40
– época caliente ⁵	0,5-1,0	0,50

Nota: *Profundidad radicular efectiva del cultivo de pasto en función de su tipo. FAO (2006)*

Los coeficientes de cultivo para cada una de las etapas del sembrado del pasto (inicial, intermedia, final) son dados por la FAO (2006) y se presentan en la figura 16.

Figura 16

Coefficientes de cultivo.

CUADRO 12 (continuación)				
Cultivo	$K_{i, in}$ ¹	$K_{i, med}$	$K_{i, fin}$	Altura Máx. Cultivo (h) (m)
j. Forrajes				
Alfalfa (heno) – efecto promedio de los cortes	0,40	0,95 ¹³	0,90	0,7
– periodos individuales de corte	0,40 ¹⁴	1,20 ¹⁴	1,15 ¹⁴	0,7
– para semilla	0,40	0,50	0,50	0,7
Bermuda (heno) – efecto promedio de los cortes	0,55	1,00 ¹³	0,85	0,35
– cultivo para semilla (primavera)	0,35	0,90	0,65	0,4
Trébol heno, Bersím – efecto promedio de los cortes	0,40	0,90 ¹³	0,85	0,6
– periodos individuales de corte	0,40 ¹⁴	1,15 ¹⁴	1,10 ¹⁴	0,6
Rye Grass (heno) – efecto promedio de los cortes	0,95	1,05	1,00	0,3
Pasto del Sudán (anual) – efecto promedio de los cortes	0,50	0,90 ¹⁴	0,85	1,2
– periodo individual de corte	0,50 ¹⁴	1,15 ¹⁴	1,10 ¹⁴	1,2
Pastos de Pastoreo – pastos de rotación	0,40	0,85-1,05	0,85	0,15-0,30
– pastoreo extensivo	0,30	0,75	0,75	0,10
Pastos (césped, turfgrass) – época fría ¹⁵	0,90	0,95	0,95	0,10
– época caliente ¹⁵	0,80	0,85	0,85	0,10

Nota: *Profundidad radicular efectiva del cultivo de pasto en función de su tipo. FAO (2006)*

La demanda neta de riego es la cantidad de agua que se va a proveer a la zona radical del suelo del cultivo mediante el riego y se determinó a través de la siguiente expresión:

$$D_n = (ET_o * k_c) - Pe \quad (18)$$

Ecuación 18. Demanda neta de riego.

Donde:

D_n : Demanda neta de riego (mm)

ET_o : Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

k_c : Coeficiente de cultivo (adimensional)

Pe : Precipitación efectiva (mm)

8.4.4. Datos del aspersor

Los datos del aspersor se obtienen a partir del catálogo dado por el proveedor y deben satisfacer los requerimientos de diseño tanto hidráulicos como estructurales. El espaciamiento del traslape del marco de riego está en función de la velocidad media del viento como se presenta en la figura 17.

Figura 17

Traslape del marco de riego.

VIENTO (km/h)	ESPACIAMIENTO
6,4	60 % del diámetro mojado
12,8	50 % del diámetro mojado
16,0	30 % del diámetro mojado

Fuente : Holzapfel, 1990.

Nota: *Espaciamiento del traslape del marco de riego. Holzapfel (1990)*

La precipitación horaria del aspersor seleccionado se determinó en base a la siguiente expresión:

$$Ph = \frac{Qe}{Ea * EI} \quad (19)$$

Ecuación 19. Precipitación horaria del aspersor.

Donde:

Ph: Precipitación horaria del aspersor (mm/h)

Qe: Caudal del aspersor (l/h)

Ea: Espaciamiento entre aspersores (m)

EI: Espaciamiento entre laterales (m)

8.4.5. Requerimientos hídricos del cultivo

Lámina de agua disponible a la profundidad radicular.

La lámina de agua disponible a la profundidad radicular es la cantidad de agua que puede tomar la planta (pasto) sin hacer un esfuerzo excesivo. Se determinó mediante la siguiente expresión:

$$LD_{zr} = (Hc_c - Hp_{mp}) * Da * Zr * 10 \quad (20)$$

Ecuación 20. Lámina de agua disponible a la profundidad radicular.

Donde:

LD_{zr} : Lámina de agua disponible a la profundidad radicular (mm)

Hc_c : Porcentaje de humedad a capacidad del campo (%)

Hp_{mp} : Porcentaje de humedad al punto de marchitez permanente (%)

Da: Densidad aparente (g/cm^3)

Zr: Profundidad radicular (m)

Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular.

Es la lámina utilizable a la profundidad radicular afectada por el porcentaje máximo de agua aprovechable por el cultivo. Se determino mediante la siguiente expresión:

$$LA_{zr} = LD_{zr} * Pa \quad (21)$$

Ecuación 21. Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular.

Donde:

LA_{zr} : Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular (mm)

Pa: Máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo (%)

El máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo se obtuvo de la figura 18.

Figura 18

Máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo.

Tipo de Cultivo	Evapotranspiración	
	Baja (2 – 5 mm/día)	Media a alta (6 a 10 mm/día)
Hortalizas	30 – 40	15 – 25
Frutales	50 – 60	25 – 40
Pastos	50 – 70	35 – 50
Cereales Algodón Oleaginosas Caña de Azúcar	60 – 70	45 – 60

Nota: *Máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo. FAO (2006)*

Volumen de agua a la profundidad radicular.

Es la cantidad de agua disponible a la profundidad radicular. Se calcula a partir de la lámina de agua disponible a la profundidad radicular, considerando la equivalencia de que 1 mm de lámina es igual a 1 lt/m², es decir 10 m³/ha. Se determino mediante la siguiente expresión:

$$VA_{zr} = LA_{zr} * 10 \quad (22)$$

Ecuación 22. Volumen de agua a la profundidad radicular.

Donde:

VA_{zr} : Volumen de agua aprovechable a la profundidad radicular (m³/ha)

LA_{zr} : Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular (mm)

Lámina bruta o Dosis total de riego.

Es la lámina de agua real que se disponible a la profundidad radicular, debido a que se necesita usar una porción de agua superior que la determina en la lámina de agua aprovechable, ya que el agua aplicada en el riego no es totalmente aprovechada por que existe un porcentaje que escurre hacia los desagües o penetra fuera de las raíces. Se determino mediante la siguiente expresión:

$$LB = \frac{LA_{zr}}{Ea} \quad (23)$$

Ecuación 23. Lámina bruta o Dosis total de riego.

Donde:

LB: Lámina bruta (mm)

LA_{zr} : Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular (mm)

Ea: Eficiencia de riego (%)

Tiempo de riego.

Es el periodo que los emisores deben regar en cada turno o ubicación. Se determinó mediante la siguiente expresión:

$$TR = \frac{LB}{Phr} \quad (24)$$

Ecuación 24. Tiempo de riego.

Donde:

TR: Tiempo de riego (h)

LB: Lámina bruta (mm)

Phr: Precipitación horaria de riego del aspersor (mm/h)

Frecuencia o intervalo de riego.

Es el periodo de tiempo entre dos riegos consecutivos, indicado en días. Se determinó mediante la siguiente expresión:

$$Fr = \frac{LA_{zr}}{Dn} \quad (25)$$

Ecuación 25. Frecuencia o intervalo de riego.

Donde:

Fr: Frecuencia de riego (días)

LA_{zr} : Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular (mm)

Dn: Demanda neta de riego (mm/día)

Período de riego o ciclo de riego.

Número de días en los que se completa un ciclo de riego.

$$Pr = Fr - \text{Días de descanso} \quad (26)$$

Ecuación 26. Período de riego o ciclo de riego.

Donde:

Pr: Ciclo de riego (días)

Fr: Frecuencia de riego (días)

Turnos de riego por día.

Es la cantidad de turnos que se realizarán en un día, determinada por las horas asignadas a la jornada laboral y el tiempo estimado para el riego. Se determinó mediante la siguiente expresión:

$$Turnos = \frac{Jornada}{TR} \quad (27)$$

Ecuación 27. Turnos de riego por día.

Donde:

Turnos: Número de turnos a ejecutar en el día.

TR: Tiempo de riego (h)

Turnos por periodo de riego.

Es el número de turnos por cada ciclo de riego. Se determinó mediante la siguiente expresión:

$$Turnos/pr = Turnos * Pr \quad (28)$$

Ecuación 28. Turnos por periodo de riego.

Donde:

Turnos/pr: Número de turnos por periodo de riego.

Pr: Ciclo de riego (días)

Turnos: Número de turnos a ejecutar en el día.

Superficie de riego por turno.

Es el área de terreno a regar por turno. Se determinó mediante la siguiente expresión:

$$Sr/Turno = \frac{An}{Turnos/pr} \quad (29)$$

Ecuación 29. Superficie de riego por turno.

Donde:

Sr/Turno: Área del terreno a regar por cada turno de riego (ha)

An: Área neta del terreno (ha)

Turnos/pr: Número de turnos por periodo de riego.

Dosis bruta por turno.

Es el volumen de agua que debe ser suministrado a la red en cada turno para cubrir el área de riego asignada. Se determinó mediante la siguiente expresión:

$$Db/Turno = (Sr/Turno) * LB \quad (30)$$

Ecuación 30. Dosis bruta por turno.

Donde:

Db/Turno: Dosis bruta de agua por cada turno (m^3)

Sr/Turno: Área del terreno a regar por cada turno de riego (ha)

LB: Lámina bruta (m)

Caudal mínimo requerido.

El caudal mínimo requerido está en función de la dosis bruta por turno y del tiempo de riego. Se determinó mediante la siguiente expresión:

$$Q_{min} = \frac{Db/Turno}{TR} \quad (31)$$

Ecuación 31. Caudal mínimo requerido.

Donde:

Q_{min} : : Caudal mínimo a ser inyectado a la red por turno (m^3/h)

Db/Turno: Dosis bruta de agua por cada turno (m^3)

TR: Tiempo de riego (h)

Aspersores por turno.

Es el número de aspersores por cada turno de riego. Se determinó dividiendo el caudal mínimo requerido para el caudal del emisor escogido:

$$Aspersores = \frac{Q_{min}}{Q_{emisor}} \quad (32)$$

Ecuación 32. Aspersores por turno.

Donde:

Aspersores: Número de aspersores por cada turno de riego.

Q_{min} : : Caudal mínimo a ser inyectado a la red por turno (l/s)

Q_{emisor} : : Caudal de cada aspersor (l/s)

8.5. Diseño Hidráulico de la red de riego

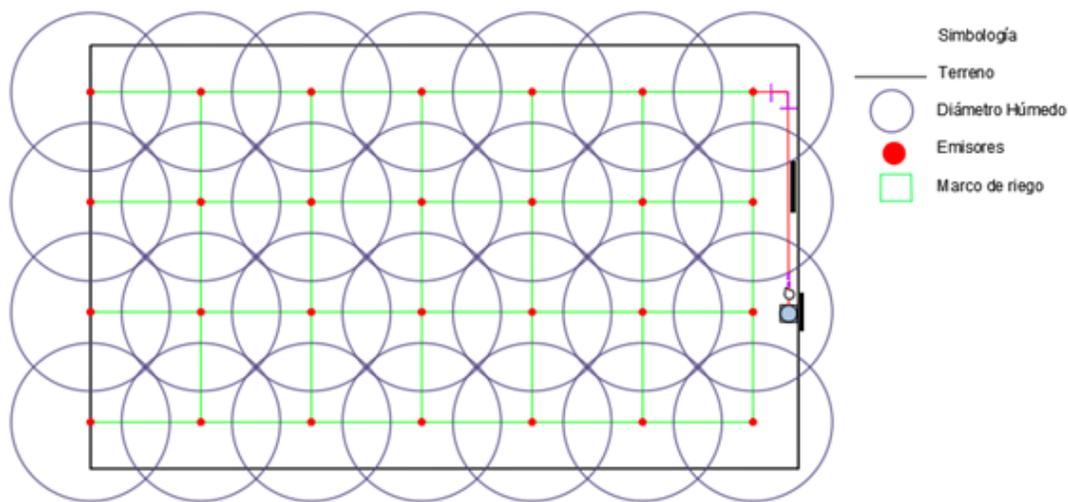
8.5.1. Disposición de los aspersores

Inicialmente, se ubicó los aspersores en el área del estadio Valeriano Gavinnelli mediante la aplicación computacional AutoCAD, la disposición se encuentra en función del diámetro mojado del aspersor seleccionado, el cual es de 28 m. Además, se ha considerado un marco de riego cuadrado debido a que es muy común en este tipo de riego e ideal para redes móviles; aunque la teoría recomienda un marco triangular, este será adecuado únicamente en el caso de redes fijas.

Posteriormente, se optó por utilizar el 70% del diámetro mojado como espaciamento lateral y entre aspersores, dando lugar a un espaciamento de 19.5 m x 19.5 m, resultando 7 aspersores por ramal, el cual se deberá ir movilizandoo con respecto al marco de riego, como se muestra en la figura 20. Estos criterios se fundamentan según lo recomendado por Fernandez Gómez (2010); Obteniendo lo siguiente:

Figura 19

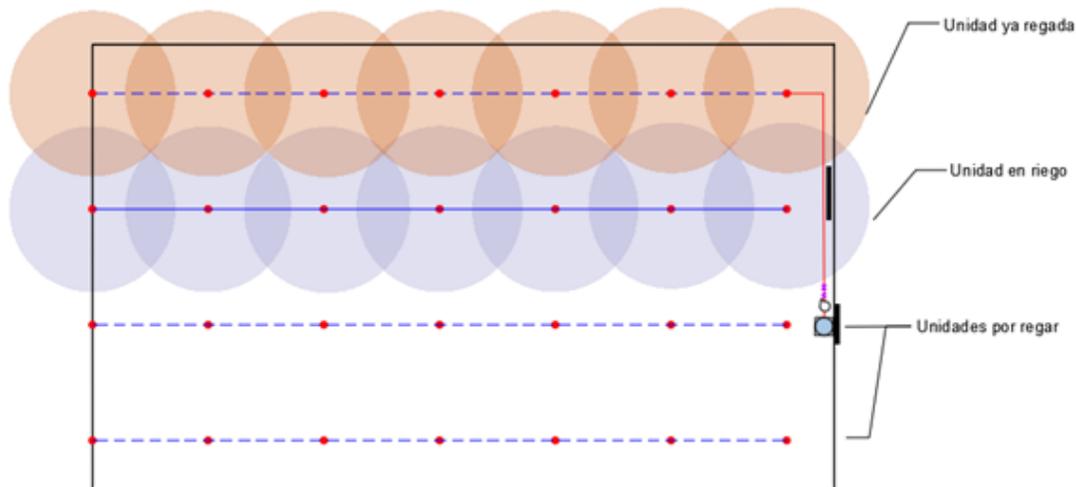
Diámetro Mojado y Marco de Riego de la red de irrigación.



Nota: Se muestra la disposición de los aspersores según el marco de riego y el diámetro húmedo seleccionado. Fuente:Autores

Figura 20

Disposición de los aspersores a través del tiempo de cada turno de riego.



Nota: Se muestra la disposición de los ramales de irrigación y las unidades de riego en cada sector del estadio. Fuente:Autores

8.5.2. Dimensionamiento de las tuberías

El diámetro de las tuberías se definió mediante el programa computacional WaterGEMS, donde se verificó que las dimensiones sean las adecuadas y cumplan con la presión y caudal necesario para cada emisor. Sin embargo, para tener una idea inicial del diámetro con el cual iniciar el proceso, se dimensionó la tubería con las siguientes ecuaciones:

- **Diámetro tubería de succión**

Según lo expuesto por OPS (2005), el diámetro seleccionado para la succión debe ser mayor al diámetro de entrada de la bomba y deben estar conectadas por un reductor excéntrico con el fin de reducir pérdidas de carga y la formación de bolsas de aire; además debe asegurar que la velocidad del flujo no sea mayor a las propuestas por Azevedo (2005);

Tabla 7

Velocidad de la tubería de succión en función del diámetro.

Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)
50	0.75
75	1.10
100	1.30
150	1.45
200	1.60
250	1.60
300	1.70
400 o más	1.80

Nota: Tabla tomada de Azevedo (2005)

$$D_{succión} = 1.1284 \cdot \sqrt{\frac{Q}{V}} \quad (33)$$

Ecuación 33. Diámetro interno inicial de las tuberías de succión.

- **Diámetro tubería de impulsión** La ecuación utilizada es la establecida para estaciones de bombeo que no son operadas 24h; es decir, no trabajan continuamente, sino que, se encienden y se apagan durante el día, lo cual es el caso presente en este proyecto;

$$D_{impulsión} = 1.3 \cdot \lambda^{1/4} \cdot \sqrt{Q} \quad (34)$$

$$\lambda = \frac{H_b}{24} \quad (35)$$

Ecuación 34. Diámetro inicial de las tuberías de impulsión para estaciones que no trabajan 24 horas.

Donde:

Q : Caudal, (m^3/s)

V : Velocidad de diseño, valor impuesto (0.75 m/s)

λ : 35; coeficiente de horas de bombeo, (adimensional)

H_b : Horas de Bombeo

El caudal de diseño se lo obtuvo a partir del caudal del emisor y el número de emisores que se encontrarán en cada ramal móvil. Así mismo, la velocidad de diseño para la tubería de succión fue impuesta considerando una velocidad máxima de 0.75 m/s, para evitar erosión y fallas en el funcionamiento del aspersor. Este proceso dio como resultado un diámetro inicial de 40 mm para los ramales y de 50 mm para la tubería principal, a partir de los cuales se buscó un diámetro similar disponible en el catálogo y a partir de ellos se simuló la red en WaterGEMS.

8.5.3. Material de las tuberías

Fernandez Gómez (2010) recomienda el uso de tuberías de aluminio o PVC cuando se trata de redes de riego móviles o semifijas. Razón por la cual se decidió utilizar el material PVC tanto para los ramales como para la tubería principal debido a que representa un beneficio económico para el proyecto y al utilizarse tuberías de diámetro pequeño su movilidad no será complicada.

8.5.4. Cálculo de Pérdidas

Es importante simular el funcionamiento de la red lo más apegado a la realidad, para lo cual se ha calculado las pérdidas por accesorios de las tuberías del sistema de bombeo para ingresar un coeficiente de pérdidas parciales en el programa WATERGems. Para lo cual, se ha considerado los valores de coeficientes de pérdidas presentes en; OPS (2005), las cuales se presentan a continuación:

Tabla 8*Valores de K Factor de pérdidas.*

Accesorios	Valor de K
Compuerta abierta	1
Codo 90°	0.90
Codo 45°	0.40
Válvula de compuerta abierta	0.20
Válvula tipo globo abierta	0.20
Salida de tubo	1
Válvula de pie	1.75
Válvula de retención	2.50
Ampliación gradual	0.30
Reducción gradual	0.15
Tee paso directo	0.10
Yee 45°	1.20
Macho paso recto/unión	0.85

Nota: Tabla basada en la tabla presentada por Azevedo (2005)**8.5.5. Cálculo de coeficiente de emisor**

Para lograr que los nudos colocados en el programa WaterGEMS funcionen como emisores, es indispensable colocar el coeficiente de emisor de cada aspersor. Este valor usualmente es dado por el fabricante o en su defecto se debe brindar la curva Presión-Caudal de la cual se obtiene el coeficiente de emisor. La expresión para determinar el coeficiente del emisor se basa en la ecuación propuesta por Salinas (2015):

$$Q = k_e \cdot P^x \quad (36)$$

Ecuación 36. Descarga del emisor.

Donde:

 Q : Descarga del emisor (lph o gph)

k_e : Coeficiente de emisor (adimensional)

P : Presión hidráulica a la cual opera el emisor (mca o ft)

x : Exponente de descarga, (adimensional)

Adicionalmente, como un método de verificación de un correcto cálculo de K_e , se puede emplear la siguiente ecuación tomada de Mongue (2016); en la cual, se calcula el valor de "x", que representa el exponente de descarga y refleja la capacidad de respuesta que tiene el emisor a los cambios de presión.

$$x = \frac{\ln(q_1/q_2)}{\ln(h_1/h_2)} \quad (37)$$

Ecuación 37. Exponente de descarga.

Donde:

x : Exponente de descarga (adimensional)

q_1, q_2 : Caudales del emisor (l/s)

h_1, h_2 : Presiones de los emisores (m.c.a)

Una vez obtenido este valor, el coeficiente se obtiene despejando k_e de la ecuación 36, y sustituyendo el valor de x por el calculado en la ecuación 37.

8.6. Selección y dimensionamiento de bombas

Para seleccionar y dimensionar adecuadamente una bomba capaz de brindar la potencia y el caudal necesario al sistema, es imperativo escoger en catálogos una bomba adecuada por medio de valores de referencia que se deben ingresar en las curvas de selección de bomba dadas por el fabricante; dichos factores se describen a continuación:

8.6.1. Caudal mínimo de bombeo

El volumen de agua que se requiere bombear es el requerido por cada aspersor, considerando el número de aspersores por ramal; por lo que la bomba debe satisfacer al menos este valor.

$$Q_b = Q_{asp} \cdot \eta \quad (38)$$

Ecuación 38. Caudal de bombeo.

Donde:

Q_b : Caudal mínimo de bombeo, (l/s)

Q_{asp} : Caudal del aspersor, (l/s)

η : Número de aspersores.

8.6.2. Altura manométrica Total (TDH) o Carga dinámica (Hb)

Es un valor que describe la cantidad total de energía que se requiere para mover un líquido de un sitio a otro dentro de un sistema de bombeo. La Carga dinámica es la suma de componentes de energía;

$$H_b = H_i + H_s \quad (39)$$

Ecuación 39. Carga dinámica total.

Donde:

H_b : Altura dinámica o altura de bombeo, (m).

H_s : Carga de succión, (m).

H_i : Carga de impulsión, (m).

A partir de la cual, se obtiene:

$$TDH = D_z + h + P_{min} \quad (40)$$

Ecuación 40. Altura dinámica total.

Donde:

TDH : Altura manométrica, (m)

D_z : Pérdidas de carga totales, (m)

h : Pérdidas totales del sistema, (m)

P_{min} : Presión de funcionamiento del aspersor, (mca)

El factor h engloba pérdidas por fricción y localizadas; sin embargo, varios autores consideran que se puede valorar las pérdidas totales como un porcentaje de la longitud total de la tubería. Lo cual es pertinente para el presente proyecto, ya que sirve como un valor de referencia para ingresar en los catálogos y verificar con el software WaterGEMS. Dicho esto, se ha considerado el 5% de la longitud de las tuberías como pérdidas totales; siendo así:

$$TDH = D_z + 5\%L + P_{min} \quad (41)$$

Ecuación 41. Altura dinámica total.

Donde:

TDH : Altura manométrica, (m)

L : Longitud total, (m)

P_{min} : Presión de funcionamiento del aspersor, (m.c.a)

D_z : Diferencia de nivel, (m)

8.6.3. Potencia teórica

Se refiere a la potencia máxima que la bomba puede generar en condiciones ideales, es decir; sin considerar pérdidas de ningún tipo. Este valor se obtiene por medio de la ecuación de energía de Bernoulli, resultando;

$$P_{teorica} = \rho \cdot g \cdot H_b \cdot Q_b \quad (42)$$

Ecuación 42. Potencia teórica.

Donde:

$P_{teorica}$: Potencia teórica, (W)

ρ : Densidad del agua, (kg/m³)

g : Aceleración de la gravedad, (m/s²)

H_b : Altura de bombeo, (m)

Q_b : Caudal mínimo de bombeo, (l/s)

8.6.4. NPSH disponible

La carga neta de succión es un valor que se verifica para evitar los efectos de la cavitación, se encuentra en función de la presión de entrada de la bomba (Presión atmosférica) y la presión de vapor del líquido. La diferencia de estos dos valores es la necesario para evitar la cavitación.

$$NPSH_{disp} = P_{atm} - (P_{vapor} + D_z + 5\%L) \quad (43)$$

Ecuación 43. NPSH disponible.

Donde:

$NPSH_{disp}$: Altura neta de succión, (m)

P_{atm} : Presión atmosférica, (mca)

P_{vapor} : Presión de vapor, (mca)

D_z : Diferencia de nivel, (m)

8.6.5. Potencia Real

Se refiere a la presión máxima que la bomba genera considerando las pérdidas y la eficiencia de la bomba; se obtiene a partir de la presión teórica;

$$P_{real} = \frac{P_{teorica}}{E_f} \quad (44)$$

Ecuación 44. Potencia real de la bomba.

O en su defecto;

$$P_{real} = \frac{Q_b \cdot TDH}{76 \cdot E_f} \quad (45)$$

Ecuación 45. Potencia real de la bomba.

Donde:

P_{real} : Presión real, (HP)

Q_b : Caudal mínimo de bombeo, (l/s)

E_f : Eficiencia; (70%)

8.7. Diseño del equipo hidroneumático

El sistema de bombeo debe contar con un tanque hidroneumático; el cual se diseña a partir de los siguientes parámetros:

- **Presión mínima:** La presión mínima absoluta de trabajo del tanque, es aquel valor de presión mínimo que permita que el sistema supere las resistencias.
- **Presión máxima:** Se considera un factor de seguridad para la presión mínima, este factor suele ser $\Delta P = 20$ psi. La expresión para determinar la presión máxima se muestra a continuación:

$$P_F = P_o + \Delta P = P_o + 20psi \quad (46)$$

Ecuación 46. Presión Máxima del tanque hidroneumático.

- **Número de ciclos de una bomba:** Hace referencia al número de arranques que tiene la bomba en 1 hora. Cuando el ciclo es frecuente se produce un desgaste de la bomba y un consumo alto de energía. Por ello, lo recomendado es que el ciclo varíe entre 4-6 ciclo/hora. OPS (2005)

Finalmente, el volumen del tanque se calcula con la siguiente expresión:

$$V_T = \frac{60}{4} \cdot \frac{q}{n} \cdot \frac{1}{0.9 \cdot (1 - P_o/P_f)} \quad (47)$$

Ecuación 47. Tomada de;OPS (2005)

8.8. Diseño hidráulico del desarenador

8.8.1. Caudal de diseño

El caudal de diseño debe corresponder al medio diario (Qmd) si el desarenador cuenta con 2 pantallas, en el caso, de que existe solamente 1 pantalla, el caudal de diseño es el máximo horario (QMH). En el presente proyecto, al tratarse de un sistema de recolección de aguas pluviales para realizar una red de riego, el caudal de diseño va a estar en función de la disponibilidad mensual de las precipitaciones y el tiempo de riego, como se presenta en la siguiente expresión:

$$Q_{diseño} \left(\frac{m^3}{h} \right) = \frac{\Sigma (Disponibilidad) (m^3)}{\text{Tiempo de riego} (h)} \quad (48)$$

Ecuación 48. Caudal de diseño del desarenador.

La expresión para determinar la disponibilidad mensual de precipitaciones se presenta a continuación:

$$Disponibilidad = \frac{\left[Prec - \left(Prec * \left(\frac{Evaporación}{100} \right) \right) * \text{Área de los techos} \right]}{1000} \quad (49)$$

Ecuación 49. Disponibilidad mensual de precipitaciones.

Donde:

Disponibilidad: Disponibilidad de precipitaciones (m^3)

Prec: Precipitación (mm)

Evaporación: Porcentaje de evaporación del sistema (%)

Área de los techos: Área acumulada de los techos presentes en el sistema (m^2)

8.8.2. Velocidad a la cual el sólido se sedimenta (V_s)

La velocidad de sedimentación (V_s) hace referencia a la tasa de decantación de las partículas dentro de un fluido, está en función de las características de los sólidos como la forma, tamaño, densidad, etc.

Hazen y Stokes presentan expresiones para calcular la velocidad de sedimentación, las cuales están en función del número de Reynolds, ya que si el régimen es laminar se debe aplicar la ecuación de Stokes, mientras que si el régimen es de transición se aplica la expresión de Hazen. La ecuación para determinar el número de Reynolds está en función de la velocidad, la cual se relaciona con el diámetro de la partícula a sedimentar como se presenta en la figura 21.

Figura 21

Velocidad de sedimentación de la partícula.

Tabla 4.2 Relación entre Diámetro de Partículas y Velocidad de Sedimentación

Material	ØPartículas Límite	Número Reynolds	Velocidad Sedimentación	Régimen	Ley Aplicada
Grava	1 cm	> 10.000	≈ 100 cm/s	Turbulento	Newton
Arena gruesa y media	0,10 cm	≈ 1.000	10,0 cm/s	Transición	Allen
	0,08 cm	≈ 660	8,3 cm/s	Transición	
	0,05 cm	≈ 380	6,3 cm/s	Transición	
	0,05 cm	≈ 27	5,3 cm/s	Transición	
	0,04 cm	≈ 17	4,2 cm/s	Transición	
	0,03 cm	≈ 10	3,2 cm/s	Transición	
	0,02 cm	≈ 4	2,1 cm/s	Transición	
Arena fina	0,015 cm	≈ 2	1,5 cm/s	Transición	Stokes
	0,010 cm	≈ 0,8	0,8	Laminar	
	0,008 cm	≈ 0,5	0,6	Laminar	
	0,006 cm	≈ 0,24	0,4	Laminar	
	0,005 cm	< 1,0	0,3	Laminar	
	0,004 cm	< 1,0	0,2	Laminar	
	0,003 cm	< 1,0	0,13	Laminar	
	0,002 cm	< 1,0	0,06	Laminar	
0,001 cm	< 1,0	0,015	Laminar		

Nota: *Velocidad de sedimentación de la partícula en función del diámetro. Estimación de la velocidad de sedimentación (Paola Ortiz, 2020)*

La expresión para calcular el número de Reynolds se presenta a continuación:

$$Re = \frac{V * D}{\mu} \quad (50)$$

Ecuación 50. Número de Reynolds.

Donde:

Re: Número de Reynolds (adimensional)

V: Velocidad de sedimentación (cm/s)

D: Diámetro de la partícula a sedimentar (cm)

μ : Viscosidad cinemática del agua (cm^2/s)

La expresión para determinar la velocidad de sedimentación de la partícula (V_s) cuando se tiene flujo laminar expuesta por Stokes, se presenta a continuación:

$$V_s = 0.22 * D * \left[((ps - 1) * g)^2 * \frac{\rho}{\mu} \right]^{1/3} \quad (51)$$

Ecuación 51. Ecuación de Stokes.

Donde:

V_s : Velocidad de sedimentación de la partícula (cm/s)

D : Diámetro de la partícula a sedimentar (cm)

μ : Viscosidad cinemática del agua (cm^2/s)

ρ : Densidad del agua (g/cm^3)

ps : Densidad de la partícula de arena (g/cm^3)

g : Aceleración de la gravedad (cm/s^2)

La expresión para determinar la velocidad de sedimentación de la partícula (V_s) cuando se tiene flujo de transición expuesta por Hazen, se presenta a continuación:

$$V_s = \frac{g}{18} * \frac{ps - 1}{\mu} * ds^2 \quad (52)$$

Ecuación 52. Ecuación de Hazen.

Donde:

V_s : Velocidad con la que se sedimenta el sólido (cm/s)

ds : Diámetro de la partícula a sedimentar (cm)

μ : Viscosidad cinemática del agua (cm^2/s)

ps: Densidad de la partícula de arena (g/cm^3)

g: Aceleración de la gravedad (cm/s^2)

8.8.3. Tiempo que tarda la partícula en llegar al fondo

Es el tiempo que la partícula se demora en depositarse o sedimentarse en el fondo. Depende de la altura de la estructura de sedimentación y de la velocidad V_s , se determinó mediante la siguiente expresión:

$$t \downarrow = \frac{H}{V_s} \quad (53)$$

Ecuación 53. Tiempo de la partícula en llegar al fondo.

Donde:

$t \downarrow$: Tiempo que la partícula tarda en llegar al fondo (s)

V_s : Velocidad de sedimentación de la partícula (cm/s)

H: Altura de la estructura de sedimentación (cm)

8.8.4. Cálculo del número de Hazen

La expresión para determinar el número de Hazen se presenta a continuación:

$$Hz = \frac{V_s}{V_o} = \frac{tr \rightarrow}{t \downarrow} \quad (54)$$

Ecuación 22. Número de Hazen.

Donde:

Hz: Número de Hazen (adimensional)

V_s : Velocidad de sedimentación de la partícula (cm/s)

V_0 : Velocidad de sedimentación teórica (cm/s)

$t \downarrow$: Tiempo que la partícula tarda en llegar al fondo (s)

$tr \rightarrow$: Período de retención hidráulico (s)

Sin embargo, el número de Hazen se determinó mediante la información presentada a continuación:

Figura 22

Número de Hazen.

Condiciones	Porcentaje de remoción								Observación
	87.50%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	
n = 1	7	4	3	2.3	1.8	1.5	1.3	1	Deflectores deficientes o ausencia de ellos
n = 3	2.75		1.66					0.76	Deflectores buenos
n = 4	2.37		1.52					0.73	Deflectores buenos
n = máx. teo	0.88		0.75					0.5	Caso teorico

Nota: *Número de Hazen. Estimación de la velocidad de sedimentación (Paola Ortiz, 2020)*

8.8.5. Cálculo del periodo de retención hidráulico

El período de retención hidráulico es el lapso de tiempo que el agua permanece dentro del desarenador, realizando el debido tratamiento. La expresión para determinar este periodo se presenta a continuación:

$$tr \rightarrow = Hz * t \downarrow \tag{55}$$

Ecuación 55. Periodo de retención hidráulico.

Donde:

$tr \rightarrow$: Período de retención hidráulico (s)

Hz: Número de Hazen (adimensional)

$t \downarrow$: Tiempo que la partícula tarda en llegar al fondo (s)

8.8.6. Cálculo del volumen del tanque

La expresión para determinar el volumen del tanque se presenta a continuación:

$$Vol = Qdis * tr \rightarrow \quad (56)$$

Ecuación 56. Volúmen del tanque.

Donde:

Vol: Volúmen del tanque (m^3)

Qdis: Caudal de diseño (m^3/s)

$tr \rightarrow$: Período de retención hidráulico (s)

8.8.7. Área superficial y dimensiones del tanque

La expresión para determinar el área superficial del tanque se presenta a continuación:

$$Asup = \frac{Vol}{H} \quad (57)$$

Ecuación 57. Área superficial del tanque.

Donde:

Asup: Área superficial del tanque (m^2)

Vol: Volúmen del tanque (m^3)

H: Altura de la estructura de sedimentación (m)

Para determinar las dimensiones del tanque se utilizó una relación $L = 4B$ ya que según UNATSABAR (2011) está permite que el desarenador trabaje de una manera eficiente, optimizando costos y materiales. Además con dicha relación se obtienen dimensiones que permiten la construcción del desarenador dentro del espacio destinado en el estadio Valeriano Gavinelli.

8.8.8. Cálculo de la carga hidráulica superficial

La carga hidráulica superficial o tasa de filtración hace referencia a la velocidad con la que el agua se aplica en una superficie específica del desarenador. La expresión para determinar este parámetro fundamental en el diseño es la siguiente:

$$q \downarrow = \frac{Qdis}{Asup} \quad (58)$$

Ecuación 58. Carga hidráulica superficial.

Donde:

$q \downarrow$: Carga hidráulica superficial ($m^3/s/m^2$)

Vol: Volúmen del tanque (m^3)

Asup: Área superficial del tanque (m^2)

8.8.9. Cálculo de la velocidad de sedimentación teórica

La velocidad de sedimentación teórica es la velocidad mínima a la que se pueden sedimentar las partículas dentro de la estructura. La expresión para determinar este factor es la siguiente:

$$Vo \downarrow = \frac{H}{tr \rightarrow} \quad (59)$$

Ecuación 59. Velocidad de sedimentación teórica.

Donde:

$Vo \downarrow$: Velocidad de sedimentación teórica (cm/s)

H: Altura de la estructura de sedimentación (cm)

$tr \rightarrow$: Período de retención hidráulico (s)

8.8.10. Cálculo del diámetro teórico mínimo de la partícula a remover

Esta expresión hace referencia al tamaño mínimo de la partícula a remover por la estructura de sedimentación. La expresión para determinar este factor es la siguiente:

$$ds = \sqrt{\frac{Vo \downarrow * 18 * \mu}{g * (ps - \rho)}} \quad (60)$$

Ecuación 60. Diámetro teórico mínimo de la partícula a remover.

Donde:

ds: Diámetro mínimo de la partícula a remover (cm)

$Vo \downarrow$: Velocidad de sedimentación teórica (cm/s)

$tr \rightarrow$: Período de retención hidráulico (s)

μ : Viscosidad cinemática del agua (cm^2/s)

ps: Densidad de la partícula de arena (g/cm^3)

g: Aceleración de la gravedad (cm/s^2)

ρ : Densidad del agua (g/cm^3)

8.8.11. Cálculo de la velocidad horizontal

La expresión para determinar la velocidad horizontal de las partículas se presenta a continuación:

$$Vh \rightarrow = \frac{Qdis}{B * H} \quad (61)$$

Ecuación 61. Velocidad horizontal de las partículas.

Donde:

$V_h \rightarrow$: Velocidad horizontal de la partícula (m/s)

Q_{dis} : Caudal de diseño (m^3/s)

H: Altura de la estructura de sedimentación (m)

B: Ancho del desarenador (m)

8.8.12. Elementos del desarenador

Vertederos

La expresión para determinar el caudal del vertedero es la siguiente:

$$Q = \frac{2}{3} * \sqrt{2g} * 0.622 * \left(L - \frac{n * H}{10} \right) * \left[\left(H + \frac{Vo^2}{2g} \right)^{3/2} - \left(\frac{Vo^2}{2g} \right)^{3/2} \right] \quad (62)$$

Ecuación 62. Caudal del vertedero.

Donde:

Q: Caudal de ingreso al vertedero (m^3/s)

g: Aceleración de la gravedad (cm/s^2)

L: Longitud del vertedero (m)

H: Altura de la estructura de sedimentación (m)

n: Número de contracciones dentro del vertedero (adimensional)

V_o : Velocidad inicial (m/s)

Pantalla de entrada

Por parámetros de diseño se asume que la profundidad de la pantalla de entrada sea igual a $H/2$, mientras que la distancia desde la entrada al vertedero de excesos y la cámara de

aquietamiento es igual a $L/4$.

Pantalla de salida

Por parámetros de diseño se asume que la altura de la pantalla de salida sea igual a $H/2$, mientras que la distancia al vertedero de salida es igual a $15 \cdot H_v$, donde H_v es la altura del vertedero de salida.

Almacenamiento de lodos

Por parámetros de diseño se asume que la profundidad máxima de la zona de almacenamiento de lodos sea igual a $L/10$, mientras que la distancia desde la cámara de aquietamiento al punto de lavado es igual a $L/3$.

Pendientes

Las pendientes de la estructura de sedimentación deben estar entre un 3% al 10% para asegurar el funcionamiento efectivo del desarenador.

Cámara de aquietamiento

Por parámetros de diseño se asume que la profundidad de la cámara de aquietamiento sea igual a $H/3$.

8.9. Diseño hidráulico del tanque de almacenamiento

8.9.1. Volumen de almacenamiento

Se consideró que el volumen de almacenamiento necesario para el tanque va a hacer igual a la cantidad de agua que debe ser inyectada a la red por turno para cubrir la superficie de riego correspondiente, es decir la dosis bruta por turno.

8.9.2. Altura del tirante de agua

Se considero una altura del tirante de agua dentro del tanque de 2.5m.

8.9.3. Ancho de la base

Se examino que la mejor relación para las medidas del tanque de almacenamiento es $L \times \frac{4}{5}$. Calculando con dicha relación las dimensiones del mismo:

$$B = \sqrt{\frac{4}{5} * \frac{V}{y}} \quad (63)$$

Ecuación 63. Ancho de la base del tanque de almacenamiento.

Donde:

B: Ancho de la base del tanque (m)

V: Volumen de almacenamiento m^3

y: Tirante de agua (m)

8.9.4. Largo de la base

La expresión para determinar el largo de la base del tanque de almacenamiento se presenta a continuación:

$$L = \frac{V}{B * y} \quad (64)$$

Ecuación 64. Largo de la base del tanque de almacenamiento.

Donde:

L: Largo de la base del tanque (m)

V: Volumen de almacenamiento m^3

y: Tirante de agua (m)

B: Ancho de la base del tanque (m)

8.9.5. Bordo libre del reservorio

Dentro del tanque de almacenamiento se considera un bordo libre como medida de seguridad, para este caso se asumió un bordo libre de 0.5m.

8.9.6. Altura total del reservorio

La expresión para determinar la altura total del reservorio se presenta a continuación:

$$h = y + a \quad (65)$$

Ecuación 65. Altura total del reservorio.

Donde:

h: Altura total del reservorio (m)

a: Bordo libre (m)

y: Tirante de agua (m)

8.9.7. Volumen máximo de almacenamiento

La expresión para determinar el volumen máximo de almacenamiento a altura total del reservorio se presenta a continuación:

$$V_{m\acute{a}x} = L * A * h \quad (66)$$

Ecuación 66. Volumen máximo de almacenamiento.

Donde:

$V_{m\acute{a}x}$: Volumen máximo de almacenamiento (m^3)

h: Altura total del reservorio (m)

B: Ancho de la base del tanque (m)

L: Largo de la base del tanque (m)

9. Resultados

9.1. Diseño de la red de conducción

Los valores base para el diseño de la red que se obtuvieron por medio de los procesos y criterios detallados en la sección 8.3; dieron como resultado los siguientes parámetros de diseño de la red de conducción:

Tabla 9

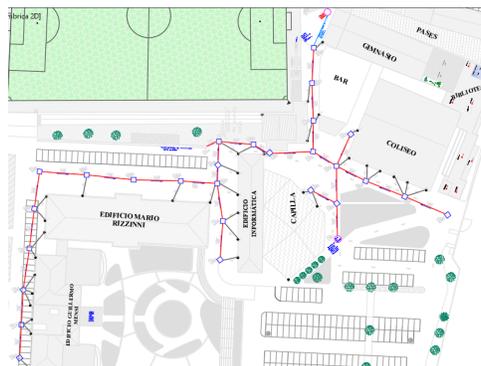
Datos de diseño de la red de conducción.

Parámetro	Simbología	Valor	Unidad
Coefficiente de escorrentía	c	0.89	m
Material de tuberías		PVC	
Coefficiente de Manning	n	0.011	m
Periodo de retorno	T	10	años
Tiempo de concentración	tc	15	min
Intensidad de la lluvia	I	81.350	mm/H

Nota: Parámetros de diseño INAMHI (Consultado en: 2024)

Figura 23

Sistema de recolección y conducción diseñado



Nota: Se presenta un esquema de la red de recolección y conducción que se ha planteado en el proyecto. Fuente:Autores

9.1.1. Dimensiones de las tuberías de conducción

Tabla 10

Dimensionamiento definitivo de red de Conducción.

Tubería	L	S	$Q_{diseño}$	D	Q_o	Vmin	Q/Q_o	y/D	y	Vmax	t
#	m	%	lt/s	mm	lt/s	m/s	-	%	m	m/s	kg/m ²
Tub 1	14	3.03	3.47	90	8.03	1.26	0.43	46	0.04	1.22	0.64
Tub 2	15	3.07	5.98	90	8.08	1.27	0.74	64	0.06	1.39	0.79
Tub 3	18	1.56	12.39	140	18.69	1.21	0.66	59	0.08	1.31	0.60
Tub 4	17	2.12	16.14	140	21.81	1.42	0.74	64	0.09	1.55	0.85
Tub 5	16	2.75	17.46	140	24.86	1.61	0.70	61	0.09	1.78	1.08
Tub 6	20	2.10	17.46	140	21.72	1.41	0.80	67	0.09	1.59	0.86
Tub 7	20	1.80	23.03	315	174.81	2.24	0.13	24	0.08	1.60	0.80
Tub 8	20	1.40	23.03	250	83.24	1.70	0.28	35	0.09	1.50	0.68
Tub 9	16	1.92	27.14	250	97.56	1.99	0.28	36	0.09	1.71	0.95
Tub 10	17	3.15	1.50	110	13.99	1.47	0.11	22	0.02	0.97	0.45
Tub 11	16	1.98	2.52	110	11.07	1.17	0.23	32	0.04	0.96	0.39
Tub 12	8	2.62	33.63	250	113.98	2.32	0.30	37	0.09	2.04	1.33
Tub 13	10	1.40	34.15	250	83.24	1.70	0.41	44	0.11	1.64	0.80
Tub 14	15	1.36	63.09	315	151.28	1.95	0.42	44	0.14	1.91	0.98
Tub 15	7	1.86	63.93	315	177.56	2.28	0.36	41	0.13	2.13	1.28
Tub 16	20	2.00	70.06	315	184.26	2.36	0.38	42	0.21	2.26	1.40
Tub 17	15	1.67	7.54	140	19.35	1.26	0.39	43	0.06	1.19	0.53
Tub 18	13	3.04	10.12	140	26.13	1.70	0.39	43	0.06	1.60	0.96
Tub 19	16	2.50	25.71	200	33.84	1.68	0.76	65	0.10	1.86	1.15
Tub 20	20	3.95	6.03	140	29.79	1.94	0.20	30	0.04	1.55	0.95
Tub 21	18	3.44	13.33	140	27.82	1.81	0.48	48	0.07	1.82	1.17
Tub 22	14	3.79	15.87	140	29.16	1.89	0.54	52	0.07	1.96	1.36
Tub 23	15	3.20	12.35	140	26.81	1.74	0.46	47	0.07	1.74	1.08
Tub 24	12	2.48	59.72	200	61.09	1.94	0.98	80	0.16	2.22	1.51
Tub 25	13	2.08	129.78	315	187.77	2.41	0.69	61	0.19	2.61	1.83
Tub 26	16	1.69	142.80	315	169.26	2.17	0.84	70	0.22	2.45	1.57
Tub 27	15	2.87	165.90	315	220.60	2.83	0.75	64	0.20	3.15	2.58

Nota: Se puede visualizar las dimensiones de las tuberías en cada tramo; así como los resultados hidráulicos correspondientes; en caso de requerir mayor análisis del diseño ver ANEXOS SECCIÓN B. Fuente: Autores

9.1.2. Dimensiones de las cajas de revisión

Tabla 11

Dimensionamiento definitivo de las cajas de revisión.

N.Caja #	L cm	A cm	Profundidad m
CR-1	40	40	1.70
CR-2	40	40	1.00
CR-3	50	50	0.80
CR-4	50	50	1.00
CR-5	50	50	1.20
CR-6	50	50	1.50
CR-7	70	70	1.00
CR-8	60	70	1.50
CR-9	60	70	2.70
CR-10	60	70	3.00
CR-11	40	40	2.70
CR-12	40	40	3.00
CR-13	60	70	3.20
CR-14	70	70	2.50
CR-15	70	70	3.50
CR-16	70	70	3.70
CR-17	70	70	4.20
PZ-18	50	50	3.50
CR-19	60	60	3.70
CR-20	50	50	3.20
CR-21	60	60	4.00
CR-22	50	50	2.00
CR-23	50	50	3.00
CR-24	50	50	3.50
CR-25	50	50	4.20
CR-26	70	70	3.70
CR-27	70	70	2.50
CR-28	70	70	2.50

Nota: Se puede visualizar las dimensiones de las cajas de revisión en función de los criterios descritos en los apartados anteriores. Fuente: Autores

9.2. Diseño agronómico

9.2.1. Datos meteorológicos

Se obtuvieron los datos meteorológicos: temperatura, humedad, velocidad el viento, insola- ción y precipitación; de la estación M0426 Ricaurte-Cuenca del INAMHI, los cuales fueron procesados para obtener datos mensuales, que posteriormente fueron ingresados al programa CROPWAT, obteniendo así los valores mensuales de la evapotranspiración del cultivo de referencia ETo.

Figura 24

Valores mensuales de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo).

Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/day	hours	MJ/m ² /day	mm/day
January	10.8	22.8	83	514	3.3	14.4	3.25
February	12.1	23.3	78	495	3.6	15.2	3.70
March	10.8	22.5	85	546	3.7	15.3	3.21
April	11.4	22.7	87	370	3.3	14.0	2.87
May	11.8	23.3	83	425	3.4	13.3	3.03
June	11.2	21.4	84	470	3.3	12.6	2.77
July	10.8	21.0	84	444	3.5	13.1	2.75
August	9.8	22.1	79	498	4.4	15.2	3.41
September	10.2	23.4	73	503	4.9	16.8	4.13
October	11.5	24.5	80	552	4.8	16.9	3.93
November	11.7	25.0	82	530	4.5	16.2	3.76
December	12.7	24.4	84	523	4.8	16.5	3.57
Average	11.2	23.0	82	489	4.0	15.0	3.37

Nota: *Valores mensuales de la ETo CROPWAT. Los valores de los datos metereologicos fueron tomados de Climate (2024)*

El promedio de los datos meteorológicos mensuales necesarios para el diseño agronómico se presenta en la tabla 12.

Tabla 12*Datos meteorológicos mensuales estación M0426.*

Velocidad media anual del viento	489.20	km/día
Velocidad media anual del viento	5.70	m/s
Humedad relativa media anual	81.60	%
Precipitación media anual	878.00	mm
Precipitación efectiva media anual	0.00	mm/día
Evapotranspiración del cultivo de referencia Eto	3.37	mm/día

Nota: Se muestra el resumen de la información meteorológica determinada a partir de los datos tomados de la estación M0426 Ricaurte - Cuenca.

9.2.2. Velocidad de infiltración

Se realizó el ensayo del infiltrómetro de doble anillo en una parcela de suelo cercana al estadio, ya que, no se permitió excavar dentro del mismo para realizar las pruebas. Los datos fueron registrados cada 30 minutos, midiendo la variación del nivel de agua dentro del anillo interior, registrando los valores que se presentan en la tabla 13.

Tabla 13*Ensayo del infiltrómetro de doble anillo.*

Tiempo acumulado (min)	Lámina acumulada (mm)
30	0.30
90	0.50
150	0.70
180	0.90

Nota: Se muestran los valores registrados de la variación del nivel de agua del ensayo del infiltrómetro de doble anillo.

Los resultados del ensayo del infiltrómetro de doble anillo para determinar la velocidad de infiltración en el suelo del estadio se muestran en la tabla 14.

Tabla 14*Resultados del ensayo del infiltrómetro de doble anillo.*

Log (Lacum)	-0.26	Adimensional
Log (T)	1.97	Adimensional
B	0.58	Adimensional
N	4.00	Adimensional
Log (K)	-1.40	Adimensional
K	0.04	mm/min
$V_{inf_{ins}}$	0.02	mm/min
$V_{inf_{básica}}$	0.14	mm/h

Nota: Se muestra los resultados del ensayo del infiltrómetro de doble anillo en el suelo del estadio.

Dado que la velocidad de infiltración básica determinada mediante el ensayo del infiltrómetro de doble anillo es menor a 5 mm/hr, y en base a la figura 6, podemos concluir que el suelo del estadio tiene una textura arcillosa.

9.2.3. Información del suelo

La información del suelo de textura arcillosa del estadio fue determinada en función a la figura 13, los resultados se exponen en la tabla 15.

Tabla 15*Información del suelo.*

Agua disponible (porcentaje del volumen)	23.00	%
Velocidad de infiltración básica	0.14	mm/h
Pendiente del terreno	0.73	%
Factor de corrección	0.00	%
Infiltración corregida por pendiente	0.14	mm/h
Volumen poroso total	53.00	%
Peso específico aparente (Pea)	1.30	g/cm^3
Punto de marchitez permanente (HPm)	19.00	% w
Capacidad de campo (HCc)	31.00	% w

Nota: Se muestra la Información del suelo del estadio.

9.2.4. Información del cultivo y demanda de riego

La información del cultivo se determinó en base a la información presentada en la 16 y 15 tomando como tipo de cultivo al pasto (césped, turfgrass) de época fría. Además dentro de la FAO (2006) se determina que la eficiencia de riego por aspersión es de un 90%.

La demanda neta de riego se determinó a través de los datos obtenidos anteriormente, mediante la ecuación 18. La información del cultivo y la demanda de riego se detallan en la tabla 16.

Tabla 16

Información del cultivo y demanda de riego.

Profundidad radicular efectiva	0.50	m
Tensión del Agua en el Suelo	80.00	cbar
Eficiencia de riego aspersión (FAO)	90.00	%
Fase 1 (k_c)	0.90	adimensional
Fase 2 (k_c)	0.95	adimensional
Fase 3 (k_c)	0.95	adimensional
Fase 4 (k_c)	0.95	adimensional
Coefficiente de cultivo (k_c)	0.95	adimensional
Demanda de riego neta (Dn)	3.19	mm/día

Nota: Se muestra la Información del cultivo y demanda neta de riego del césped del estadio.

9.2.5. Datos del aspersor

El aspersor seleccionado tiene características que satisfacen los requerimientos de diseño, comercialmente es conocido como “Aspersor VYR-33” con un diámetro de boquilla de 5/32 pulg o 4 mm”. El aspersor seleccionado con su tabla de rendimiento se presenta en la figura 25.

Figura 25

Aspersor VYR-33.

 <p>VYR-33 003301 Rosca 1/4" Macho Anti-Helada</p>		
	<p>* 4 mm 5/32"</p>	
		
Bars	Diam. Ø (m)	Flow (Lit/h)
2,0	27,5	833
2,5	28,0	931
3,0	29,5	1020
3,5	30,6	1102
4,0	31,0	1178
4,5	31,2	1249
5,0	31,8	1317

Nota: *Aspersor VYR-33 con un diámetro de boquilla de 5/32 pulg o 4 mm.*

Los datos técnicos obtenidos del aspersor seleccionado (VYR-33) se presentan en la tabla 17.

Tabla 17

Datos técnicos del aspersor VYR-33.

Caudal del emisor	931.00	l/h
Caudal del emisor	0.26	l/s
Diámetro humedo	28	m
Traslape del marco de riego	30.00	%
Disposición del marco de riego	Rectangular	70%
Espaciamiento entre laterales	19.50	m
Espaciamiento entre aspersores	19.50	m
Precipitación horaria	2.42	mm/h
Presión del aspersor	25.00	mca
Presión del aspersor	2.50	bar

Nota: Se muestran los datos técnicos obtenidos del aspersor VYR-33.

9.2.6. Requerimientos hídricos del cultivo

Los resultados de los requerimientos hídricos para el cultivo de pasto del estadio se presentan en la tabla 18.

Tabla 18

Requerimientos hídricos del cultivo.

Área neta del terreno	0.94	ha
Demanda neta de riego (Dn)	3.19	mm/día
Lámina de agua disponible a la profundidad radicular (LD_{zr})	78.00	mm
Máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo (Pa)	70.00	%
Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular (LA_{zr})	54.60	mm
Volumen de agua a la profundidad radicular (Va_{zr})	546.00	m^3/ha
Eficiencia de riego (Ea)	90.00	%
Lámina bruta o Dosis total de riego (LB)	60.70	mm
Precipitación horaria de riego del aspersor (Phr)	2.42	mm/h
Jornada de riego asumida	6.00	horas
Días de descanso	3.00	días
Tiempo de riego (TR)	25.00	h
Frecuencia o intervalo de riego (Fr)	17.00	días
Período de riego o ciclo de riego (Pr)	14.00	días
Turnos de riego por día	1.00	Por día
Turnos de período de riego (Turnos/pr)	14.00	Por período
Superficie de riego por turno (Sr/turno)	0.07	ha
Dosis bruta por turno (Db/turno)	40.73	m^3
Caudal mínimo requerido (Q_{min})	0.45	l/s
Aspersores por turno	2.00	Por turno
Número de aspersores totales	28.00	Por período

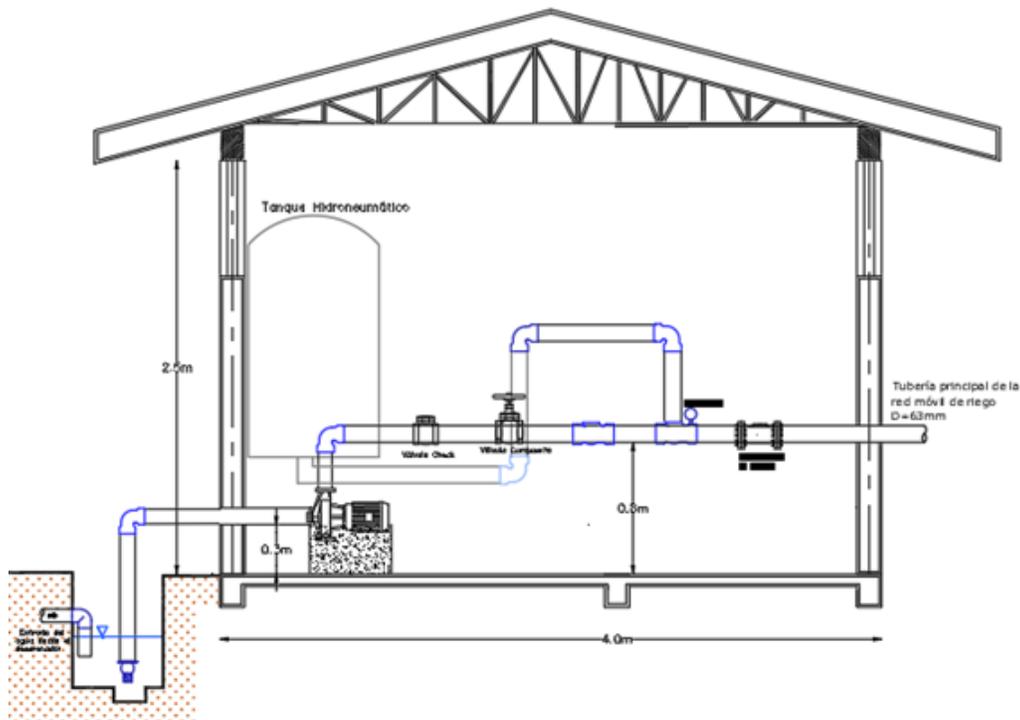
Nota: Se muestran los resultados de los requerimientos hídricos del cultivo de pasto del estadio.

9.3. Estación de Bombeo

Los accesorios y tuberías pertenecientes a la estación de bombeo se encontrarán cubiertos por una caseta simple, que tendrá la función de proteger los implementos y evitar que se manipulen los instrumentos, lo que puede generar daños en la red de riego y en la estación, lo cual implica una pérdida económica. Razón por la que se ha visto la necesidad de construir una caseta de bombeo.

Figura 26

Caseta de bombeo.

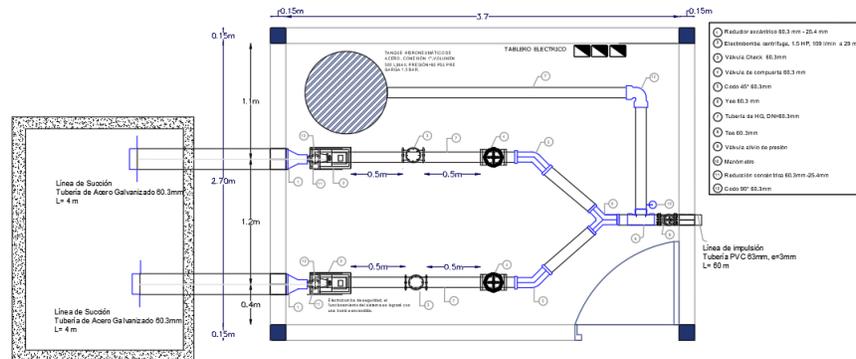


Nota: Se puede visualizar las dimensiones de la caseta de bombeo y una vista en perfil de la misma. Fuente:Autores

Los instrumentos y equipos necesarios para el correcto funcionamiento de la Bomba se han considerado según las sugerencias de accesorios propuestos por OPS (2005), dando como resultado los accesorios de la estación de bombeo mostrados en la figura 27, los cuales se han buscado y verificado en catálogos, al igual que su costo lo cual se verá en la sección de presupuestos.

Figura 27

Equipo de Bombeo.



Nota: Se muestra un esquema de los distintos accesorios presentes en la estación de bombeo, su disposición y cantidad. Fuente:Autores

La selección de la Bomba se llevó a cabo con relación a los parámetros iniciales que se calcularon como un prediseño, a partir de los cuales se buscó una bomba en el catálogo de SAER, en donde se encontró una electrobomba capaz de dotar la suficiente presión y caudal a cada emisor; dichos parámetros iniciales para la selección de la bomba fueron:

Tabla 19

Características a considerar para la designación de una bomba al sistema.

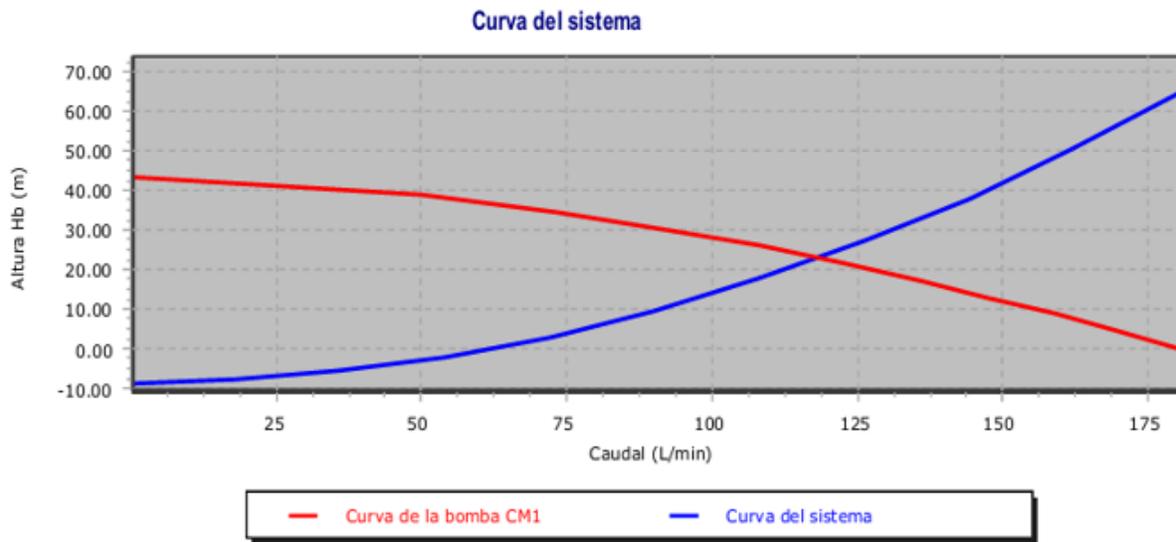
Caudal mínimo de bombeo	Q _b	1.810	l/s
Caudal mínimo de bombeo	Q _b	6.517	m ³ /h
Altura manométrica	TDH	28.25	m
Altura manométrica teorica	TDH teorica	26	m
Presión atmosférica	P atm	10.275	mca
Presión de vapor	P vap	0.24	mca
NPSH disponible	NPSH disp	6.785	mca
Potencia real	P real	1.121	HP
NPSH requerido	NPSH req	2.95	mca

Nota: Estos valores son los mínimos que la bomba debe satisfacer para poder asegurar un correcto funcionamiento del sistema, es importante recalcar que se ha considerado como presión mínima en m.c.a al valor del diámetro húmedo del aspersor seleccionado; debido a que se debe asegurar que el agua tenga este alcance. Fuente:Autores

Finalmente, se optó por la electrobomba centrífuga CM1 de una turbina, la cual presenta una potencia de 1.5 HP; además, el catálogo proporciona los valores de la curva característica de la bomba, los cuales se ingresaron en el programa WaterGEMS de donde se obtuvo las curvas características de la bomba y del sistema, cuya gráfica se presenta a continuación:

Figura 28

Curvas características de la bomba.

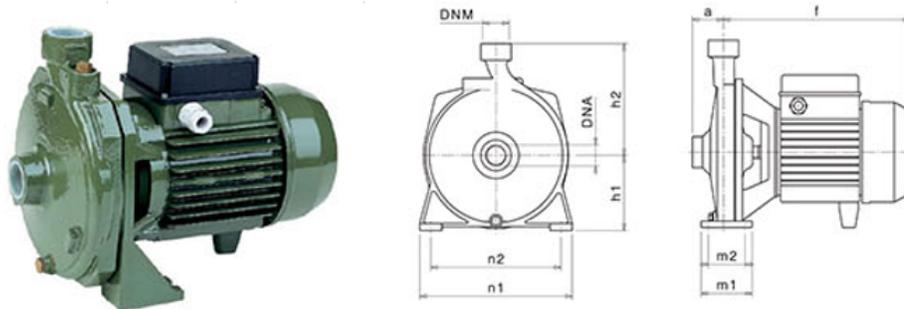


Nota: En la presente figura se puede observar tanto, la curva de la bomba como la curva del sistema; y teniendo en consideración que el caudal de bombeo tiene un valor de 109 L/min se puede asegurar que el funcionamiento de la bomba es adecuado y satisficera los requerimientos de caudal y presión necesarios en cada aspersor; esto se lo puede saber debido a que la intersección de las curvas se presenta para un caudal y altura mayor a la deseada manteniendo un margen de seguridad. Fuente:Autores

A continuación se presenta la figura de la bomba y sus dimensiones, las cuales se deben tener en consideración:

Figura 29

Dimensiones de la bomba.



Nota: Fuente: *Bombas y electrobombas de superficie; aguas claras / SAER (2024)*

Tabla 20

Dimensiones de la bomba brindada por el fabricante.

Tipo	DNA	DNM	f	a	m1	m2	n1	n2	h1	h2	ϕ	kg
CM1	1"	1"	293	49	80	58	240	205	116	174	11	22.3

Fuente: Las dimensiones se encuentran en mm. *Bombas y electrobombas de superficie; aguas claras / SAER (2024)*

9.3.1. Tanque hidroneumático

El Volumen del tanque hidroneumático que se obtuvo a partir de la ecuación 47, de donde el volumen resultó ser 467.4 L; que en términos de catálogo se optó por un Tanque hidroneumático vertical de acero con membrana intercambiable de 500L de la marca Pearl. A continuación se presenta las dimensiones del tanque hidroneumático:

Figura 30

Dimensiones del tanque hidroneumático..



Nota: Fuente: Pearl Water Systems (2024)

Tabla 21

Dimensiones del Tanque Hidroneumático brindadas por el fabricante.

Modelo	V	Conexiones	A	B	Precarga	V. de embalaje
	lts	in	cm	cm	bar	m3
MNX500V	500	1 1/2	146	79	4	0.910

Fuente: Pearl Water Systems (2024)

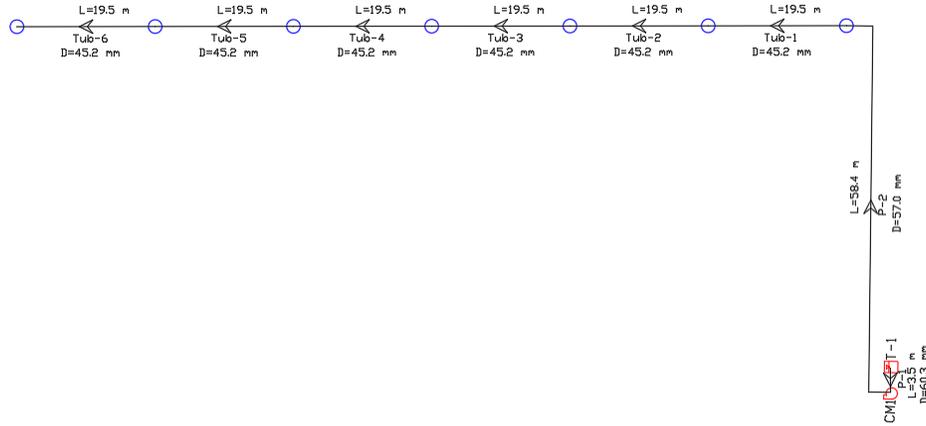
9.4. Red de riego

La línea principal de la red de riego corresponde a la tubería de impulsión del sistema de bombeo, que como se mencionó es de tipo móvil, por lo que es de PVC con un ϕ interior de 57mm. Del mismo modo, las tuberías correspondientes al ramal de riego son tuberías PVC 50mm, la red del ramal viene acompañada de un equipo de riego de fácil desmontaje.

Una vez diseñado el sistema de bombeo y establecido los diámetros correspondientes, se procedió con la simulación de la red para un turno de riego en el punto más crítico, que es el más alejado de la bomba. Con la simulación se busca verificar que las presiones con las que llega el agua a cada aspersor sea aproximante el valor de la presión del aspersor seleccionado. Inicialmente, se trazó la red en WaterGEMS como se puede ver en la figura 31 ; a partir de la cual se obtuvo los siguientes resultados:

Figura 31

Red de riego trazada en WateGEMS.



Nota: Se puede observar la red trazada en el programa Water GEMS. Fuente:Autores

9.4.1. Emisores

Tabla 22

Reporte de la presión y caudal de los nodos en un escenario con modelamiento EPS durante tres horas, modelando un turno de riego.

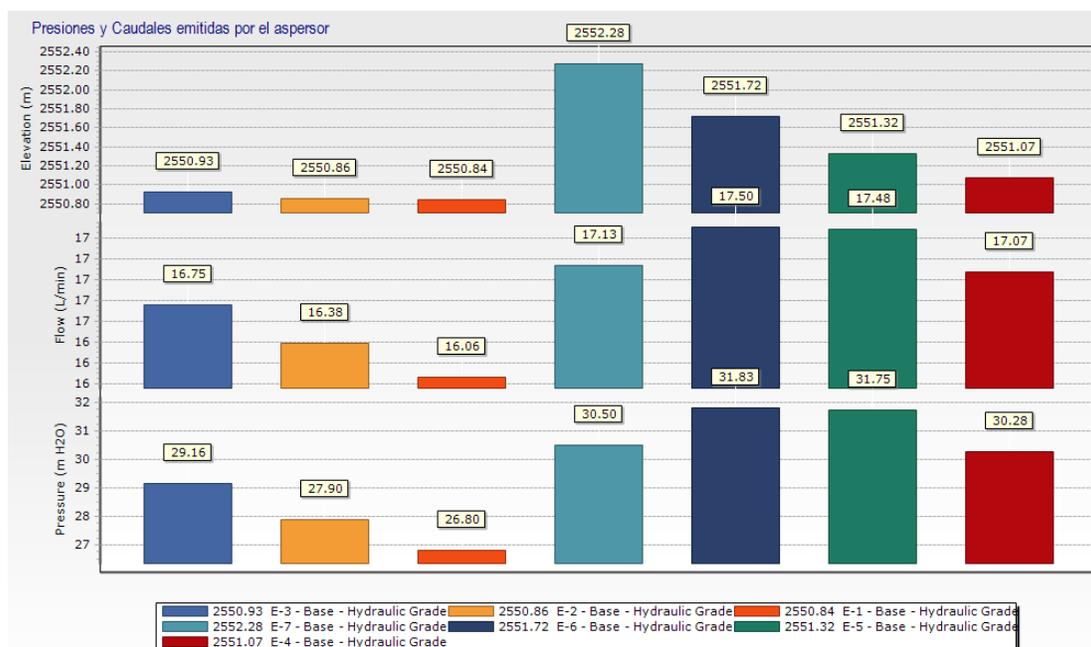
	Elevación msnm	Q l/min	P m.c.a
E-1	2523.98	16	33
E-2	2522.91	16	34
E-3	2521.71	16	36
E-4	2520.73	16	37
E-5	2519.51	16	38
E-6	2519.83	16	38
E-7	2521.72	16	37

Nota: Se muestran los resultados del modelamiento en un escenario EPS; considerando los emisores como nodos sin añadir el coeficiente de emisor; en donde se demuestra que las presiones se mantienen uniformes a lo largo del turno de riego y similares al escenario estático.

Adicionalmente, se realizó la simulación estática del sistema para verificar el funcionamiento de los aspersores, como se puede ver en la siguiente gráfica, la cual representa las variaciones de presión y caudal con la que el agua llega a cada aspersor. En cuanto a las presiones, la máxima es de 33 m.c.a y la mínima de 28 m.c.a; siendo el diámetro húmedo 28 m; podemos decir que la presión de llegada en cada punto del ramal más crítico es adecuada y asegura el marco de riego. El exceso y la disminución de las presiones no afecta negativamente al riego, ya que se mantiene dentro de un porcentaje de uniformidad correcto. Por otro lado, los caudales se mantienen casi uniformes en todo el ramal, indicando el correcto funcionamiento del aspersor seleccionado y de esta manera se asegura el alcance de riego dentro del marco de irrigación establecido inicialmente.

Figura 32

Variación de las presiones y caudales en cada emisor de un ramal.



Nota: Se muestra las variaciones de presión y caudal que emite cada aspersor. Fuente: Autores

9.4.2. Tuberías

Tabla 23

Reporte de la velocidad en las tuberías.

Tubería	Dinterno mm	Material	Q l/min	Velocidad	Pérdidas menores	L m	HW
Tub-6	45.2	PVC	16	0.17	0.975	19.5	150.0
Tub-1	45.2	PVC	103	1.07	0.975	19.5	150.0
Tub-2	45.2	PVC	85	0.89	0.975	19.5	150.0
Tub-4	45.2	PVC	50	0.52	0.975	19.5	150.0
Tub-5	45.2	PVC	33	0.34	0.975	19.5	150.0
Tub-3	45.2	PVC	68	0.70	0.975	19.5	150.0
P-1	60.3	Acero Galvanizado	121	0.70	6.900	3.5	120.0
P-2	57.0	PVC	-121	0.79	3.600	58.4	150.0

Nota: Las velocidades se mantienen adecuadas para el turno de riego; además el caudal es adecuado ya que se succiona el necesario por el ramal y a través de la tubería principal circula este caudal hasta que lo distribuye en cada tubería del ramal, logrando llegar con un caudal adecuado en cada aspersor como se vio en la figura 32 .

9.4.3. Variación de los niveles de la cisterna de almacenamiento

Figura 33

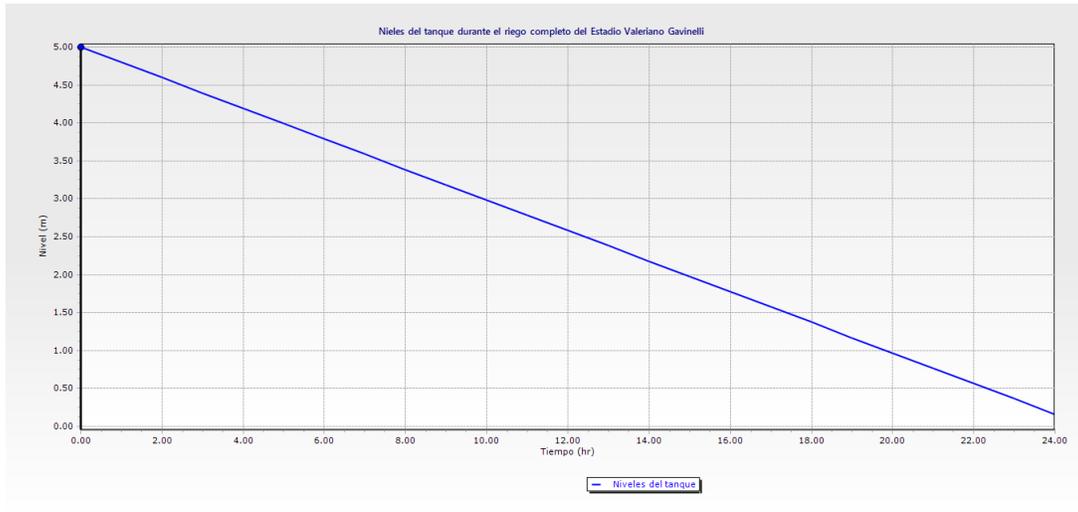
Variación de los niveles del tanque en periodo extendido durante seis horas.



Nota: En la gráfica se puede verificar que el volumen de agua almacenada es suficiente para un turno de riego. Fuente: Autores

Figura 34

Variación de los niveles del tanque en periodo extendido durante 24 horas.



Nota: En la gráfica se puede verificar que el volumen de agua almacenada es suficiente para un período de riego. Fuente: Autores

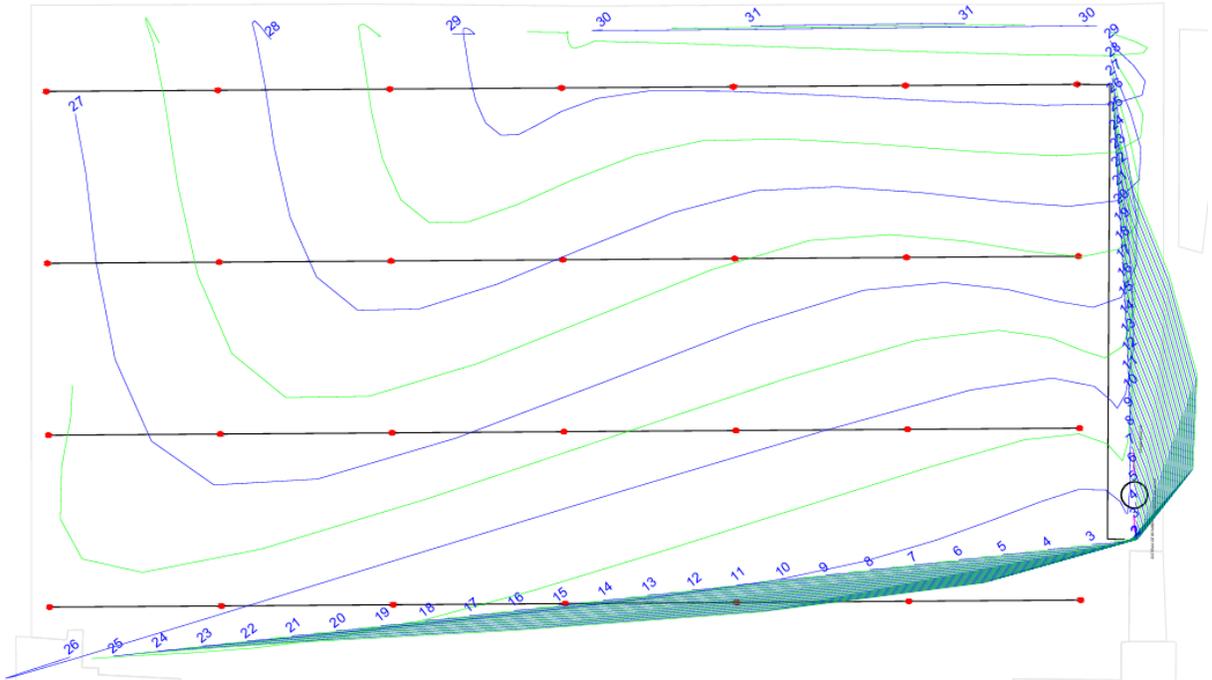
En las figuras presentadas se puede asegurar que el volumen de diseño del Tanque de almacenamiento o cisterna es el adecuado para que se pueda dotar el caudal de agua necesaria para un turno de riego y para la irrigación completa del Estadio, el cual se lo realiza en un período de 24 horas. Además, se puede observar que, las variaciones de agua a lo largo del tiempo se relacionan correctamente con el caudal que cada emisor necesita para el riego.

9.4.4. Curva de presiones en el riego completo del estadio

Es importante conocer las presiones que existirán en cada punto de la parcela de riego, que en este caso es el Estadio Valeriano Gavinnelli; en otras palabras, para tener una idea de la presión que tendrá cada aspersor en cada cambio de unidad de riego se ha elaborado las curvas de presión;

Figura 35

Curvas de presión generadas por la bomba en el estadio.



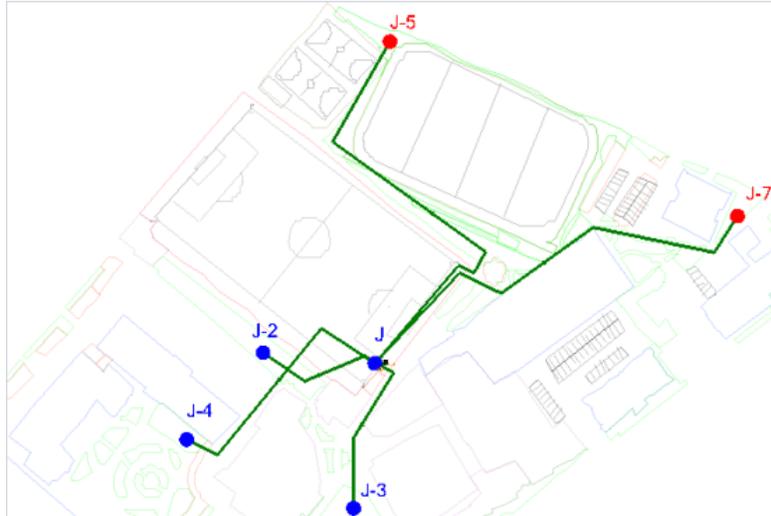
Nota: En el gráfico presentado se puede visualizar la presión de cada emisor en todos los puntos de riego mediante las curvas de nivel; con ellos además se puede mostrar la presión generada por la bomba en cualquier punto. Fuente: Autores

9.4.5. Verificación adicional de hidrantes

Como una precaución adicional tomada para asegurar el funcionamiento de la bomba, se ha dispuesto ciertos hidrantes en varias zonas verdes la universidad para verificar que la bomba dote de la energía suficiente para brindar agua a estos puntos y poder conectar ramales a los hidrantes cuando sea pertinente;

Figura 36

Colocación de hidrantes en distintas zonas verdes de la Universidad.



Nota: Ubicación de los hidrantes colocados Fuente: Autores

Tabla 24

Presiones y caudales en los hidrantes.

Nodos	Elevación msnm	Q l/min	P m.c.a	Coefficiente de emisor
J	2527.82	0	38	0.000
J-2	2526.77	19	39	0.052
J-3	2527.79	19	38	0.052
J-4	2530.66	18	35	0.052
J-5	2522.89	20	43	0.052
J-7	2523.45	20	42	0.052

Nota: Como se puede observar a cada hidrante llega una presión positiva suficiente para aportar energía a los ramales que se conecten a este; de igual manera llegan valores de caudal que son suficientes para incrementar una postura de riego. .

9.5. Diseño hidráulico del desarenador

Los resultados del diseño hidráulico del desarenador en relación con las expresiones expuestas se presentan en la tabla 25.

Tabla 25

Diseño hidráulico del desarenador.

Área de los techos	7174.10	m^2
Evaporación	41.07	%
Disponibilidad media	367.43	m^3
Precipitación media (Prec)	73.17	mm
Tiempo de riego (Tr)	6.00	h
Caudal de diseño (Q_{dis})	61.24	m^3/h
Caudal de diseño (Q_{dis})	0.02	m^3/s
Temperatura del agua	18	$^{\circ}C$
Viscosidad cinemática (μ)	0.011	cm^2/s
Densidad del agua (ρ)	0.999	g/cm^3
Diámetro de la partícula (D)	0.50	mm
Densidad de la partícula (ps)	2.65	g/cm^3
Velocidad inicial (V)	5.30	cm/s
Número de Reynolds (Re)	25.00	Adimensional
Velocidad de sedimentación (V_s)	6.90	cm/s
Tiempo de llegada ($t \downarrow$)	21.74	s
Porcentaje de remoción	87.50	%
Grado del desarenador (n)	1.00	Adimensional
Número de Hazen (Hz)	7.00	Adimensional
Periodo de retención hidráulico ($tr \rightarrow$)	152.15	s
Volumen del tanque (Vol)	2.59	m^3
Área superficial del tanque (A_{sup})	4.00	m^2
Ancho del tanque (B)	1.00	m
Largo del tanque (L)	4.00	m
Carga hidráulica superficial ($q \downarrow$)	367.43	$m^3/día/m^2$
Velocidad de cimentación teórica ($V_o \downarrow$)	0.99	cm/s
Velocidad horizontal ($V_h \rightarrow$)	1.13	cm/s
Caudal vertedero ($Q_{vertedero}$)	0.02	m^3/s
Ancho vertedero de entrada	0.50	m
Altura vertedero de entrada (he)	0.07	m
Altura total vertedero de entrada	0.57	m
Ancho vertedero de excesos	0.20	m
Altura vertedero de excesos (hs)	0.13	m
Altura total vertedero de excesos	0.73	m
Ancho vertedero de salida	1.00	m
Altura vertedero de salida (hv)	0.04	m
Altura total vertedero de salida	0.64	m

Nota: Se muestran los resultados del diseño hidráulico del desarenador. El cálculo del porcentaje de evaporación se muestra en ANEXOS sección B, diseño de desarenador.

9.6. Diseño hidráulico del tanque de almacenamiento

Los resultados del diseño hidráulico del tanque de almacenamiento con relación a las expresiones expuestas se presentan en la tabla 26.

Tabla 26

Diseño hidráulico del tanque de almacenamiento.

Volumen de almacenamiento (V_{alm})	40.73	m^3
Tirante de agua (y)	2.50	m
Ancho de la base (B)	3.5	m
Largo de la base (L)	4.5	m
Bordo libre (a)	0.50	m
Altura del reservorio (h)	3.00	m
Volumen total máximo ($V_{m\acute{a}x}$)	47.25	m^3

Nota: Se muestran los resultados del diseño hidráulico del tanque de almacenamiento.

10. Presupuesto

El presupuesto del proyecto se realizó mediante el software InterPro, determinando las cantidades de obra de cada componente de los diseños efectuados y realizando el análisis de precios unitarios correspondiente.

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unid.	Cant.	P.unitario	P.Total
1		RED DE CONDUCCIÓN				44,461.49
1.1		Obras preliminares				212.28
1.1.1	597021	Replanteo y Nivelación	m2	252.72	0.84	212.28
1.2		Excavaciones				9,241.32
1.2.1	592004	Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	6.08	20.16	122.57

1.2.2	592001	Excavación a mano en Terreno Compacto, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	54.76	111.18	6,088.22
1.2.3	598003	Excavación mecanica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad	m3	24.34	4.56	110.99
1.2.4	598022	Excavación mecanica en suelo de alta consolidación de 0 a 2 m de profundidad	m3	219.02	13.33	2,919.54
1.3		Entibados y Apuntalamientos				1,058.81
1.3.1	596004	Entibado continuo de madera, suministro y colocación	m2	67.20	12.89	866.21
1.3.2	596001	Apuntalamientos	m2	15.00	12.84	192.60
1.4		Tuberías				17,167.70
1.4.1	597018	Preparación de fondo de zanja, e=10cm	m2	286.33	1.04	297.78
1.4.2	5AD007	Suministro y tendido de cama de arena, e=10cm	m2	286.33	3.97	1,136.73
1.4.3	5A3135	Suministro e instalaci3n de Tubería PVC D=90mm	m	29.20	8.32	242.94
1.4.4	5A3086	Suministro e instalaci3n de Tubería PVC D=110mm	m	128.20	11.57	1,483.27
1.4.5	5A3371	Suministro e instalaci3n de Tubería PVC D=140mm	m	97.70	24.52	2,395.60
1.4.6	5A3140	Suministro e instalaci3n de Tubería PVC D=200mm	m	7.30	35.48	259.00
1.4.7	5A3186	Suministro e instalaci3n de Tubería PVC D=250mm	m	94.80	57.02	5,405.50
1.4.8	5A3082	Suministro e instalaci3n de Tubería PVC D=315mm	m	64.00	92.92	5,946.88
1.5		Rellenos y desalojos				11,554.16
1.5.1	595002	Relleno Compacto con material Clasificado en Obra	m3	233.13	7.09	1,652.89

1.5.2	595001	Relleno Compacto con material de mejoramiento	m3	58.28	154.08	8,979.78
1.5.3	513001	Cargada a mano	m3	9.24	5.22	48.23
1.5.4	513007	Cargada a maquina	m3	83.14	1.22	101.43
1.5.5	500061	Transporte de material de obra màs de 5 km	m3	138.57	5.57	771.83
1.6		Cajas de revisión				3,794.85
1.6.1	506003	Suministro de hormigón f'c=210 kg/cm2	m3	10.30	170.53	1,756.46
1.6.2	503053	Caja de revisión 40x40, suministro y colocaciòn	u	10.00	73.88	738.80
1.6.3	503055	Caja de revisión 50x50, suministro y colocaciòn	u	6.00	69.76	418.56
1.6.4	503054	Caja de revisión 60x70, suministro y colocaciòn	u	7.00	71.69	501.83
1.6.5	503056	Cajas de revisión 70x70, suministro y colocaciòn	u	5.00	73.88	369.40
1.6.6	5A0001	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	4.00	2.45	9.80
1.7		Pozos de revisión				368.84
1.7.1	503012	Pozo de revisión H = 1.10, incluye brocal y tapa	u	1.00	368.84	368.84
1.8		Mitigaciòn ambiental				1,063.53
1.8.1	593032	Valla Metàlica de Advertencia de Obras y Desvio	u	4.00	96.00	384.00
1.8.2	593003	Señalización con cinta Peligro	m	421.20	0.47	197.96
1.8.3	593028	Señalización con malla plastica	m	70.20	4.38	307.48
1.8.4	593004	Parante de Madera con Base de Hormigón (2usos)	u	21.00	8.29	174.09
2		DESARENADOR				99,221.86
2.1		Obras preliminares				5.75
2.1.1	597021	Replanteo y Nivelaciòn	m2	6.84	0.84	5.75
2.2		Excavaciones				81.98

2.2.1	592020	Excavación a mano en terreno compactado, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	3.42	12.61	43.13
2.2.2	598031	Excavación a maquina en Terreno Consolidado, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	13.68	2.84	38.85
2.3		Desarenador				1,595.82
2.3.1	506014	Suministro de hormigón f'c=240 kg/cm2	m3	9.60	162.78	1,562.69
2.3.2	5A0001	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	0.06	2.45	0.15
2.3.3	5A2012	Formaleta placa	m2	2.40	13.74	32.98
2.4		Vertedero de entrada				93.63
2.4.1	506014	Suministro de hormigón f'c=240 kg/cm2	m3	0.50	162.78	82.04
2.4.2	5A0001	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	0.02	2.45	0.05
2.4.3	5A2012	Formaleta placa	m2	0.84	13.74	11.54
2.5		Vertedero de excesos				60.09
2.5.1	506014	Suministro de hormigón f'c=240 kg/cm2	m3	0.29	162.78	46.88
2.5.2	5A0001	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	0.01	2.45	0.02
2.5.3	5A2012	Formaleta placa	m2	0.96	13.74	13.19
2.6		Pantallas				60.25
2.6.1	506014	Suministro de hormigón f'c=240 kg/cm2	m3	0.26	162.78	42.32
2.6.2	5A0001	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	0.03	2.45	0.07
2.6.3	5A2012	Formaleta placa	m2	1.30	13.74	17.86
2.7		Vertedero de salida				138.86
2.7.1	506014	Suministro de hormigón f'c=240 kg/cm2	m3	0.79	162.78	128.92

2.7.2	5A0001	Acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm ²	kg	0.02	2.45	0.05
2.7.3	5A2012	Formaleta placa	m ²	0.72	13.74	9.89
2.8		Tuberia de conducci3n				82.40
2.8.1	599012	Suministro e instalaci3n de Tu- beria PVC 4"	m	10.00	8.24	82.40
2.9		Desalojos				96,812.40
2.9.1	5AE027	Cargada a mano	m ³	9.24	130.45	1,205.36
2.9.2	5AB064	Cargada a maquina	m ³	83.14	931.66	77,458.21
2.9.3	537004	Transporte de material de obra màs de 5 km	m ³	8.55	2,122.67	18,148.83
2.10		Señalizi3n				290.68
2.10.1	593032	Valla Metàlica de Advertencia de Obras y Desvio	u	3.00	96.00	288.00
2.10.2	593003	Señalizi3n con cinta Peligro	m	5.70	0.47	2.68
3		TANQUE DE ALMACENA- MIENTO				6,171.93
3.1		Obras preliminares				10.08
3.1.1	597021	Replanteo y Nivelaci3n	m ²	12.00	0.84	10.08
3.2		Excavaciones				201.34
3.2.1	592020	Excavaci3n a mano en terreno compactado, Profundidad entre 2 y 4 m	m ³	8.40	12.61	105.92
3.2.2	598031	Excavaci3n a maquina en te- rreno compactado, Profundi- dad entre 2 y 4 m	m ³	33.60	2.84	95.42
3.3		Tanque de almacenamiento				5,268.52
3.3.1	506003	Suministro de hormig3n $f'_c=210$ kg/cm ²	m ³	30.00	170.53	5,115.90
3.3.2	5A0001	Acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm ²	kg	0.01	2.45	0.02
3.3.3	5A2012	Formaleta placa	m ²	10.00	13.74	137.40
3.3.4	5A3309	Sum - Ins. Aereador metàlico	u	1.00	15.20	15.20

3.4		Tapa de revisión y mantenimiento				80.80
3.4.1	506003	Suministro de hormigón f'c=210 kg/cm2	m3	0.40	170.53	68.21
3.4.2	521007	Tapa de revisión 100x80 cm, suministro e instalaciòn	u	1.00	12.59	12.59
3.5		Tuberias				232.30
3.5.1	5A3082	Tuberia de ingreso PVC D = 315 mm	m	2.50	92.92	232.30
3.6		Desalojos				185.01
3.6.1	513001	Cargada a mano	m3	4.20	5.22	21.92
3.6.2	513007	Cargada a maquina	m3	37.80	1.22	46.12
3.6.3	500061	Transporte de material de obra màs de 5 km	m3	21.00	5.57	116.97
3.7		Señalización				193.88
3.7.1	593032	Valla Metálica de Advertencia de Obras y Desvio	u	2.00	96.00	192.00
3.7.2	593003	Señalización con cinta Peligro	m	4.00	0.47	1.88
4		RED DE RIEGO				5,592.99
4.1	5A3372	Sum. e Inst. Tuberia PVC DN=50mm e=2.4mm, 1.25 Mpa	m	117.00	13.80	1,614.60
4.2	5AF039	Sum. e Inst. Tuberia HG ASTM A53, DN = 60.3mm	m	12.00	94.74	1,136.88
4.3	5A3374	Sum. e Inst. Tuberia PVC DN=63mm e=3mm, 1.25 Mpa	m	65.00	30.77	2,000.05
4.4	5A3018	Acople rapido hembra 50mm	u	20.00	12.04	240.80
4.5	5A3375	Acople rapido macho 50mm	u	20.00	13.36	267.20
4.6	5A3225	Suministro e instalaciòn TEE PVC E/C D=50mm	u	1.00	26.68	26.68
4.7	540659	Montura para aspersor 50mm	u	7.00	18.05	126.35
4.8	5A3376	Sum - Ins. Reductor PVC E/C 50mm a 19mm	u	7.00	1.87	13.09

4.9	540660	Aspersor circular macho latón 3/4"	u	7.00	18.82	131.74
4.10	5A3377	Sum - Ins. Unión PVC 63mm	u	10.00	3.56	35.60
5		SISTEMA DE BOMBEO				4,803.16
5.1	5A3378	Sum - Ins. Reductor excentrico PVC E/C 63mm a 25.4mm	u	2.00	5.40	10.80
5.2	5A3379	Sum - Ins. Reductor concentrico PVC E/C 63 mm a 25.4 mm	u	2.00	3.32	6.64
5.3	5A3263	Sum - Ins. Codo PVC E/C d = 63mm 90 grados	u	3.00	6.88	20.64
5.4	540664	Sum - Ins. Codo HG D=60.3mm, 45 grados (Importado)	u	2.00	26.02	52.04
5.5	5A3382	Sum - Ins. Codo HG D = 60.3mm, 90 grados	u	6.00	28.10	168.60
5.6	540665	Sum - Ins. Tee HG D=60.3mm	u	1.00	16.48	16.48
5.7	5A9102	Sum - Ins. Yee HG D= 63mm	u	1.00	27.64	27.64
5.8	5A3130	Sum - Ins. Válvula de Compuerta HF D = 60.3mm	u	2.00	112.02	224.04
5.9	540662	Sum - Ins. Válvula Check horizontal D = 60.3mm	u	2.00	134.18	268.36
5.10	540539	Sum - Ins. Válvula de alivio de presiones D = 60.3mm	u	1.00	1,445.08	1,445.08
5.11	5A3380	Sum - Ins. Válvula de Pie D = 60.3mm	u	2.00	35.94	71.88
5.12	5A3381	Sum - Ins. Bomba centrifuga una turbina 1.5 HP	u	2.00	722.26	1,444.52
5.13	540663	Sum - Ins. Manómetro de Glicerina de 6atm	u	1.00	39.40	39.40
5.14	514023	Sum - Ins. Tanque hidroneumático vertical 500 L, conexión 1 - 1/2"	u	1.00	1,007.04	1,007.04
6		CASETA DE BOMBEO				9,732.34

6.1	597021	Replanteo y Nivelación	m2	12.00	0.84	10.08
6.2	592020	Excavación a mano en terreno compactado, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	6.00	12.61	75.66
6.3	5A6002	Mamposteria de Bloque de Concreto	m2	35.00	22.48	786.80
6.4	506007	Hormigón Simple f'c= 180 kg/cm2	m2	42.00	153.31	6,439.02
6.5	5A0001	Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2	kg	0.08	2.45	0.20
6.6	507001	Enlucido exterior e interior	m2	35.00	10.57	369.95
6.7	511025	Pintura de esmalte interior-exterior	m2	35.00	12.53	438.55
6.8	500062	Sum - Ins. Puerta de madera	u	1.00	146.74	146.74
6.9	517015	Sum - Ins. Tablero de Bombas y Válvulas (TBV) (incluye recableado de Tablero PLC)	u	1.00	1,061.20	1,061.20
6.10	5A8017	Tomacorriente Trifásico 50A para montaje sobrepuesto salida 220V	punto	2.00	46.00	92.00
6.11	5A7018	Cubierta de fibrocemento	m2	12.00	8.16	97.92
6.12	513001	Cargada de material a mano	m3	1.00	5.22	5.22
6.13	597027	Limpieza del terreno	m2	12.00	1.26	15.12
6.14	593003	Señalización con cintas de peligro	m	4.00	0.47	1.88
6.15	593032	Valla metálica de advertencia de obras	u	2.00	96.00	192.00
SUBTOTAL						169,983.77
IVA					13%	22,097.89
TOTAL						192,081.66

Son: CIENTO NOVENTA Y DOS MIL OCHENTA Y UNO CON 66/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA.

11. Conclusiones

Finalmente, con base en los objetivos previamente planteados, se puede concluir que:

- La observación y diagnóstico de la red de evacuación de aguas pluviales provenientes de los edificios fue un paso importante para la toma de decisiones que para el caso fue; la disposición de nuevas cajas de revisión y sobre todo la propuesta de la nueva red de tuberías para esorrentía pluvial que funciona como un sistema de conducción hacia su almacenamiento. El sistema existente resultó no ser conveniente, por lo que se planteó una nueva red que tiene como fin optimizar la gestión de aguas de lluvia y garantizar que se satisfaga las necesidades actuales y futuras de la universidad.
- Se ha planteado un pretratamiento óptimo y práctico para el agua utilizada en la irrigación, el cual corresponde a un proceso de sedimentación de partículas mediante un desarenador. Se ha determinado únicamente un sistema físico para tratar el agua debido a que es suficiente para evitar daños en la salida de los aspersores o en la bomba, mantenido los sólidos fuera de la red de riego; lo cual se buscaba conseguir principalmente. Los tratamientos fisicoquímicos no se plantean debido a la falta de precipitación en la zona, que impidió que se tomen muestras de agua, sin embargo, el funcionamiento del desarenador es satisfactorio para la correcta operación de la estación de bombeo y la red de riego.
- Al plantear una nueva red de conducción de aguas pluviales fue necesario dimensionar cada tubería y caja de revisión, de manera que, se asegure el correcto funcionamiento y no existan fallas en la red. Para ello se tuvo presente no solo criterios hidráulicos (normativas) sino también criterios hidrológicos (características meteorológicas) de la zona; ya que las tuberías deben asegurar su desempeño tanto en épocas de sequía como en épocas lluviosas. Con las dimensiones obtenidas a partir de estos dos criterios se puede observar que la velocidad, la pendiente, y los esfuerzos son los adecuados, y la red finalmente tendrá un desempeño favorable. El dimensionamiento del tanque de almacenamiento se ve afectado por las características agronómicas del sistema de riego, ya que este, se ha establecido de tal manera que logré almacenar el volumen de agua correspondiente a la dotación bruta; con el fin de asegurar una fuente hídrica al sistema de riego. Cabe recalcar que el último pozo cuenta con una red de evacuación de agua en caso de fallos o precipitaciones extremas. De esta manera se ha asegurado el rendimiento de la red de conducción y almacenamiento para el agua pluvial.

- El sistema de bombeo dotará de agua a la red de riego mediante una electrobomba; siendo así una irrigación a presión, donde se precauteló que las variaciones de las presiones de llegada a cada emisor sean aproximadas a la requerida por el aspersor. Por lo que, se puede decir que se ha asegurado una distribución uniforme de presiones y de caudales que implica un riego evidentemente adecuado. Lo dicho se puede corroborar en la gráfica de curvas de presiones generadas por el software WaterGems simuladas en un periodo extendido; donde se puede ver que las variaciones de las presiones son mínimas en cualquier punto donde se desee ubicar los aspersores; lo que a su vez avala la correcta selección del equipo de bombeo.
- El precio final que tendrá la ejecución del proyecto es de 192,081.66 dólares, esta estimación se realizó con precios actuales y un IVA del 13%; este valor ayuda a tener una visión detallada de los requerimientos financieros necesarios para cada componente del sistema y da una idea inicial de la inversión que la Universidad tendría que hacer en caso de que se decida implementar el diseño propuesto en este proyecto.

12. Recomendaciones

- Dentro del proyecto, se ha planteado el posible aporte del agua pluvial captada por el nuevo edificio que actualmente se encuentra en construcción, por ello se proyectó un pozo de llegada para que el sistema de desagüe pluvial de la edificación se pueda conectar a la red de conducción diseñada, y de esta manera el volumen de agua almacenada aumente, esperando que el uso eficiente del agua pluvial tenga un alcance mayor al riego y se pueda utilizar para actividades cotidianas.
- En el caso de que se considere usar el agua pluvial almacenada para realizar actividades académicas dentro de la universidad, se recomienda plantear un tratamiento fisicoquímico para ajustar los parámetros de calidad del agua de acuerdo con la normativa, por lo cual dentro del diseño planteado se ha mantenido un margen de distancia entre desarenador y la cisterna de almacenamiento para que se pueda añadir un tratamiento adicional en caso de ser necesario.
- Dada la ubicación geológica del estadio se han presentado asentamientos a lo largo de los años, provocando un hundimiento del terreno, causando que el agua se estanque y aumente el nivel freático. Lo que causa la saturación del suelo y altera el riego y la salud

del cultivo, razón por la cual este problema debe ser estudiado y solucionado mediante alternativas de drenaje.

- Dado que la precipitación media del sistema es mayor que la velocidad de infiltración del suelo arcilloso del estadio, en la red de riego por aspersión existirán problemas para infiltrar el agua que utilizan los irrigadores y se generarán daños por escorrentía, por lo que se recomienda analizar la alternativa del riego por goteo.
- Se recomienda ampliar el presente estudio para captar el agua pluvial de todos los edificios de la universidad, promoviendo la utilización del agua lluvia como fuente principal para actividades académicas y sanitarias dentro de la universidad, buscando reducir el consumo de agua potable de la red municipal; fomentando el uso sostenible del agua y creando una iniciativa de gestión ambiental para futuros proyectos.

Referencias

- Alfaro, P., Pedro; Santos. (2006). *Fundamentos de hidrogeología*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Avilés Montero, D., Mera Parra, C., y Duque Sarango, P. (2023, 30 de noviembre). Regionalization of precipitation and estimation of flash flood flows for ungauged high andean basins.. Descargado de <https://2023.medgu.org/index.php> (Mediterranean Geosciences Union Annual Meeting (MedGU-23) ; Conference date: 26-11-2023 Through 30-11-2023)
- Azevedo, J. (2005). *Manual de hidráulica*. EDGARD BLUCHERD.
- Baeza, E. (2020). Aspectos técnicos y experiencia extranjera en materia de eficiencia hídrica. <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29039/1/InformeEficienciaHidrica.pdf>.
- Baquero Intriago, A. L., y Barreno Hernández, F. D. (2022). Diseño de una unidad de aprovechamiento de aguas lluvias para escuelas fiscales rurales de la zona 1 del ecuador. En *Repositorio puce-ingeniería civil*. PUCE-QUITO. Disponible en:<https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/25726> (Consultado: 16 abril 2024).
- Bombas y electrobombas de superficie; aguas claras / saer*. (2024). Descargado de <https://www.saerelettropompe.com/es/productos/aguas-claras/superficie.html>
- Calero, N., y Pilatasig, M. (2021). *Diseño agronómico e hidráulico para la implementación de un sistema de riego por aspersión en el cultivo de cacao (theobroma cacao l.) de variedad ccn51*. (Inf. Téc.). Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Carrasco, J., Abarca, P., y Aguirre, C. (2022). Captación y acumulación de aguas lluvias apropiadas para la agricultura familiar campesina. En *Manual de buenas prácticas y lecciones aprendidas para adaptación al cambio climático. para la agricultura de secano de la región de o'higgins*. Santiago, Chile: Instituto de investigaciones Agropecuaria. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/68837> (Consultado: 16 abril 2024).
- Climate, D. (2024). *Clima CUENCA: Temperatura, climograma y tabla climática para CUENCA*. <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-del-azuay/cuenca-875185/>. (Accessed: 2024-6-15)
- Cujó, P. (1985). *Compendio de agronomía tropical tomo 1*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Duque Sarango, P., y Zagal Andrade, C. (2023, 1 de mayo). Modelamiento del tratamiento biológico: Análisis con un ensayo experimental en un reactor discontinuo aeróbico. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research (BJAER)*, 6(6), 1097–1107. doi:

10.34188/bjaerv6n2-012

- Duque-Sarango, P., y Hernández, B. (2020, junio). Estudio integral del recurso hídrico de la microcuenca del río Guarango, cuenca – Ecuador. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologías de Informacao*, 2020(E30), 240–252. (Publisher Copyright: © 2020, Associacao Iberica de Sistemas e Tecnologías de Informacao. All rights reserved.)
- Duque-Sarango, P., Romero-Martínez, L., Pinos-Vélez, V., Sánchez-Cordero, E., y Samaniego, E. (2023, junio). Comparative study of UV radiation resistance and reactivation characteristics of *E. coli* ATCC 8739 and native strains: Implications for water disinfection. *Sustainability (Switzerland)*, 15(12), 1–12. (Publisher Copyright: © 2023 by the authors.) doi: 10.3390/su15129559
- Duque Sarango, P. J., Cáceres, M., Cando, A., Escandón Guachichullca, C. G., Segarra, F., y Zhingri Tenemea, A. F. (2018). Reducción de aluminio y huevos de helminto contenidos en fangos deshidratados de una planta de tratamiento de aguas residuales, con procesos electroquímicos. *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología*, 7(3). Descargado de <https://revistas.uea.edu.ec/index.php/racyt/article/view/102> doi: 10.59410/RACYT-v07n03ep05-0102
- EMAAP. (2009). *Normas de diseño de sistemas de alcantarillado de emAAP*. Autor.
- Erazo Yépez, L. E. (2015). *Diseño de un sistema de riego para la hacienda San Antonio, ubicada en la parroquia Machachi, cantón Mejía, provincia de Pichincha* (Inf. Téc.). Universidad San Francisco de Quito.
- ETAPA. (2024). *Lluvia histórica Ucumbamba 1997-2019* (Inf. Téc.). ETAPA EP.
- Faicán Pauta, M. R., y Matovelle, C. (2022). Análisis del sistema gestor para aguas pluviales en empresas públicas: Caso Etapa. *Polo del Conocimiento*, 7(8), 2559-2583. Descargado de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4528> doi: 10.23857/pc.v7i8.4528
- FAO. (2006). Evapotranspiración del cultivo: Guías para determinar los requerimientos de agua de los cultivos. <https://openknowledge.fao.org/>.
- Fernández Gómez, R. (2010). Riego por aspersión. *Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación*.
- Frank M, W. (2008). *Mécanica de fluidos*. En (cap. 2). Mc Graw Hill.
- Goulven, P., Nouvelot, J., Alemán, M., y Pourri, P. (1993). Análisis estadístico y regionalización de las precipitaciones en el Ecuador. *Institute of Research for Development*.
- Gurovich, L. A. (1985). *Fundamentos y diseño de sistemas de riego*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Heras, S. (2011). *Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas*. LA FACTORIA.

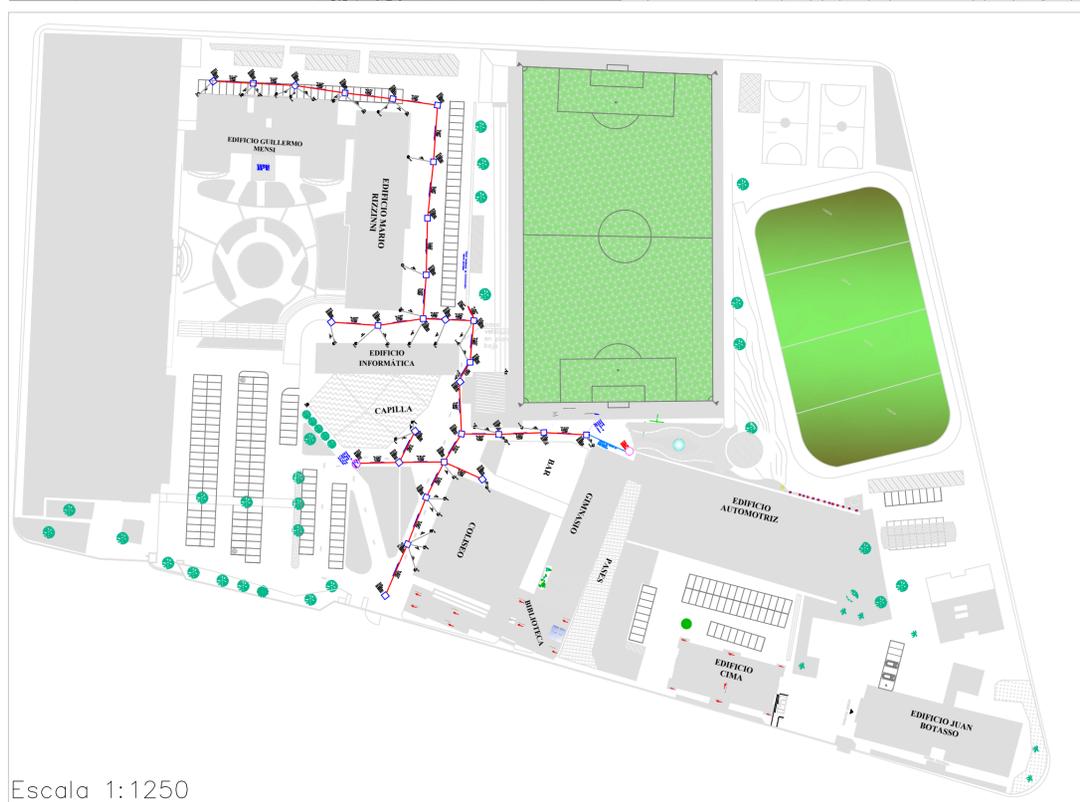
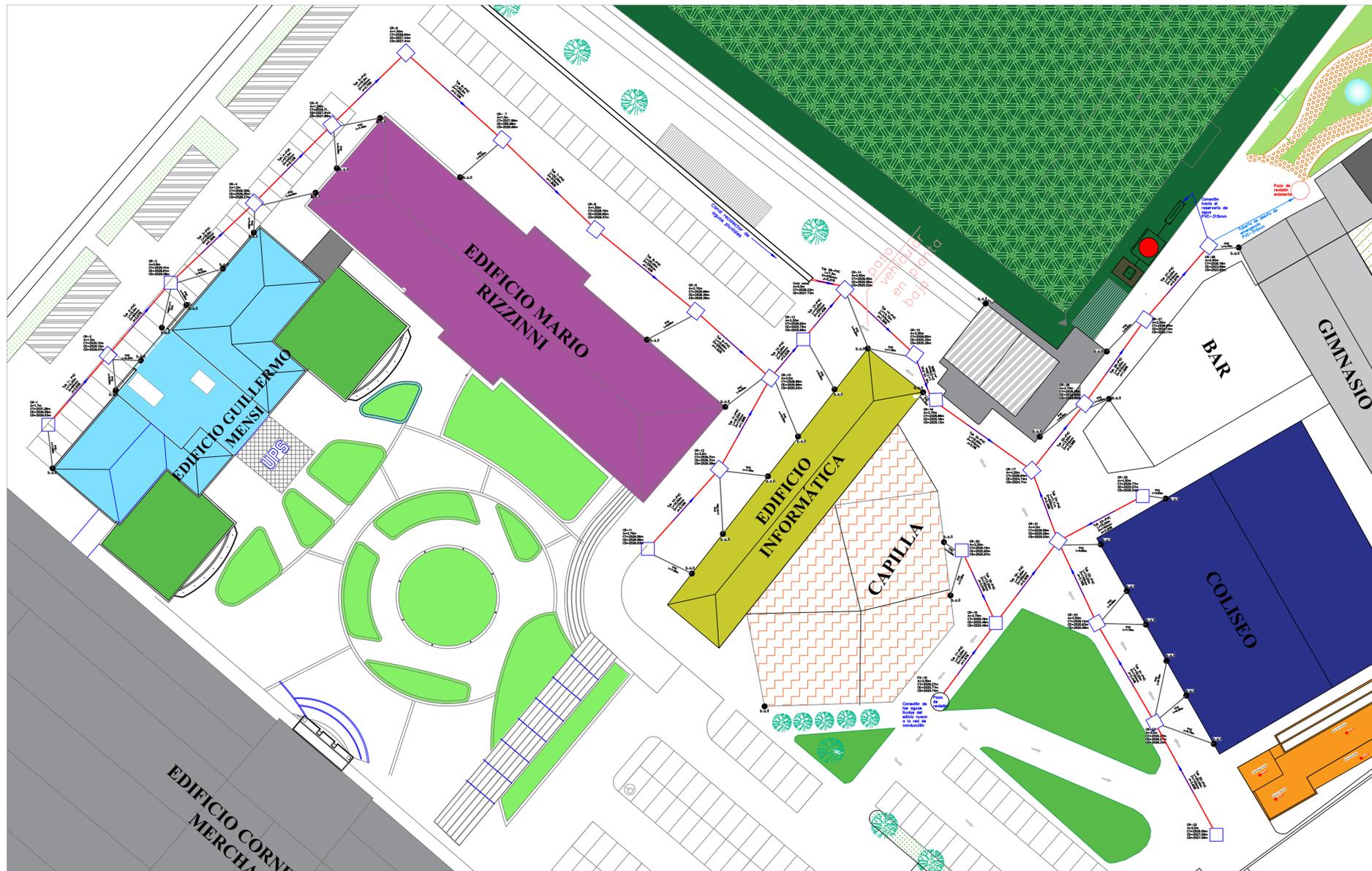
- INAMHI. (Consultado en: 2024). *Publicaciones metereologicas* (Inf. Téc.). Instituto Nacional de Metereología e hidrología. Descargado de <https://www.inamhi.gob.ec/biblioteca/>
- INEN. (2003). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. En (cap. 9-1:1992). CPE.
- Jauregui Vera, M. (2017). *Factores de riego en tres especies de césped en las áreas verdes de la unalm* (Inf. Téc.). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- MAE. (2015). Acuerdo n° 97/a - norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua (anexo 1, libro vi de la calidad ambiental). En *Texto unificado de la legislación secundaria del ministerio del ambiente*. FAOLEX, Disponible en: <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC155128/>. (Consultado: 20 abril 2024).
- MAPcarta. (2024). *Universidad politécnica salesiana*. Descargado de <https://mapcarta.com/es/W50552350/Mapa>
- Mejía Piña, G. E., y Salamea Cobos, P. A. (2011, 29 de Marzo). *Diseño de un sistema de reciclado, control y utilización de agua lluvia en la ciudad de cuenca* (Inf. Téc.). Universidad Politécnica Salesiana.
- Mera, C. (2021). Crónica y evolución de la lucha indígena por la gestión del agua en la zona andina ecuatoriana; caso de estudio junta de regantes alpachaca y el molino. *Universidad Técnica Particular de Loja*.
- Mongue, M. (2016). Exponente de descarga de un gotero: cómo calcular su valor. *IA-GUA*. Descargado de <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/exponente-descarga-gotero-como-calcular-valor>
- Montalvo-Ochoa, F., Robles-Bykbaev, V., Duque-Sarango, P., y Gonzáles-Arias, K. (2020). An educational rule-based expert system to determine water quality for environmental engineering and biotechnology students. In *2020 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)*, 1-6.
- OPS. (2005). Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable. *Centro panamericano de ingeniería Sanitaria y ciencias del ambiente*.
- Pearl Water Systems. (2024). *Mnx - tanques - pearl water systems*. Descargado de <https://www.pearlwatersystems.com/es/producto/tanques-acero-mnx/>
- Quinteros Carabalí, J. A., Gómez García, J., Solano, M., Gabriela, L., Burgos, C., y Carretera Villacrés, D. (2019). Evaluación de la calidad de agua para riego y aprovechamiento del recurso hídrico de la quebrada togllahuayco. *SIEMBRA*, 6(2), 046-057. doi: <https://doi.org/10.29166/siembra.v6i2.1641>
- Ramírez Sánchez, O., y Marín Daza, S. (2022). *Diseño de un sistema de recolección,*

almacenamiento y distribución para el aprovechamiento del agua lluvia en el conjunto mixto las vegas plaza.

- Reyes, M., y Rubio, J. (2014). *Descripción de los sistemas de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias* (Inf. Téc.). Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería Civil.
- Rojas Orjuela, D. R. (2000). *Sistema de evaluación de la calidad ambiental de corrientes de agua superficial con base en la interpretación de parámetros fisicoquímicos* (Inf. Téc.). Universidad de La Salle, Bogotá.
- Roncalla, A. (2018). *Determinación de coeficientes de cultivo (kc) para el cultivo de chia (salvia hispánica l.) por el método de listímetros de drenaje libre en la irrigación majes* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Católica de Santa María.
- Rondon Ulloa, E. (2016). *Diseño de un sistema de riego para el cultivo de alfalfa en la localidad de cotaparaco, provincia de recuay, región de ancash* (Inf. Téc.). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Facultad de Ciencias Agrarias.
- Rull, A. S. (2007). *Evacuación de aguas residuales en edificaciones*. marcombo.
- Rátiva Algarra, N., y Moreno Hernández, M. F. (2020). *Diseño de un sistema de apr diseño de un sistema de aprovechamiento echamiento de aguas lluvias par o de aguas lluvias para abastecimiento en la planta de producción de una empresa ubicada en cota cundinamarca* (Inf. Téc.). Universidad de La Salle, Bogotá.
- Salamanca, E. (2016). Tratamiento de aguas para el consumo humano. *Corporación Universidad de la Costa, 17*, 29-48.
- Salinas, J. (2015). *Determinación del coeficiente ke para emisores de riego*. (Inf. Téc.). Universidad Católica de Loja.
- Sparrow Alamo, E. G. (2018). *Instalaciones hidrosanitarias*.
- Tafur Bravo, L. k., y Quevedo Salas, R. K. (2014). *Alternativa para el tratamiento de aguas residuales cromadas con quitosano extraído del exoesqueleto del camarón*.
- UNATSABAR. (2011). Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores. *Organización Panamericana de la salud*.
- Valenzuela, C. (2019). Diseño de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia bajo criterios de eficiencia hídrica en edificios. caso de estudio: Edificio de clases y laboratorio de hidráulica de la facultad de ingeniería, ciencias físicas y matemática de la universidad central. *INGENIO, 2*(8), 25-37. Descargado de <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/article/view/1700> doi: 10.29166/ingenio.v2i2.1700

ANEXOS

SECCIÓN A: PLANOS



Escala 1:1250

DIMENSIONES DE LAS CAJAS DE REVISIÓN

Caja de revisión	L (cm)	A (cm)	h (m)
CR-1	40	40	1.50
CR-2	40	40	0.60
CR-3	50	50	0.30
CR-4	50	50	0.50
CR-5	50	50	0.60
CR-6	50	50	0.70
CR-7	70	70	0.10
CR-8	60	70	0.30
CR-9	60	70	1.30
CR-10	60	70	1.40
CR-11	40	40	1.50
CR-12	40	40	1.50
CR-13	60	70	1.50
CR-14	70	70	0.70
CR-15	70	70	1.60
CR-16	70	70	1.70
CR-17	70	70	1.90
CR-19	60	60	1.20
CR-20	50	50	0.90
CR-21	60	60	1.50
CR-22	50	50	0.70
CR-23	50	50	1.20
CR-24	50	50	1.30
CR-25	50	50	1.70
CR-26	70	70	1.50
CR-27	70	70	0.50
CR-28	70	70	0.50

UBICACIÓN

SECTOR : U. POLITÉCNICA SALESIANA
 PARROQUIA : EL VECINO
 PROVINCIA : AZUAY



SIMBOLOGÍA

PLANTA

	Caja de revisión
	Tubería-Red de recolección
	Dirección del flujo
CR-1	Número de caja de revisión
L=14.20 m	Longitud de tubería
Ø= 90mm PVC	Diámetro nominal y material de tubería
J=1.62 %	Pendiente de tubería
	Pozo de revisión
	Bajante de agua lluvia
	Tubería-Conexión bajante-Caja
	Tanque de almacenamiento



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO:

DISEÑO DEL SISTEMA RECOLECTOR DE AGUAS PLUVIALES Y RED DE RIEGO DEL ESTADIO VALERIANO GAVINELLI DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

CONTENIDO:

- EMPLAZAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD
- PLANIMETRÍA DEL SISTEMA
- LOCALIZACIÓN BAJANTES DE AGUAS LLUVIAS

REALIZADO POR:

Pablo Andrés Avilés Astudillo
 Andrea Salomé Dután Navas

REVISADO POR:

Ing. Christian Paul Mera Parra. MSc

ESCALA:

Las indicadas

CARRERA:

INGENIERÍA CIVIL

CIUDAD:

Cuenca

FECHA:

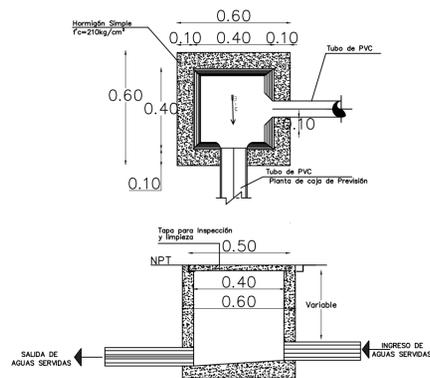
JULIO 2024

ARCHIVO:

HOJA:

1 / 7

CAJAS DE REVISIÓN 40x40

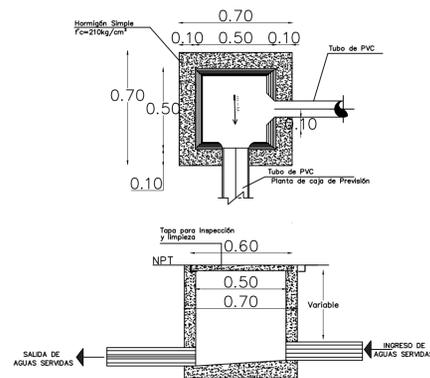


SECCION TIPO

Escala: 1: 10

DETALLE DE INSTALACIÓN

CAJAS DE REVISIÓN 50x50



SECCION TIPO

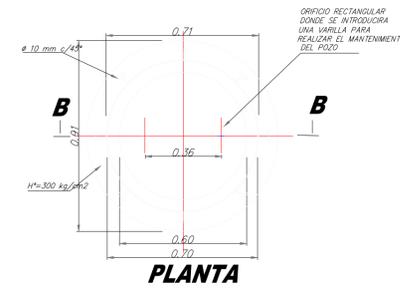
Escala: 1: 10

DETALLE DE INSTALACIÓN

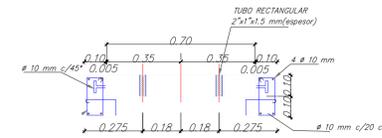
TAPA Y BROCAL TIPO A

ESC: 1:30

TAPA Y BROCAL

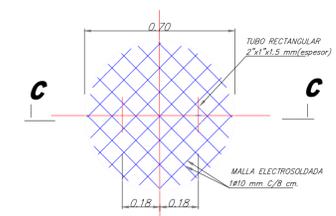


PLANTA

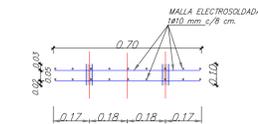


CORTE B - B

TAPA

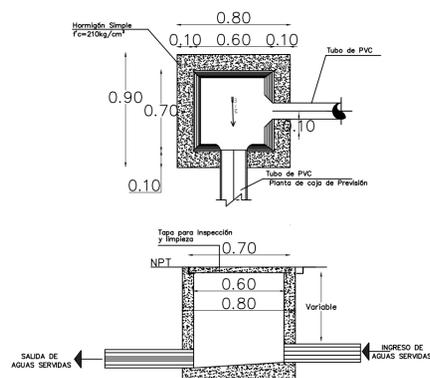


PLANTA



CORTE C - C

CAJAS DE REVISIÓN 60x70

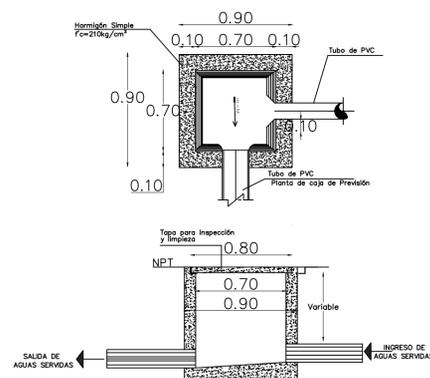


SECCION TIPO

Escala: 1: 10

DETALLE DE INSTALACIÓN

CAJAS DE REVISIÓN 70x70

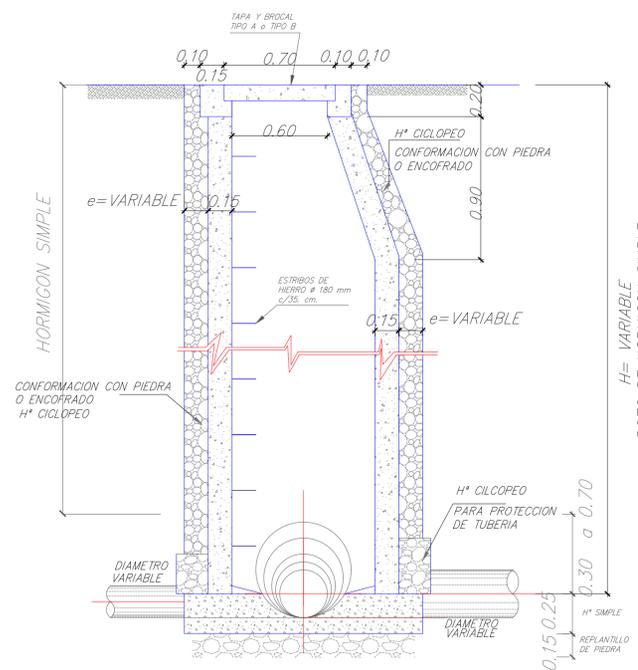


SECCION TIPO

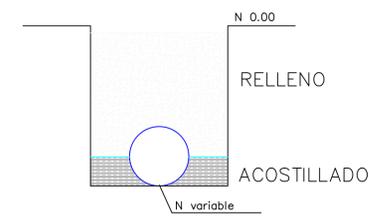
Escala: 1: 10

DETALLE DE INSTALACIÓN

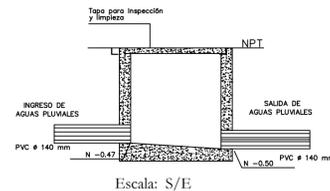
POZOS DE REVISIÓN



POZO DE REVISIÓN SECCION TIPO



CORTE DESCARGA RED PLUVIAL

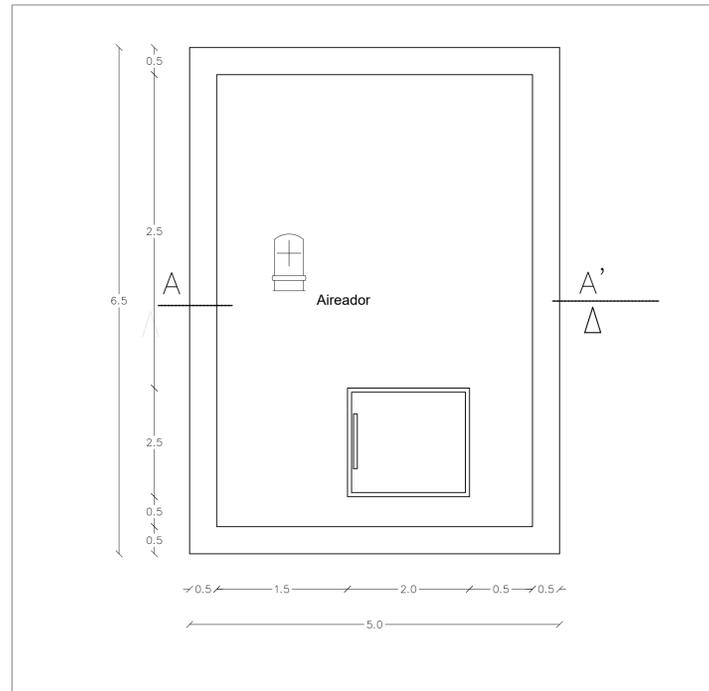


DETALLE DE INSTALACIÓN CAJA DE REVISIÓN N°3

UBICACIÓN	
SECTOR : U. POLITÉCNICA SALESIANA PARROQUIA : EL VECINO PROVINCIA : AZUAY	
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA RECOLECTOR DE AGUAS PLUVIALES Y RED DE RIEGO DEL ESTADIO VALERIANO GAVINELLI DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	
CONTENIDO:	- Detalles cajas de revisión - Detalles pozo de revisión - Detalles de emplazamiento cajas y pozo de revisión
REALIZADO POR:	Pablo Andrés Avilés Astudillo Andrea Salomé Dután Navas
REVISADO POR:	Ing. Christian Paul Mera Parra. MSc
ESCALA:	Especificada
CARRERA:	INGENIERÍA CIVIL
CIUDAD:	Cuenca
FECHA:	JULIO 2024
ARCHIVO:	HOJA:
	2/7

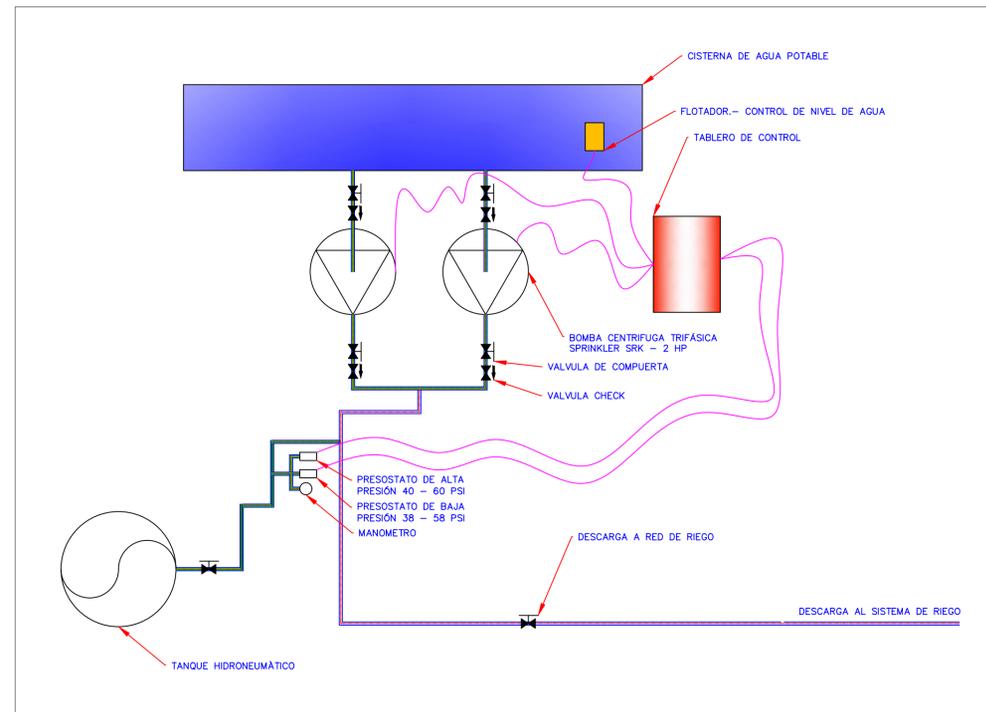
CISTERNA DE ALMACENAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS

Implantación de la cisterna



Escala: 3:1

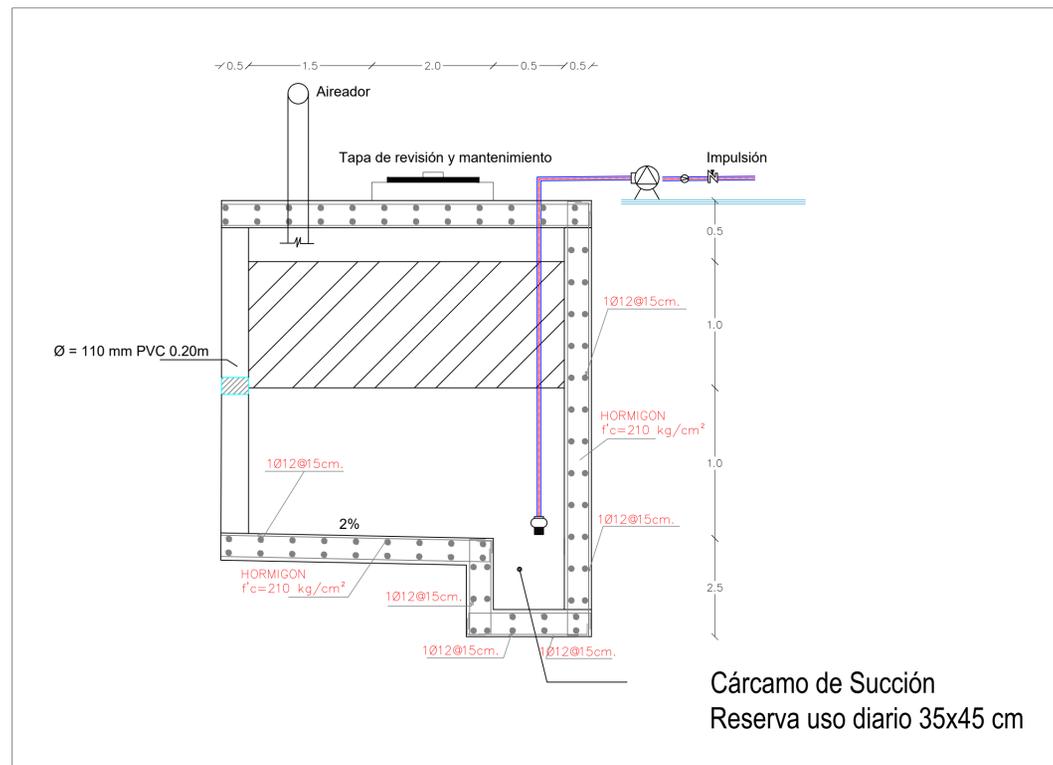
DIAGRAMA DE EMPLAZAMIENTO SISTEMA DE ALMACENAMIENTO



Sin escala

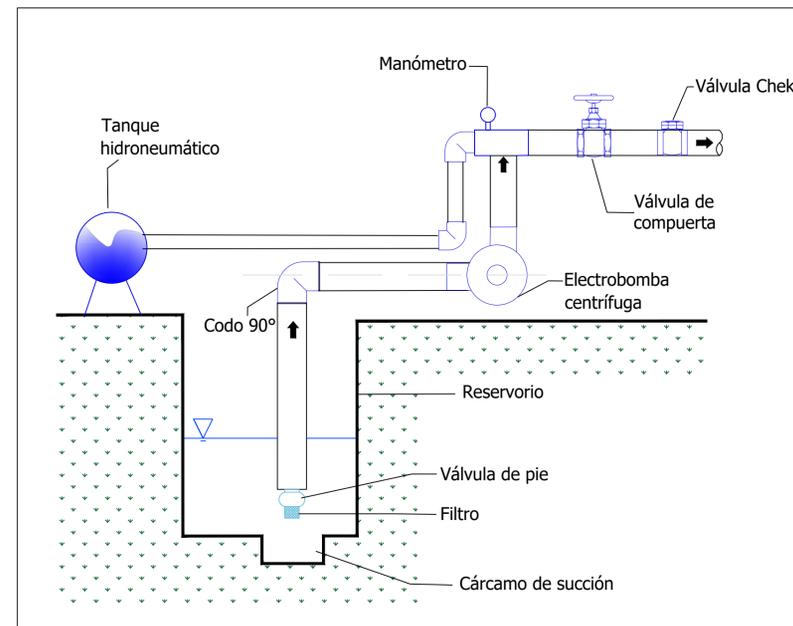
CISTERNA DE USO DIARIO

CORTE A-A'



Escala: 3:1

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO RED DE IMPULSIÓN



Sin escala

UBICACIÓN

SECTOR : U. POLITÉCNICA SALESIANA
PARROQUIA : EL VECINO
PROVINCIA : AZUAY



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA RECOLECTOR DE AGUAS PLUVIALES Y RED DE RIEGO DEL ESTAD VALERIANO GAVINELLI DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

CONTENIDO: - Cisterna de almacenamiento de aguas lluvias
- Diagrama de funcionamiento Red de impulsión
- Diagrama de funcionamiento Sistema de almacenamiento

REALIZADO POR: Pablo Andrés Avilés Astudillo
Andrea Salomé Dután Navas

REVISADO POR: Ing. Christian Paul Mera Parra. MSc

ESCALA:
Las indicadas

CARRERA:
INGENIERÍA CIVIL

CIUDAD:
Cuenca

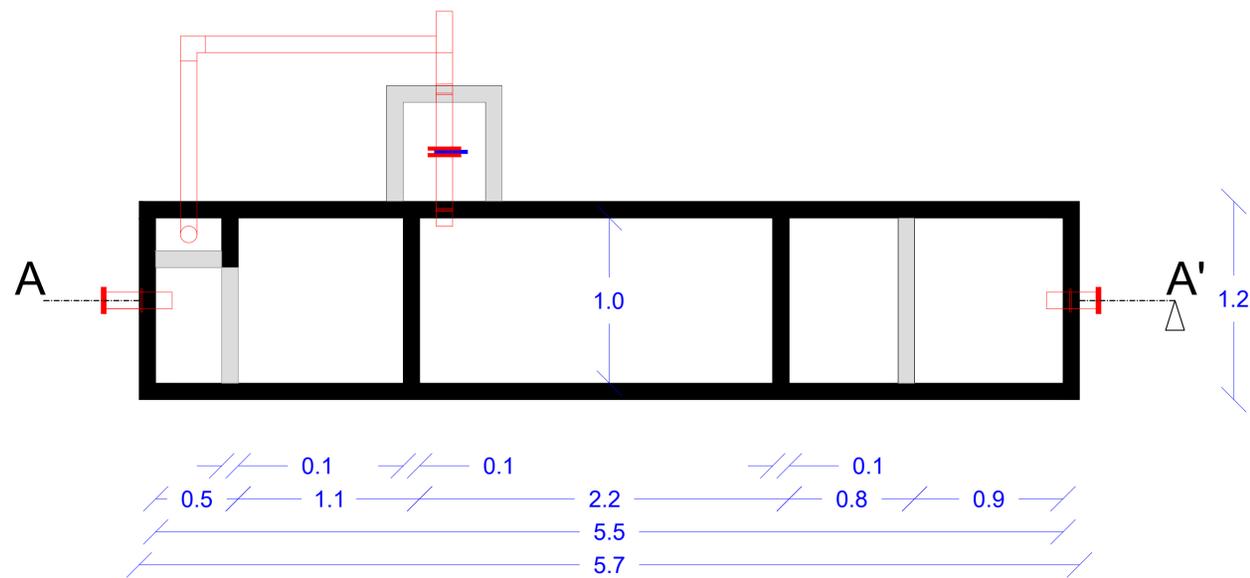
FECHA:
JULIO 2024

ARCHIVO:

HOJA:
3/7

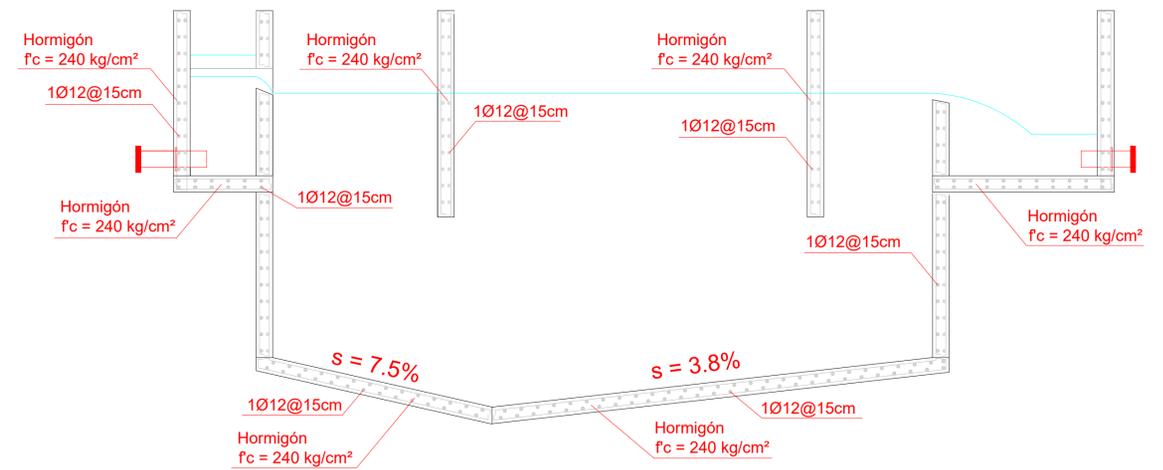
DESARENADOR

Planta



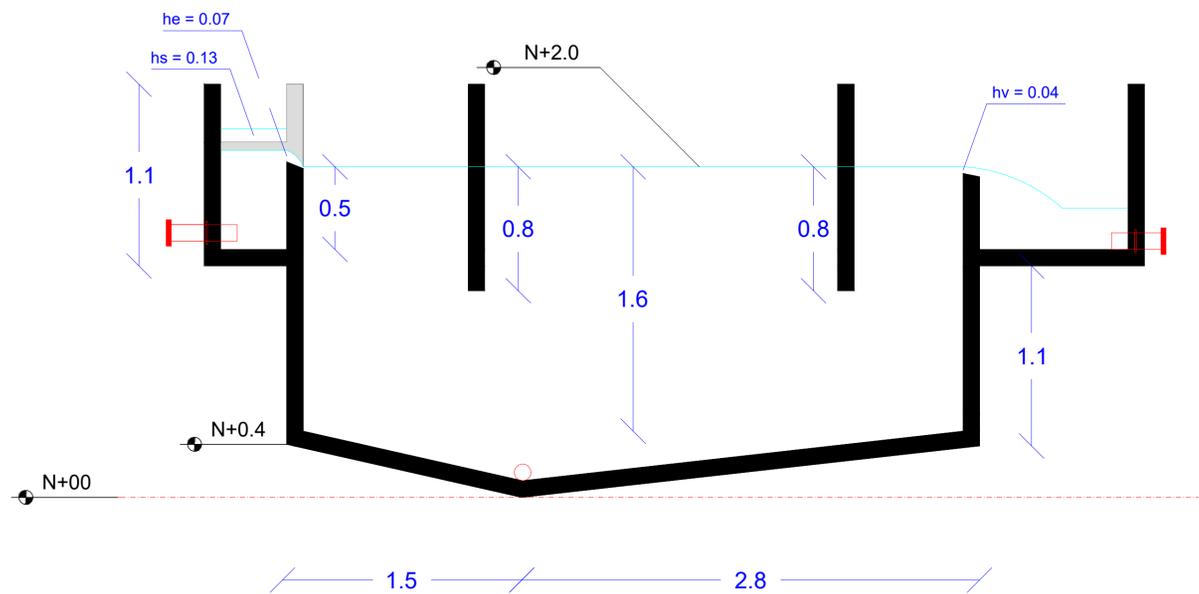
Escala: 1:1

EMPLAZAMIENTO



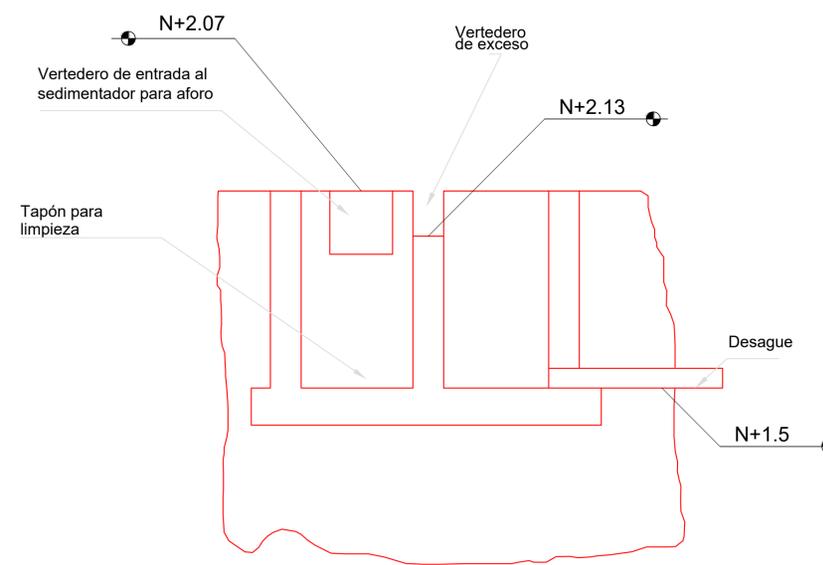
Escala: 1:1

CORTE A-A'



Escala: 1:1

DETALLE



Sin escala

UBICACIÓN

SECTOR : U. POLITÉCNICA SALESIANA
PARROQUIA : EL VECINO
PROVINCIA : AZUAY



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA RECOLECTOR DE AGUAS PLUVIALES Y RED DE RIEGO DEL ESTADIO VALERIANO GAVINELLI DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

CONTENIDO: - Desarenador
- Detalles del desarenador
- Emplazamiento del desarenador

REALIZADO POR: Pablo Andrés Avilés Astudillo
Andrea Salomé Dután Navas

REVISADO POR: Ing. Christian Paul Mera Parra. MSc

ESCALA: Especificada

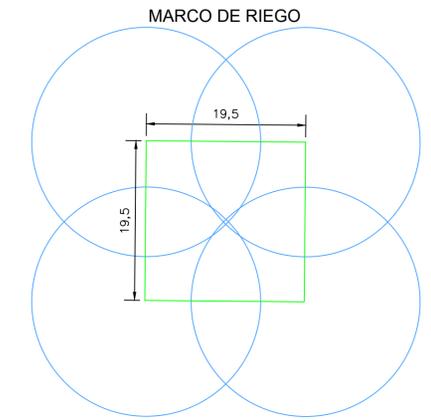
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

CIUDAD: Cuenca

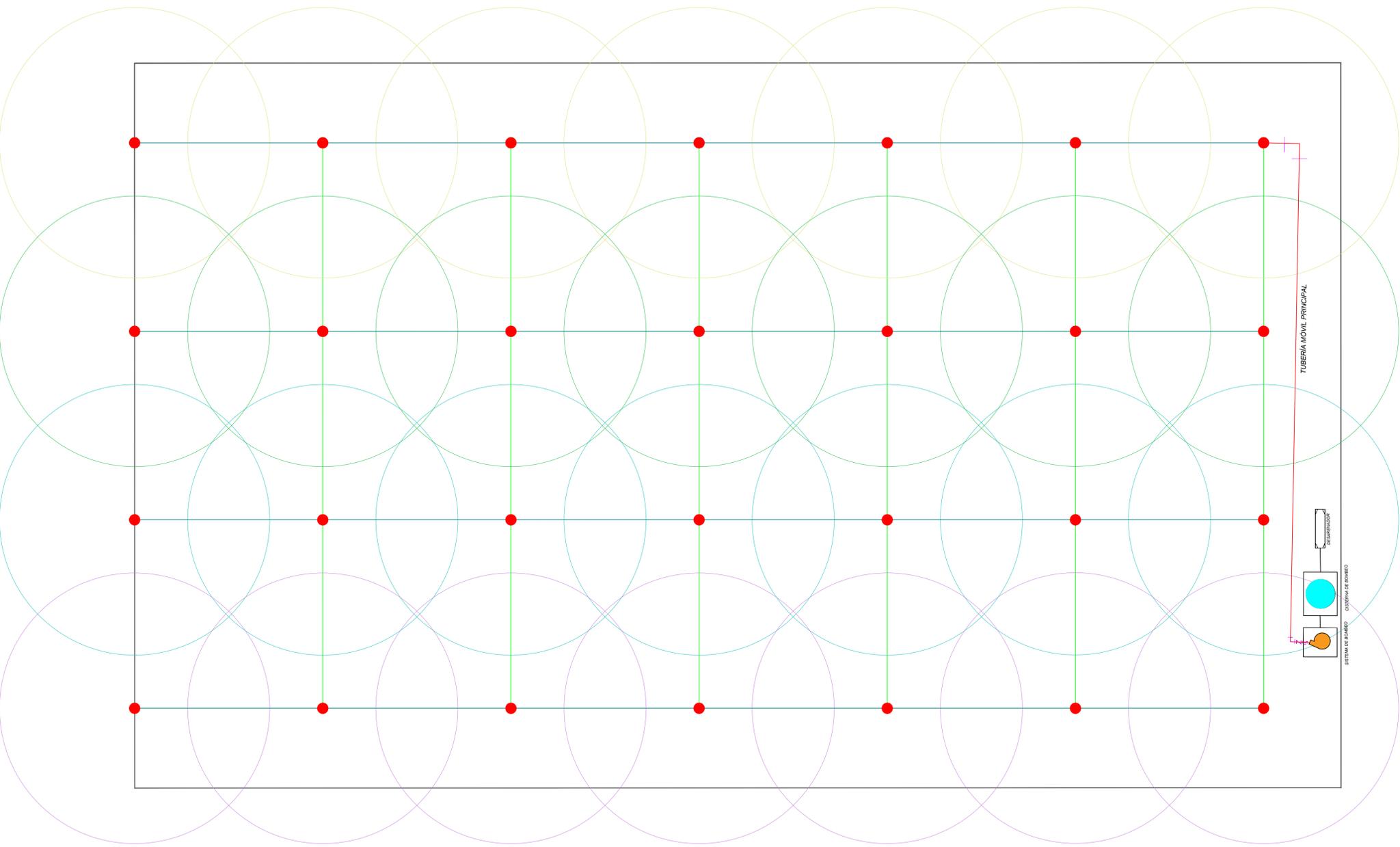
FECHA: JULIO 2024

ARCHIVO:

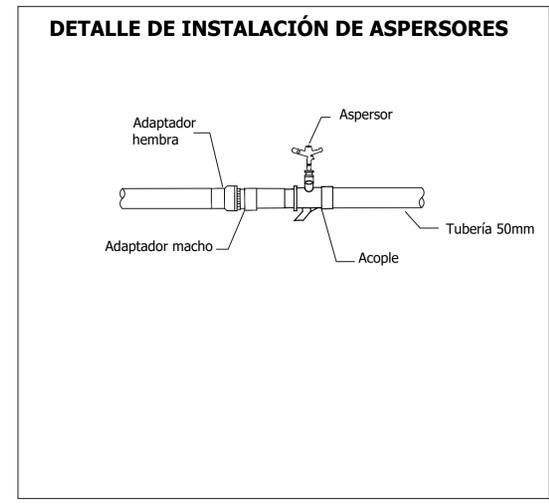
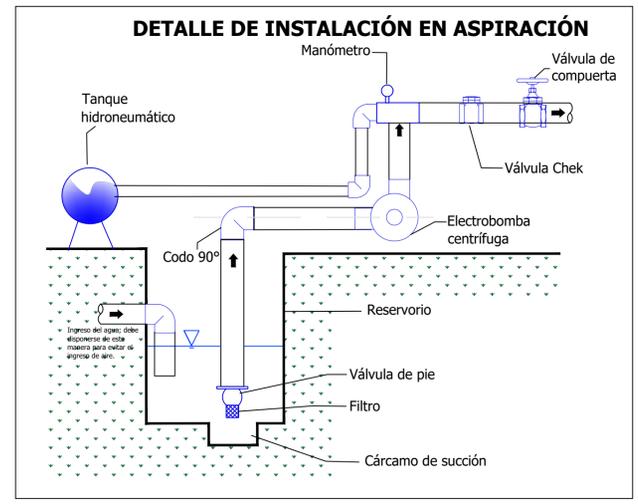
HOJA: 4/7



SIMBOLOGIA	
	- Accesorios
	- Tubería móvil principal
	- Aspersores
	- Ramales móviles
	- Perímetro del estadio
	- Bomba - Hidrante
	- Turno 1
	- Turno 2
	- Turno 3
	- Turno 4
	- Reservoirio enterrado



LISTADO DE MATERIALES		
RED DE DISTRIBUCIÓN DE RIEGO		
TUBERÍA PVC PARA RIEGO E/C D=50mm,e=2.4mm 1.25 Mpa	m	117.00
CODO PVC 90° EP D=50 mm	m	1.00
ADAPTADOR HEMBRA EP RIEGO D= 50mm	m	20.00
ADAPTADOR MACHO EP RIEGO D=50mm	u	20.00
TEE PVC E/C D=50 mm	u	1.00
REDUCTOR PVC 50mm-19mm	u	7.00
MONTURA PARA ASPERSOR, D=50mm	u	7.00
ASPERSOR CIRCULAR MACHO LATÓN ROSCA 3/4"	u	7.00
UNIÓN UNIVERSAL 63 mm	u	10.00





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA RECOLECTOR DE AGUAS PLUVIALES Y RED DE RIEGO DEL ESTADIO VALERIANO GAVINELLI DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

CONTENIDO: -RED DE RIEGO MÓVIL
-DETALLE SISTEMA DE BOMBEO
-DETALLE ASPERSIÓN

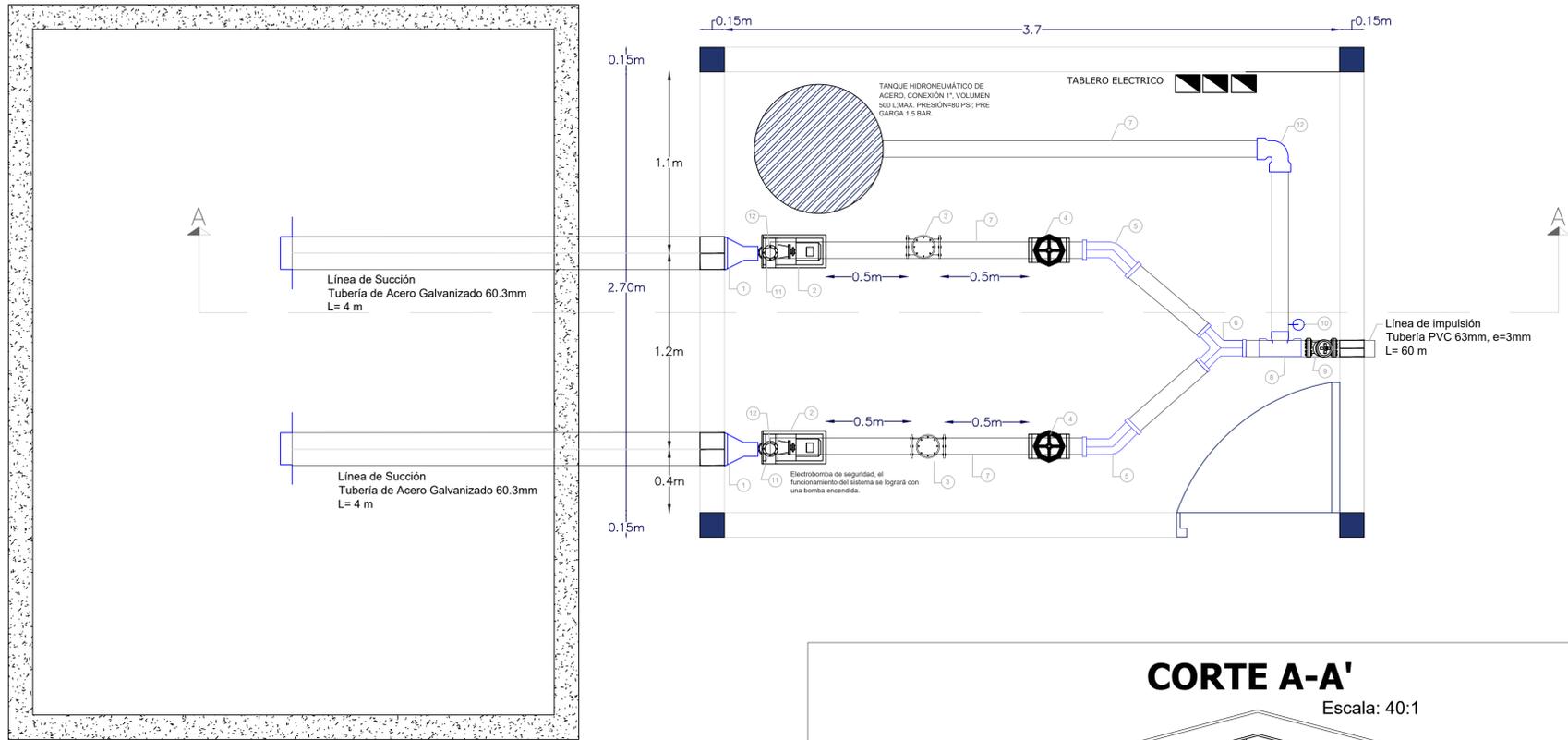
REALIZADO POR: Pablo Andrés Avilés Astudillo
Andrea Salomé Dután Navas

REVISADO POR: Ing. Christian Paul Mera Parra. MSc

ESCALA: 4:1	ÁREA DE RIEGO: 0.94 ha	TURNOS: 1 turno/día
CIUDAD: Cuenca	FECHA: JULIO 2024	ARCHIVO: Red.dwg
		HOJA: 5 / 7

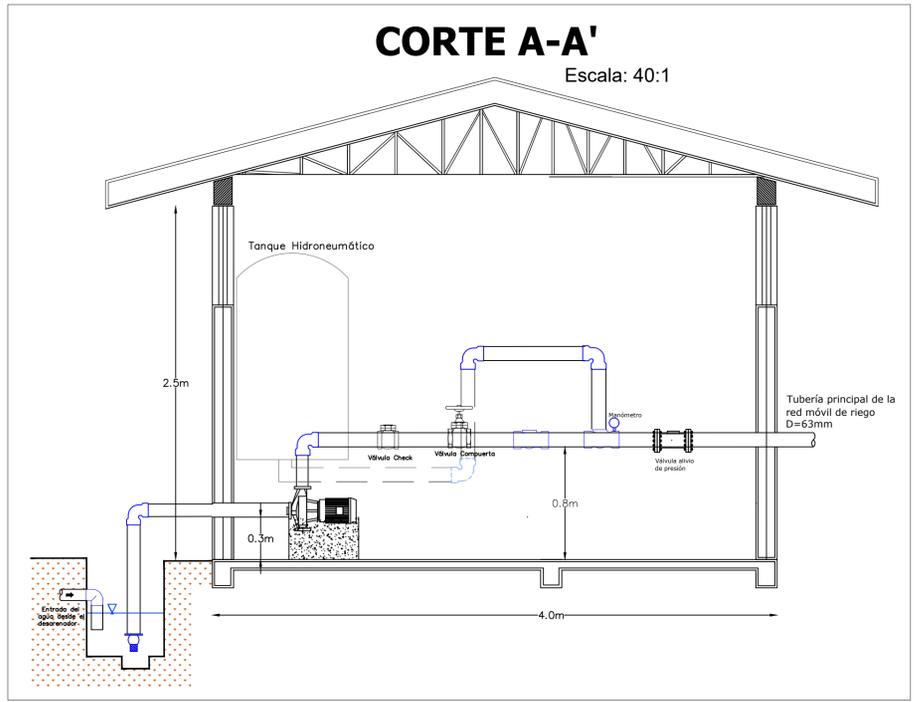
PLANTA GENERAL DE ESTACIÓN DE BOMBEO

Escala: 50:1



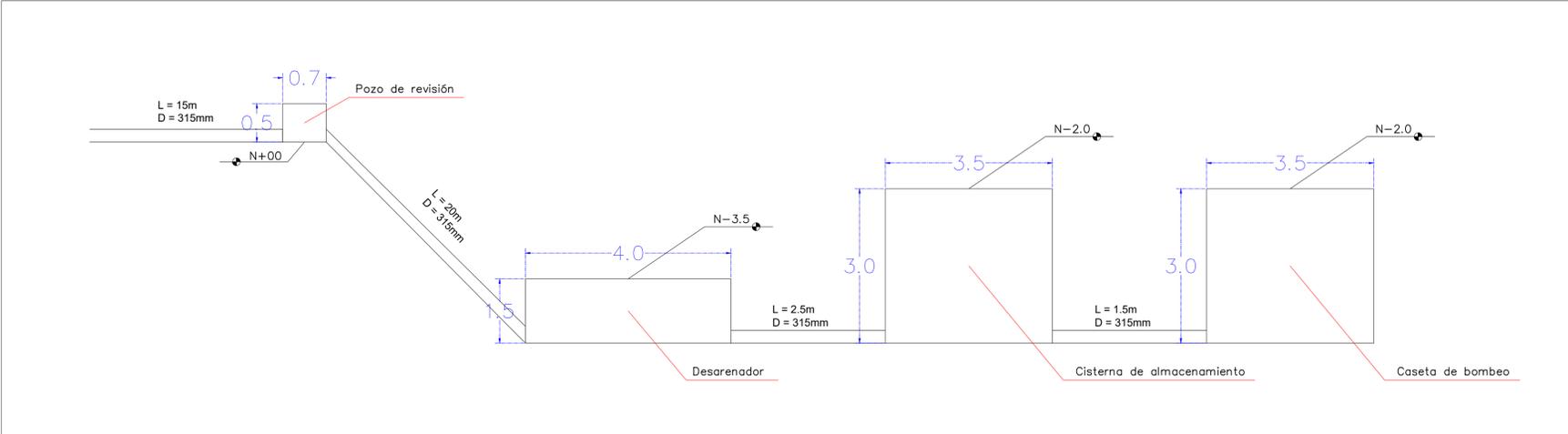
- 1 Reductor excéntrico 60.3 mm - 25.4 mm
- 2 Electrobomba centrífuga, 1.5 HP, 109 l/min a 29 m
- 3 Válvula Check 60.3mm
- 4 Válvula de compuerta 60.3 mm
- 5 Codo 45° 60.3mm
- 6 Yee 60.3 mm
- 7 Tubería de HG, DN=60.3mm
- 8 Tee 60.3mm
- 9 Válvula alivio de presión
- 10 Manómetro
- 11 Reducción concéntrica 60.3mm-25.4mm
- 12 Codo 90° 60.3mm

LISTADO DE MATERIALES		
SISTEMA DE BOMBEO		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
TUBERÍA HG DN=60.3 mm	m	12.00
TUBERÍA PVC DN=63mm; e=3mm; 1.25Mpa	m	60.00
REDUCTOR EXCÉNTRICO HG 60.3mm-25.4mm	u	2.00
REDUCTOR CONCÉNTRICO HG 60.3mm-25.4mm	u	2.00
CODO 90° HG D=60.3 mm	u	6.00
CODO 90° PVC D=63 mm	u	3.00
CODO 45° HG=60.3mm	u	2.00
TEE HG D=60.3 mm	u	1.00
YEE HG D=60.3 mm	u	1.00
VÁLVULA DE COMPUERTA D=60.3mm	u	2.00
VÁLVULA CHECK HORIZONTAL D=60.3mm	u	2.00
VÁLVULA DE ALMO DE PRESIÓN D=60.3mm	u	1.00
VÁLVULA DE PIED=60.3mm	u	2.00
ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA UNA TURBINA 1.5HP	u	2.00
MANÓMETRO	u	1.00
TANQUE HIDRONEUMÁTICO CONEXIÓN 1-1/2"; 500 L	u	1.00



ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE LLEGADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO

Escala: 8:1



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

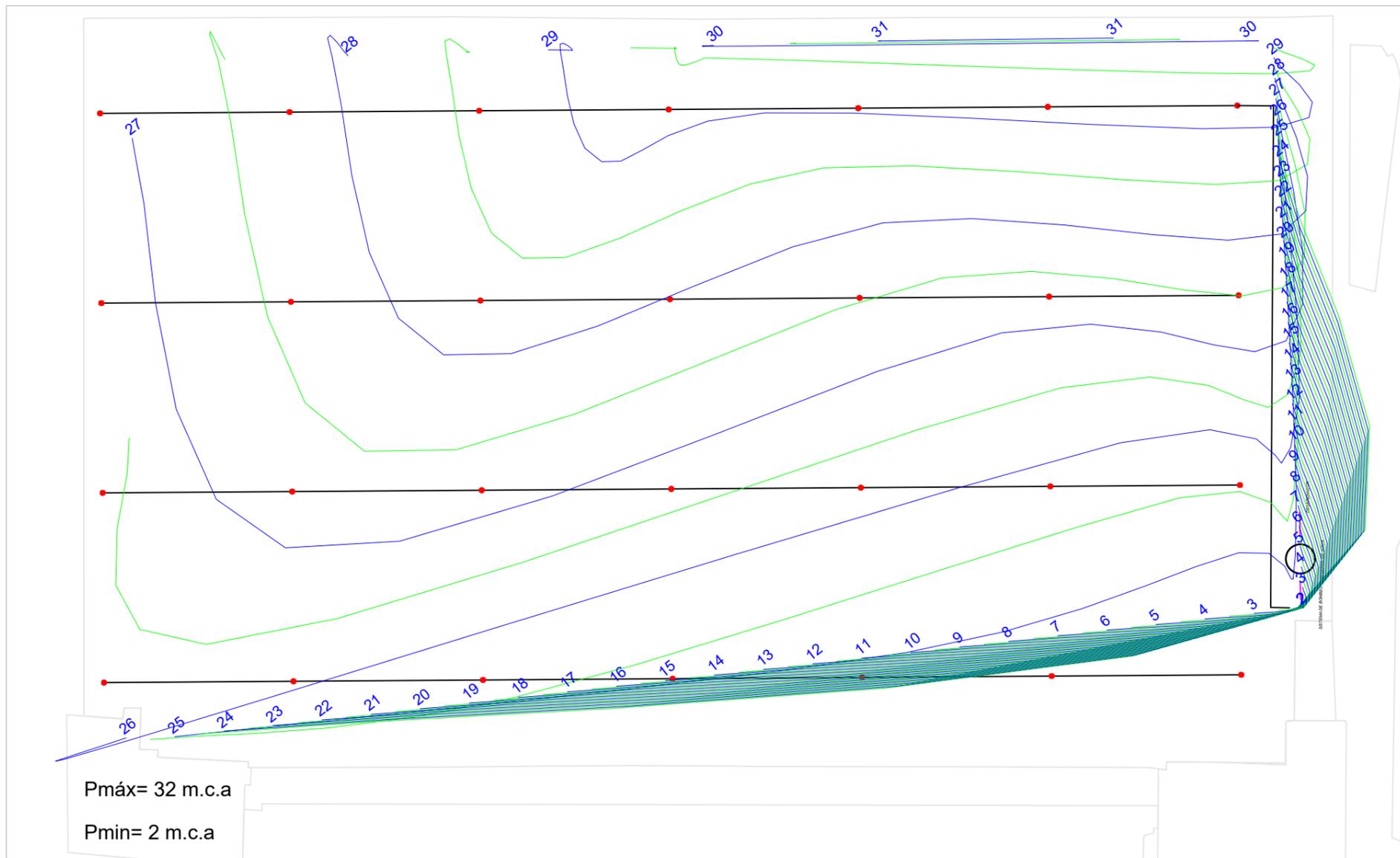
PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA RECOLECTOR DE AGUAS PLUVIALES Y RED DE RIEGO DEL ESTADIO VALERIANO GAVINELLI DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

CONTENIDO:
-DETALLE CASETA DE BOMBEO
-DETALLE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO
-NIVELES DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

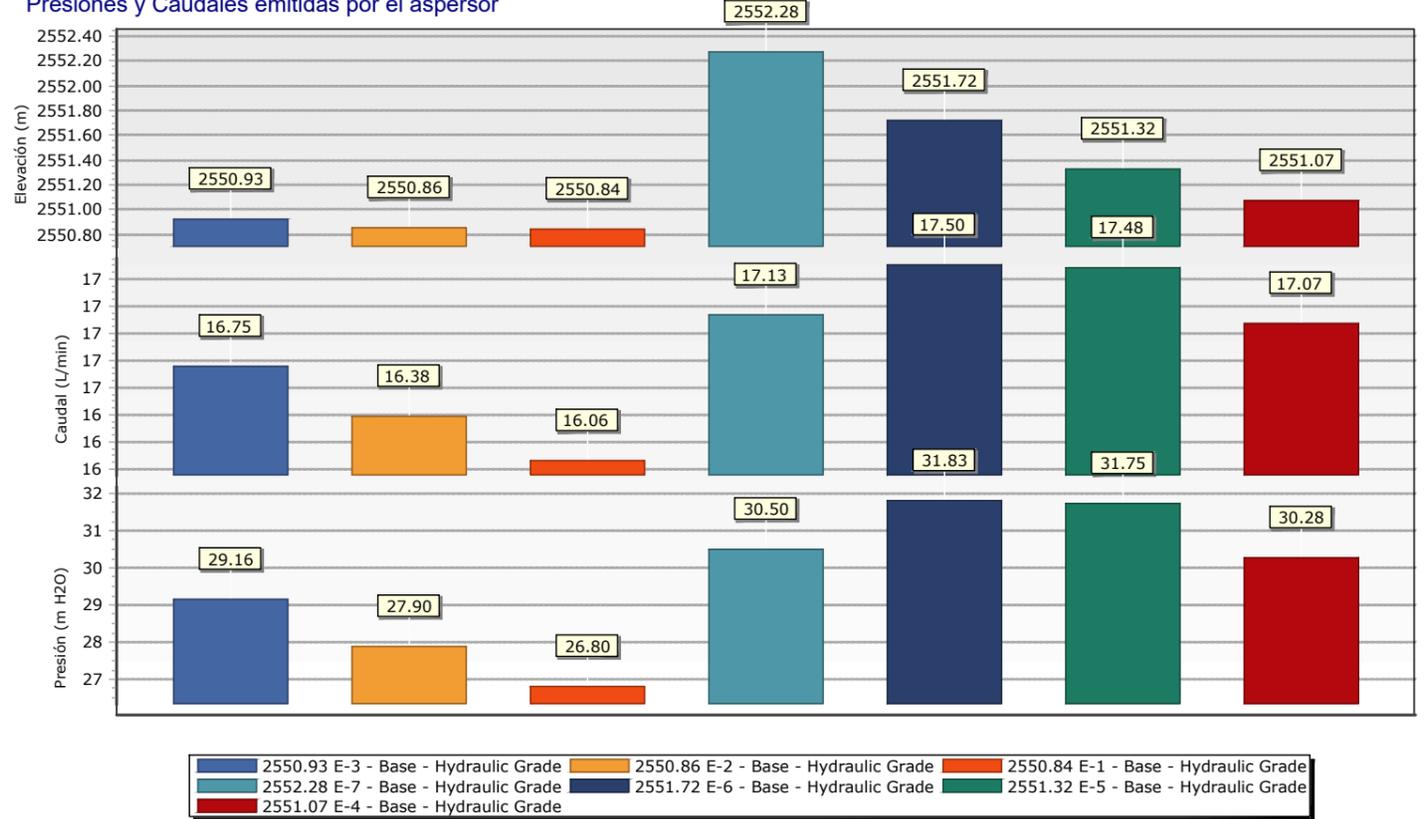
REALIZADO POR: Pablo Andrés Avilés Astudillo
Andrea Salomé Dután Navas

REVISADO POR: Ing. Christian Paul Mera Parra. MSC

ESCALA:
Las indicadas



Presiones y Caudales emitidas por el aspersor





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA RECOLECTOR DE AGUAS PLUVIALES Y RED DE RIEGO DEL ESTADIO VALERIANO GAVINELLI DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

CONTENIDO:
-CURVAS DE PRESIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

REALIZADO POR: Pablo Andrés Avilés Astudillo
Andrea Salomé Dután Navas

REVISADO POR: Ing. Christian Paul Mera Parra. MSc

ESCALA: 1:750	ÁREA DE RIEGO: 0.94 ha	TURNOS: 2 turnos/día
-------------------------	----------------------------------	--------------------------------

CIUDAD: Cuenca	FECHA: JULIO 2024	ARCHIVO: Curvas De Presion.dwg	HOJA: 7/7
--------------------------	-----------------------------	------------------------------------------	---------------------

SECCIÓN B: HOJAS DE CÁLCULO

Diseño Red de conducción

Peso específico Agua	γ	1000	kg/m3
----------------------	----------	------	-------

Coefficiente de escorrentía	0.89	m
-----------------------------	------	---

Coeffic. Manning	n	0.011	PVC
------------------	---	-------	-----

Intensidad de lluvia para la ciudad de Cuenca

Estación Aeropuerto de Cuenca M0067

Periodo de Retorno	T_r	10	años
--------------------	-------	----	------

Período de Retorno	T	10	años
Tiempo de concentración	t	15	min
Intensidad de la lluvia	I	81.35	mm/H

Tiempo de concentración	T_c	15	min
-------------------------	-------	----	-----

Se utiliza la expresión: $I = (aT^b)/(t^c)$

T	a	b	c	t
10	201.93	0.1845	0.4926	15

I =	81.350	mm/H
-----	--------	------

Será el régimen a considerar para la red de evacuación de aguas lluvia

Zona	Tramo		Area		L	Cota Terreno		Pendiente		Caudal Aguas lluvia		Diametro	Diametro	Caudal	Velocidad		
	Inicio #	Fin	Tubería #	Parcial (Area colector) m2		Total m2	Inicio msnm	Fin msnm	rasante %	tubería %	Q m3/s	Q lt/s	Calculado mm	Comercial mm	Qo lt/s	Vo m/s	Vo>=0.9 m/s
Ed. Guillermo Mensi	CR-1	CR-2	Tub 1 - PVC	172.73	172.73	14.2	2531.26	2530.10	8.17	3.03%	0.003	3.474	65.75	90	8.03	1.26	ok
	CR-2	CR-3	Tub 2 - PVC	124.46	297.20	15.0	2530.10	2529.41	4.60	3.07%	0.006	5.977	80.39	90	8.08	1.27	ok
	CR-3	CR-4	Tub 3 - PVC	318.91	616.11	18.0	2529.41	2529.30	0.61	1.56%	0.012	12.391	120.01	140	18.69	1.21	ok
	CR-4	CR-5	Tub 4 - PVC	186.48	802.59	17.0	2529.30	2529.11	1.12	2.12%	0.016	16.141	125.08	140	21.81	1.42	ok
	CR-5	CR-6	Tub 5 - PVC	65.76	868.35	16.0	2529.11	2528.94	1.06	2.75%	0.017	17.464	122.66	140	24.86	1.61	ok
	Ed. Mario Rizzinni	CR-6	CR-7	Tub 6 - PVC	0.00	868.35	20.0	2528.94	2527.99	4.75	2.10%	0.017	17.464	129.03	140	21.72	1.41
CR-7		CR-8	Tub 7 - PVC	276.91	1145.25	20.0	2527.99	2528.10	-0.55	1.80%	0.023	23.033	147.34	315	174.81	2.24	ok
CR-8		CR-9	Tub 8 - PVC	0.00	1145.25	20.0	2528.10	2528.99	-4.45	1.40%	0.023	23.033	154.45	250	83.24	1.70	ok
CR-9		CR-10	Tub 9 - PVC	204.01	1349.26	15.6	2528.99	2528.96	0.19	1.92%	0.027	27.136	154.75	250	97.56	1.99	ok
Ed. Informatica		CR-11	CR-12	Tub 10 - PVC	30.88	30.88	16.5	2529.56	2529.31	1.52	3.15%	0.002	1.500	47.63	110	13.99	1.47
	CR-12	CR-10	Tub 11 - PVC	94.45	125.33	16.2	2529.31	2528.96	2.16	1.98%	0.003	2.520	63.16	110	11.07	1.17	ok
	Ed. Informatica	CR-10	CR-13	Tub 12 - PVC	197.76	1672.35	8.0	2528.96	2528.92	0.50	2.62%	0.034	33.634	158.21	250	113.98	2.32
CR-13		CR-14	Tub 13 - PVC	25.63	1697.98	10.0	2528.92	2528.05	8.70	1.40%	0.034	34.149	179.02	250	83.24	1.70	ok
CR-14		CR-15	Tub 14 - PVC	1438.85	3136.83	14.7	2528.05	2528.82	-5.24	1.36%	0.063	63.086	226.57	315	151.98	1.95	ok
CR-15		CR-16	Tub 15 - PVC	41.86	3178.69	7.0	2528.82	2528.86	-0.57	1.86%	0.064	63.928	214.79	315	177.56	2.28	ok
Ed. FEUPS	CR-16	CR-17	Tub 16 - PVC	305.11	3483.79	19.5	2528.86	2528.94	-0.41	2.00%	0.070	70.064	219.24	315	184.26	2.36	ok
Iglesia	PZ-18	CR-19	Tub 17 - PVC	375.00	375.00	15.0	2529.27	2529.19	0.53	1.67%	0.008	7.542	98.34	140	19.35	1.26	ok

	Inicio	Fin	Tuberia	Parcial	Total	L	Inicio	Fin	rasante	tuberia	Q	Q	Calculado	Comercial	Qo	Vo	Vo>=0.9 m/s
	#		#	(Area colector)	m2	m	msnm	msnm	%	%	m3/s	lt/s	mm	mm	lt/s	m/s	
Iglesia	CR-20	CR-19	Tub 18 - PVC	503.33	503.33	12.5	2529.10	2529.19	-0.72	3.04%	0.010	10.123	98.12	140	26.13	1.70	ok
Iglesia	CR-19	CR-21	Tub 19 - PVC	400.00	1278.33	16.0	2529.19	2529.06	0.81	2.50%	0.026	25.709	144.37	160	33.84	1.68	ok
Coliseo	CR-22	CR-23	Tub 20 - PVC	300.00	300.00	20.0	2529.09	2529.27	-0.90	3.95%	0.006	6.033	76.94	140	29.79	1.94	ok
	CR-23	CR-24	Tub 21 - PVC	362.76	662.76	18.0	2529.27	2529.12	0.83	3.44%	0.013	13.329	106.26	140	27.82	1.81	ok
	CR-24	CR-21	Tub 22 - PVC	126.24	789.00	14.0	2529.12	2529.06	0.43	3.79%	0.016	15.868	111.45	140	29.16	1.89	ok
Coliseo	CR-25	CR-21	Tub 23 - PVC	613.93	613.93	15.0	2529.77	2529.06	4.73	3.20%	0.012	12.347	104.69	140	26.81	1.74	ok
Coliseo	CR-21	CR-17	Tub 24 - PVC	288.03	2969.29	11.7	2529.06	2528.94	1.03	2.48%	0.060	59.717	198.34	200	61.09	1.94	ok
Bar	CR-17	CR-26	Tub 25 - PVC	0.00	6453.08	13.0	2528.94	2528.14	6.15	2.08%	0.130	129.782	274.30	315	187.77	2.41	ok
	CR-26	CR-27	Tub 26 - PVC	647.32	7100.40	16.0	2528.14	2526.64	9.38	1.69%	0.143	142.800	295.60	315	169.26	2.17	ok
	CR-27	CR-28	Tub 27 - PVC	1148.70	8249.10	15.0	2526.64	2526.18	3.07	2.87%	0.166	165.902	283.13	315	220.60	2.83	ok
	Canal	CR-14	Tub 28 - PVC	359.71	359.71	7.3	2528.23	2528.05	2.47	29.86%	0.007	7.234	56.36	200	212.04	6.75	ok
	CR-28	Tanque	Tub 29 - PVC				2526.18							315			

Relacion	Relaciones hidráulicas		Tirante	A. hidráulica	P. Mojado	Velocidad		R. Hidráulico	Cortante		Cota Tubería		Profundidad a la clave		Cajas de revisión			Cota Caja de revisión	
Q/Qo	k4	y/D	y	A	P	V	V<=3 m/s	Rh	τ	$\tau \geq 0.10$	Inicio	Fin	Inicio	Fin	#	L	A	Entrada	Salida
-	-	%	m	m ²	m	m/s	ok	m	kg/m ²	kg/m ²	msnm	msnm	m	m		cm	cm	m	m
0.43	0.13499	46.00	0.04	0.00286	0.13	1.22	ok	0.02	0.64	ok	2529.53	2529.10	1.70	1.00	CR-1	40	40	2529.56	2529.53
0.74	0.23080	64.00	0.06	0.00430	0.17	1.39	ok	0.03	0.79	ok	2529.07	2528.61	1.00	0.80	CR-2	40	40	2529.10	2529.07
0.66	0.20680	59.00	0.08	0.00945	0.25	1.31	ok	0.04	0.60	ok	2528.58	2528.30	0.80	1.00	CR-3	50	50	2528.61	2528.58
0.74	0.23089	64.00	0.09	0.01040	0.26	1.55	ok	0.04	0.85	ok	2528.27	2527.91	1.00	1.20	CR-4	50	50	2528.30	2528.27
0.70	0.21921	61.00	0.09	0.00984	0.25	1.78	ok	0.04	1.08	ok	2527.88	2527.44	1.20	1.50	CR-5	50	50	2527.91	2527.88

Q/Qo	k4	y/D	y	A	P	V	V<=3 m/s	Rh	τ	$\tau \geq 0.10$	Entrada	Salida	Inicio	Fin	#	L	A	Entrada	Salida
-	-	%	m	m ²	m	m/s	ok	m	kg/m ²	kg/m ²	msnm	msnm	m	m		cm	cm	m	m
0.80	0.25085	67.00	0.09	0.01096	0.27	1.59	ok	0.04	0.86	ok	2527.41	2526.99	1.50	1.00	CR-6	50	50	2527.44	2527.41
0.13	0.04111	24.00	0.08	0.01438	0.32	1.60	ok	0.04	0.80	ok	2526.96	2526.60	1.00	1.50	CR-7	70	70	2526.99	2526.96
0.28	0.08633	35.00	0.09	0.01531	0.32	1.50	ok	0.05	0.68	ok	2526.57	2526.29	1.50	2.70	CR-8	60	70	2526.60	2526.57
0.28	0.08678	36.00	0.09	0.01591	0.32	1.71	ok	0.05	0.95	ok	2526.26	2525.96	2.70	3.00	CR-9	60	70	2526.29	2526.26

Q/Qo	k4	y/D	y	A	P	V	V<=3 m/s	Rh	τ	$\tau \geq 0.10$	Entrada	Salida	Inicio	Fin	#	L	A	Entrada	Salida
-	-	%	m	m ²	m	m/s	ok	m	kg/m ²	kg/m ²	msnm	msnm	m	m		cm	cm	m	m
0.11	0.03346	22.00	0.02	0.00155	0.11	0.97	ok	0.01	0.45	ok	2526.83	2526.31	2.70	3.00	CR-11	40	40	2526.86	2526.83
0.23	0.07101	32.00	0.04	0.00262	0.13	0.96	ok	0.02	0.39	ok	2526.28	2525.96	3.00	3.00	CR-12	40	40	2526.31	2526.28

Q/Qo	k4	y/D	y	A	P	V	V<=3 m/s	Rh	τ	$\tau \geq 0.10$	Entrada	Salida	Inicio	Fin	#	L	A	Entrada	Salida
-	-	%	m	m ²	m	m/s	ok	m	kg/m ²	kg/m ²	msnm	msnm	m	m		cm	cm	m	m
0.30	0.09206	37.00	0.09	0.01651	0.33	2.04	ok	0.05	1.33	ok	2525.93	2525.72	3.00	3.20	CR-10	60	70	2525.96	2525.93
0.41	0.12800	44.00	0.11	0.02080	0.36	1.64	ok	0.06	0.80	ok	2525.69	2525.55	3.20	2.50	CR-13	60	70	2525.72	2525.69
0.42	0.12951	44.00	0.14	0.03303	0.46	1.91	ok	0.07	0.98	ok	2525.52	2525.32	2.50	3.50	CR-14	70	70	2525.55	2525.52
0.36	0.11233	41.00	0.13	0.03008	0.44	2.13	ok	0.07	1.28	ok	2525.29	2525.16	3.50	3.70	CR-15	70	70	2525.32	2525.29

Q/Qo	k4	y/D	y	A	P	V	V<=3 m/s	Rh	τ	$\tau \geq 0.10$	Inicio	Fin	Inicio	Fin	#	L	A	Entrada	Salida
-	-	%	m	m ²	m	m/s	ok	m	kg/m ²	kg/m ²	msnm	msnm	m	m		cm	cm	m	m
0.38	0.11864	42.00	0.13	0.03106	0.44	2.26	ok	0.07	1.40	ok	2525.13	2524.74	3.70	4.20	CR-16	70	70	2525.16	2525.13

Q/Qo	k4	y/D	y	A	P	V	V<=3 m/s	Rh	τ	$\tau \geq 0.10$	Entrada	Salida	Inicio	Fin	#	L	A	Entrada	Salida
-	-	%	m	m ²	m	m/s	ok	m	kg/m ²	kg/m ²	msnm	msnm	m	m		cm	cm	m	m
0.39	0.12160	43.00	0.06	0.00633	0.20	1.19	ok	0.03	0.53	ok	2525.74	2525.49	3.50	3.70	PZ-18	50	50	2525.77	2525.74

Q/Qo	k4	y/D	y	A	P	V	V<=3 m/s	Rh	τ	τ>=0.10	Entrada	Salida	Inicio	Fin	#	L	A	Entrada	Salida
-	-	%	m	m2	m	m/s		m	kg/m2	kg/m2	msnm	msnm	m	m		cm	cm	m	m
0.39	0.12085	43.00	0.06	0.00633	0.20	1.60	ok	0.03	0.96	ok	2525.87	2525.49	3.20	3.70	CR-20	50	50	2525.90	2525.87
Q/Qo	k4	y/D	y	A	P	V	V<=3 m/s	Rh	τ	τ>=0.10	Entrada	Salida	Inicio	Fin	#	L	A	Entrada	Salida
-	-	%	m	m2	m	m/s		m	kg/m2	kg/m2	msnm	msnm	m	m		cm	cm	m	m
0.76	0.23706	65.00	0.10	0.01383	0.30	1.86	ok	0.05	1.15	ok	2525.46	2525.06	3.70	4.00	CR-19	50	50	2525.49	2525.46
Q/Qo	k4	y/D	y	A	P	V	V<=3 m/s	Rh	τ	τ>=0.10	Entrada	Salida	Inicio	Fin	#	L	A	Entrada	Salida
-	-	%	m	m2	m	m/s		m	kg/m2	kg/m2	msnm	msnm	m	m		cm	cm	m	m
0.20	0.06319	30.00	0.04	0.00388	0.16	1.55	ok	0.02	0.95	ok	2527.06	2526.27	2.00	3.00	CR-22	50	50	2527.09	2527.06
0.48	0.14949	48.00	0.07	0.00731	0.21	1.82	ok	0.03	1.17	ok	2526.24	2525.62	3.00	3.50	CR-23	50	50	2526.27	2526.24
0.54	0.16976	52.00	0.07	0.00809	0.23	1.96	ok	0.04	1.36	ok	2525.59	2525.06	3.50	4.00	CR-24	50	50	2525.62	2525.59
Q/Qo	k4	y/D	y	A	P	V	V<=3 m/s	Rh	τ	τ>=0.10	Entrada	Salida	Inicio	Fin	#	L	A	Entrada	Salida
-	-	%	m	m2	m	m/s		m	kg/m2	kg/m2	msnm	msnm	m	m		cm	cm	m	m
0.46	0.14367	47.00	0.07	0.00711	0.21	1.74	ok	0.03	1.08	ok	2525.54	2525.06	4.20	4.00	CR-25	50	50	2525.57	2525.54
Q/Qo	k4	y/D	y	A	P	V	V<=3 m/s	Rh	τ	τ>=0.10	Entrada	Salida	Inicio	Fin	#	L	A	Entrada	Salida
-	-	%	m	m2	m	m/s		m	kg/m2	kg/m2	msnm	msnm	m	m		cm	cm	m	m
0.98	0.30500	80.00	0.16	0.02694	0.44	2.22	ok	0.06	1.51	ok	2525.03	2524.74	4.00	4.20	CR-21	60	60	2525.06	2525.03
Q/Qo	k4	y/D	y	A	P	V	V<=3 m/s	Rh	τ	τ>=0.10	Entrada	Salida	Inicio	Fin	#	L	A	Entrada	Salida
-	-	%	m	m2	m	m/s		m	kg/m2	kg/m2	msnm	msnm	m	m		cm	cm	m	m
0.69	0.21564	61.00	0.19	0.04979	0.56	2.61	ok	0.09	1.83	ok	2524.71	2524.44	4.20	3.70	CR-17	70	70	2524.74	2524.71
0.84	0.26323	70.00	0.22	0.05827	0.62	2.45	ok	0.09	1.57	ok	2524.41	2524.14	3.70	2.50	CR-26	70	70	2524.44	2524.41
0.75	0.23464	64.00	0.20	0.05267	0.58	3.15	ok	0.09	2.58	ok	2524.11	2523.68	2.50	2.50	CR-27	70	70	2524.14	2524.11
0.03	0.01065	12.00	0.02	0.00214	0.14	3.39	ok	0.02	4.51	ok	2527.73	2525.55	0.50	2.50					
													2.50		CR-28	70	70	2523.68	2523.65

I. Datos de entrada:

Caudal de diseño

Área de los techos = 7174.1 m²
 Evaporación = 41 %

Mes	Precipit.	Disponibilidad
	mm	m ³
Enero	68.1	288.25
Febrero	80.3	339.89
Marzo	98.6	417.35
Abril	34.4	145.61
Mayo	161.3	682.74
Junio	34.9	147.72
Julio	41.2	174.39
Agosto	74.6	315.76
Septiembre	16.0	67.72
Octubre	177.6	751.73
Noviembre	46.1	195.13
Diciembre	44.9	190.05
Sumatoria		309.69

Tiempo de riego = 6 hr
 Q diseño = 51.616 m³/hr
 Qmd = Caudal medio diario = 14.34 l/s
 Número de módulos = 2
 Q dis = 0.014 m³/s

Propiedades del agua

T° = 18 °C
 μ = 0.0106 cm²/s
 ρ = 0.999 g/cm³

Propiedades de la partícula a remover

ds = 0.5 mm
 ds = 0.05 cm
 ps = 2.65 g/cm³

2. Velocidad de sedimentación de la partícula (Vs) a partir de la formula de Hazen y Stokes:

$$Re = \frac{V * D}{\mu}$$

V = 5.3 cm/s

Re	=	25.00	-
----	---	-------	---

Tipo de flujo = Flujo Transicion

Formula de Allen

$$Vs = 0.22 * D * \left[((\rho_s - 1) * g)^2 * \left(\frac{\rho}{\mu} \right)^{\frac{1}{3}} \right]$$

Formula de Stokes

$$Vs = \frac{g}{18} * \frac{\rho_s - 1}{\mu} * ds^2$$

Tabla 4.2 Relación entre Diámetro de Partículas y Velocidad de Sedimentación

Material	ØPartículas Limite	Número Reynolds	Velocidad Sedimentación	Régimen	Ley Aplicada
Grava	1 cm	> 10.000	≈ 100 cm/s	Turbulento	Newton
	0,10 cm	≈ 1.000	10,0 cm/s	Transición	Allen
	0,08 cm	≈ 660	8,3 cm/s	Transición	
Arena gruesa	0,05 cm	≈ 390	6,3 cm/s	Transición	Stokes
y media	0,05 cm	≈ 27	5,3 cm/s	Transición	
	0,04 cm	≈ 17	4,2 cm/s	Transición	
	0,03 cm	≈ 10	3,2 cm/s	Transición	
	0,02 cm	≈ 4	2,1 cm/s	Transición	
	0,015 cm	≈ 2	1,5 cm/s	Transición	
	0,010 cm	≈ 0,8	0,8	Laminar	Stokes
	0,008 cm	≈ 0,5	0,6	Laminar	
	0,006 cm	≈ 0,24	0,4	Laminar	
Arena fina	0,005 cm	< 1,0	0,3	Laminar	
	0,004 cm	< 1,0	0,2	Laminar	
	0,003 cm	< 1,0	0,13	Laminar	
	0,002 cm	< 1,0	0,06	Laminar	
	0,001 cm	< 1,0	0,015	Laminar	

g = 981 cm/s²

Vs	=	6.90	cm/s
----	---	------	------

3. Tiempo que tarda la partícula en llegar al fondo:

Se recomienda que H este entre 150 y 450 cm

$$H = 1.5 \text{ m}$$

$$H = 150 \text{ cm}$$

Condición Cumple

$$t \downarrow = \frac{H}{Vs}$$

t↓	=	21.74	s
----	---	-------	---

t↓	=	0.4	min
----	---	-----	-----

Nota: Se debe tener en cuenta que las condiciones ideales no existen, que las velocidades no son constantes, que existen zonas muertas y que puede haber partículas no removidas con Vs mayor que Vo. Por tal razón usamos un factor de seguridad. De la misma manera debemos tener clara la eficiencia de las pantallas deflectoras (pantalla que intenta disminuir uniformemente la velocidad del flujo), eficiencia a la cual se le ha otorgado un valor numérico.

Dado lo anterior calculamos el número de Hazen:

$$\#Hz = \frac{Vs}{Vo} = \frac{tr \rightarrow}{t \downarrow}$$

4. Cálculo del número de Hazen #Hz (Vs/Vo):

$$\%R = \text{Porcentaje de remoción} = 87.5\%$$

$$n = \text{Grado del desarenador} = 1$$

Condiciones	Porcentaje de remoción								Observación
	87.50%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	
n = 1	7	4	3	2.3	1.8	1.5	1.3	1	Deflectores deficientes o ausencia de ellos
n = 3	2.75		1.66					0.76	Deflectores buenos
n = 4	2.37		1.52					0.73	Deflectores buenos
n = máx. teo	0.88		0.75					0.5	Caso teorico

# Hz	=	7
------	---	---

5. Cálculo del periodo de retención hidráulico (tr→):

$$tr \rightarrow = \#Hz * t \downarrow$$

tr→	=	152.15	s
-----	---	--------	---

tr→	=	2.54	min
-----	---	------	-----

6. Cálculo del volumen del tanque:

$$Qdis = \frac{Vol}{tr \rightarrow}$$

Vol	=	2.18	m3
-----	---	------	----

7. Área superficial y dimensiones del tanque:

$$Vol = B * L * H = A * H$$

A	=	1.45	m2
---	---	------	----

$$\text{Relación: } \frac{L}{B} = \frac{4}{1}$$

$$\text{Relación: } L = 4B$$

Se recomienda que la relación L/B este entre 3 y 5

Condición Cumple

$$A = B * L = 4B * B = 4B^2$$

$$B = \sqrt{\frac{A}{4}}$$

$$B = 0.60 \text{ m}$$

B asumido	=	1.0	m
-----------	---	-----	---

$$L = 2.41 \text{ m}$$

L asumido	4	m
-----------	---	---

AT	4.00	m ²
----	------	----------------

8. Cálculo de la carga hidráulica superficial (q↓):

$$q \downarrow = \frac{Qdis}{A}$$

q↓	=	0.004	m ³ /s/m ²
----	---	-------	----------------------------------

q↓	=	309.694	m ³ /dia/m ²
----	---	---------	------------------------------------

9. Cálculo de la velocidad de cimentación teórica (Vo↓):

$$Vo \downarrow = \frac{H}{tr \rightarrow}$$

Vo↓	=	0.99	cm/s
-----	---	------	------

Nota: Es la velocidad mínima a la que se pueden sedimentar las partículas

10. Cálculo del diámetro teórico mínimo de la partícula a remover:

$$ds = \sqrt{\frac{Vo \downarrow * 18 * \mu}{g * (\rho_s - \rho)}}$$

ds	=	0.011	cm
----	---	-------	----

ds	=	0.108	mm
----	---	-------	----

Nota: Tamaño mínimo de la partícula a remover

11. Cálculo de la velocidad horizontal (Vh→):

$$Qdis = Vh \rightarrow * B * H$$

Vh→	=	0.010	m/s
-----	---	-------	-----

Vh→	=	0.956	cm/s
-----	---	-------	------

12. Con el objetivo de que el desarenador opere adecuadamente se recomienda lo siguiente:

Primer parámetro

$$Vh \rightarrow < 20 * Vs \downarrow$$

$$0.956 < 138.02$$

Condición	Cumple
-----------	--------

Segundo parámetro

$$\frac{Vh \rightarrow}{Vo \downarrow} \text{ debe estar entre 9 y 15}$$

$$\frac{Vh \rightarrow}{Vo \downarrow} = 0.97$$

Condición	No cumple, reduzca el valor de B
-----------	----------------------------------

Tercer parámetro

$$Vh \rightarrow < Vr$$

Donde:

Vr: Velocidad de arrastre

$$Vr = \sqrt{\frac{8 * k}{f} * g(\rho_s - \rho) * ds}$$

Para arenas

k	=	0.04	-
f	=	0.03	-
Vr	=	29.39	cm/s

Condición	Cumple
-----------	--------

12. Elementos del desarenador:

1. Vertedero de entrada (he)

Qdis = 0.014 m3/s

$$Q = \frac{2}{3} * \sqrt{2g} * 0.622 * \left(L - \frac{n * H}{10} \right) * \left[\left(H + \frac{Vo^2}{2g} \right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{Vo^2}{2g} \right)^{\frac{3}{2}} \right]$$

en sistema métrico = 1.84 (m^{1.5})/s

Datos de entrada

n = 0 -

Sección antes del vertedero

L2 = 0.50 m

Ao = 0.29 m2

CONVENCIONES	
n =	Numero de contracciones
B1 =	ancho del vertedero
e =	Carga en metros
Vo =	Velocidad inicial
Y =	Altura de la seccion antes de vertedero hasta parte baja del vertedero
B2 =	ancho de la seccion antes de vertedero

Cálculo matemático

Caudal supuesto = 0.014 m3/s

$Q = Vo * Ao$

Vo = 0.050 m/s

Caudal Calculado = 0.017 m3/s

he	=	0.071	m
----	---	-------	---

he	=	7.1	cm
----	---	-----	----

Chequeo de la teoria

Se recomienda que B1/e > 3

$\frac{B1}{he} = 7.05$

Condición	Cumple

2. Vertedero de excesos (hs)

Qdis = 0.014 m3/s

$$Q = \frac{2}{3} * \sqrt{2g} * 0.622 * \left(L - \frac{n * H}{10} \right) * \left[\left(H + \frac{Vo^2}{2g} \right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{Vo^2}{2g} \right)^{\frac{3}{2}} \right]$$

en sistema métrico = 1.84 (m^{1.5})/s

Datos de entrada

n = 0 -

Sección antes del vertedero

L2 = 0.20 m

Ao = 0.15 m2

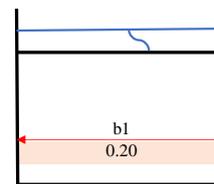
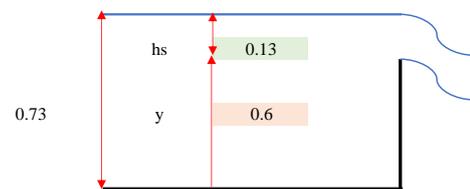
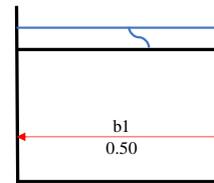
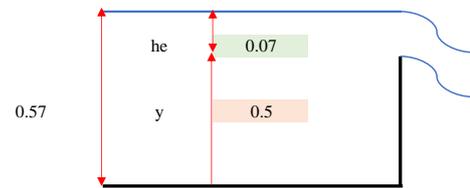
CONVENCIONES	
n =	Numero de contracciones
B1 =	ancho del vertedero
e =	Carga en metros
Vo =	Velocidad inicial
Y =	Altura de la seccion antes de vertedero hasta parte baja del vertedero
B2 =	ancho de la seccion antes de vertedero

Cálculo matemático

Caudal supuesto = 0.014 m3/s

$Q = Vo * Ao$

Vo = 0.098 m/s



Caudal Calculado = 0.017 m3/s

hs	=	0.128	m
----	---	-------	---

hs	=	12.8	cm
----	---	------	----

Chequeo de la teoria

Se recomienda que B1/e > 3

$\frac{B1}{hs} = 1.56$

Condición	No cumple
-----------	-----------

3. Vertedero de salida (hv)

Qdis = 0.014 m3/s

$$Q = \frac{2}{3} * \sqrt{2g} * 0.622 * \left(L - \frac{n * H}{10} \right) * \left[\left(H + \frac{Vo^2}{2g} \right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{Vo^2}{2g} \right)^{\frac{3}{2}} \right]$$

en sistema métrico = 1.84 (m^5)/s

Datos de entrada

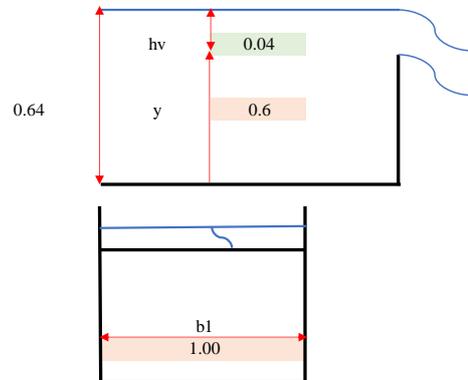
n = 0

Sección antes del vertedero

L2 = 1.00 m

Ao = 0.64 m2

CONVENCIONES	
n =	Numero de contracciones
B1 =	ancho del vertedero
e =	Carga en metros
Vo =	Velocidad inicial
Y =	Altura de la seccion antes de vertedero hasta parte baja del vertedero
B2 =	ancho de la seccion antes de vertedero



Cálculo matemático

Caudal supuesto = 0.014 m3/s

$$Q = Vo * Ao$$

Vo = 0.022 m/s

Caudal Calculado = 0.017 m3/s

hv	=	0.04	m
----	---	------	---

hv	=	4.4	cm
----	---	-----	----

Chequeo de la teoria

Se recomienda que B1/e > 3

$\frac{B1}{hv} = 22.79$

Condición	Cumple
-----------	--------

4. Pantalla de entrada

Profundidad = H/2 = 0.75 m

Distancia a camara de aquietamiento = L/4 = 1.00 m

5. Pantalla de salida

Profundidad = H/2 = 0.75 m

Distancia al vertedero de salida = 15*Hv = 0.66 m

6. Almacenamiento de lodos

Profundidad máxima: $\frac{L}{H2} = 10$

H2 = 0.4 m

Profundidad máxima escogida = 0.4 m

Profundidad minima escogida	=	0.3	m
Dist. desde camara de aquietamiento a punto de lavado = L/3	=	1.33	m

7. Calculo de pendientes, esta debe estar entre 3% al 10%

Pendiente \	=	7.50%	Cumple
Pendiente /	=	3.75%	Cumple
Pendiente Transversal	=	10.00%	Cumple

8. Camara de aquietamiento

Profundidad = H/3	=	0.5	m
-------------------	---	-----	---

Tabla de resultados			
Área de los techos	A techos	7174.10	m2
Evaporación	Evaporación	41.00	%
Disponibilidad media	Disponibilidad	309.69	m3
Precipitación media	Prec	73.17	mm
Tiempo de riego	Tr	6.00	hr
Caudal de diseño	Qdis	51.62	m3/h
Caudal de diseño	Qdis	0.01	m3/s
Temperatura del agua	T°	18.00	°C
Viscosidad cinemática	μ	0.011	cm2/s
Densidad del agua	ρ	0.999	g/cm3
Diámetro de la partícula	D	0.50	mm
Densidad partícula	ps	2.65	g/cm3
Velocidad inicial	V	5.30	cm/s
Número de Reynolds	Re	25.00	-
Velocidad de sedimentación	Vs	6.90	cm/s
Tiempo de llegada	t↓	21.74	s
Porcentaje de remoción	%R	87.50	%
Grado del desarenador	n	1.00	-
Número de Hazen	H _z	7.00	-
Periodo de retención hidráulico	tr→	152.15	s
Volúmen del tanque	Vol	2.18	m3
Área superficial del tanque	Asup	4.00	m2
Ancho del tanque	B	1.00	m
Largo del tanque	L	4.00	m
Carga hidráulica superficial	q↓	309.69	m3/dia/m2
Velocidad de cimentación teórica	Vo↓	0.99	cm/s
Velocidad horizontal	Vh→	0.96	cm/s
Caudal vertedero	Q vertedero	0.017	m3/s
Ancho vertedero de entrada	b1	0.50	m
Altura vertedero de entrada	he	0.07	m
Altura total del vertedero de entrada	He	0.57	m
Ancho vertedero de excesos	b2	0.20	m
Altura vertedero de excesos	hs	0.13	m
Altura total del vertedero de excesos	Hs	0.73	m
Ancho vertedero de salida	b3	1.00	m
Altura vertedero de salida	hv	0.04	m
Altura total del vertedero de salida	Hv	0.64	m
Profundidad pantalla de entrada	Hpan entrada	0.75	m
Profundidad pantalla de salida	Hpan salida	0.75	m
Profundidad máxima lodos	P máxima	0.4	m
Profundidad mínima lodos	P mínima	0.3	m
Pendiente desarenador	Pendiente \	7.50	%
Pendiente desarenador	Pendiente /	3.75	%
Pendiente desarenador	Pendiente transversal	10	%
Profundidad camara de aquietamiento	H aquietamiento	0.5	m

Cálculo de la Infiltración Básica: Método del cilindro

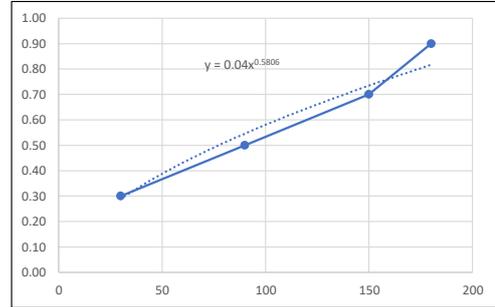
$$I_{acum} = K T^B$$

Donde:

- K y B son coeficientes a determinar para la ecuación de KOSTIAKOV
- T es el tiempo
- I_{acum} es la lámina acumulada

Tiempo acumulado (min)	Lámina acumulada (mm)	Log T acumulado (X)	Log Lámina acumulada (Y)	(X)(Y)	(X ²)
30	0.30	1.477	-0.523	-0.772	2.182
90	0.50	1.954	-0.301	-0.588	3.819
150	0.70	2.176	-0.155	-0.337	4.735
180	0.90	2.255	-0.046	-0.103	5.086
Σ		7.863	-1.025	-1.801	15.823
X_{media}		1.966			
Y_{media}			-0.256		
N		4.000			
B		0.581			

$$B = \frac{(\sum XY)N - (\sum X)(\sum Y)}{(\sum X^2)N - (\sum X)^2}$$



$$\log I_{acum} = \log K + B \log T$$

$$\log I_{acum} = \log \text{ Lámina acumulada} = Y_{media}$$

$$\log T = X_{media}$$

$$\log K = Y_{media} - B X_{media}$$

LogK	-1.3974	
K	0.0400	mm/min

Velocidad de infiltración instantánea

K*(B)	0.0233	mm/min
b	-0.4194	

Velocidad de infiltración básica

T _b	251.6360	
V _b	0.0023	mm/min

V _b	0.14	mm/h
----------------	------	------

Textura	Velocidad de Infiltración (mm/hr)
Arcilloso	< 5
Franco-arcilloso	5-10
Franco	10-20
Franco-arenoso	20-30
Arenoso	>30

Según la velocidad de infiltración el suelo tiene una textura arcillosa

Tanto la compactación del suelo observada en campo, como su textura, afectaron negativamente la infiltración.

CLASE	DENOMINACIÓN	RANGO (mm/h)	INTERPRETACIÓN
1	MUY LENTA	< 1	Adecuado para cultivo de arroz. Con el fangueo se debe conseguir una capa impermeable con una infiltración inferior a 0.2 mm/h. Riesgo de erosión elevado en laderas. Riesgo de erosión importante. Se pierde una parte considerable del agua de riego. Puede haber falta de aireación para las raíces en condiciones de exceso de humedad.
2	LENTA	1 a 5	
3	MODERADAMENTE LENTA	5 a 20	Óptima para riego de superficie.
4	MODERADA	20 a 60	Adecuada para riego de superficie.
5	MODERADAMENTE RÁPIDA	60 a 125	Demasiado rápida para riego de superficie, provoca pérdidas de nutrientes por lavado. Baja eficiencia del riego de superficie. Se requiere riego localizado o riego por aspersión.
6	RÁPIDA	125 a 250	Marginal para riego de superficie. Se requiere riego localizado o riego por aspersión.
7	MUY RÁPIDA	> 250	Excesiva para riego de superficie. Se requiere riego localizado o riego por aspersión.

Fuente: Landon (1984)

Ensayo del infiltrómetro de doble anillo		
Log (I _{acum})	-0.26	
Log (T)	1.97	
B	0.58	
N	4.00	
Log (K)	-1.40	
K	0.04	mm/min
V inf inst	0.02	mm/min
b	-0.42	
T _b	251.64	
V inf básica	0.00	mm/min
V inf básica	0.14	mm/h

Diseño Agronómico

1. Datos meteorológicos

Velocidad media anual del viento	489.2	km/día
Velocidad media anual del viento	5.7	m/s
Humedad relativa media anual	81.6	%
Evapotranspiración del cultivo de referencia Eto	3.37	mm/d
Precipitación	878	mm
Precipitación efectiva	0	mm/d

2. Información del suelo

Textura del suelo: Arcillosa

TABLA 1-4
Datos representativos de algunas propiedades físicas del suelo, según su textura.

Textura del Suelo	Velocidad de Infiltración Básica °)	Volumen Poroso Total	Peso Específico Aparente Pea	Capacidad de Campo HCc	Punto de Marchitez Permanente HPm	Agua Disponible	
	[mm/h]	[P%]	[g/cm3]	[%w]	[%w]	% del volumen	Capa de 1 metro
Arenosa	50 (25-250)	38 (32-42)	1.65 (1.55-1.80)	5 (6-12)	4 (2-6)	6 (6-10)	800 (700-1000)
Franco-Arenosa	25 (13-76)	43 (40-47)	1.50 (1.40-1.60)	14 (10-18)	6 (4-8)	12 (9-15)	1200 (800-1500)
Franca	14 (8-20)	46 (43-49)	1.42 (1.34-1.50)	22 (18-26)	10 (8-12)	17 (14-20)	1700 (1400-1900)
Franco-Arcillosa	8.5 (2.5-15)	49 (47-51)	1.35 (1.30-1.40)	27 (23-31)	13 (11-15)	19 (16-22)	1900 (1700-2200)
Arcillosa-Arenosa	4 (3-5)	51 (48-53)	1.30 (1.25-1.35)	31 (27-35)	15 (13-17)	21 (18-23)	2100 (1800-2300)
Arcillosa	0.5 (0.1-1)	53 (51-55)	1.25 (1.20-1.30)	35 (31-39)	17 (15-19)	23 (20-25)	2300 (2000-2500)

*) Los rangos de la velocidad de infiltración básica exceden los datos presentados, y varían con la estructura del suelo y su estabilidad.

Agua disponible (porcentaje del volumen)	23	%
Velocidad de infiltración básica	0.14	mm/h
Pendiente del terreno	0.73	%
Factor de corrección	0	%
Infiltración corregida por pendiente	0.14	mm/h
Volumen poroso total	53	%
Peso específico aparente Pea	1.3	g/cm ³
Capacidad de campo HCc	31	%w
Punto de marchitez permanente HPm	19	%w

Pendiente del terreno		
Cota Inicio	2524.753	m
Cota Fin	2523.841	m
Longitud	125.678	m
S	0.007	m/m

Factor de corrección Infiltración:

Pendiente (%)	% de disminución
< 5	0
5- 8	20
9 - 12	40
13 - 20	65
> 20	75

Fuentes: Handy data for the sprinkling expert (Perrot, 1982)

3. Información del cultivo y demanda de riego

Profundidad radicular

Cultivo	Profundidad radicular máxima ¹ (m)	Fracción de agotamiento ² (para ET = 5 mm día ⁻¹) p
J. Forrajes		
Alfalfa - para heno	1,0-2,0	0,55
- para semilla	1,0-3,0	0,60
Bermuda - para heno	1,0-1,5	0,55
- cultivo de primavera para semilla	1,0-1,5	0,60
Trébol heno, Bersim	0,6-0,9	0,50
Rye Grass (heno)	0,6-1,0	0,60
Pasto Sudán, heno (anual)	1,0-1,5	0,55
Pastos de Pastoreo - pastos de rotación	0,5-1,5	0,60
- pastoreo extensivo	0,5-1,5	0,60
Pasto (turfgrass, césped) - época fría ³	0,5-1,0	0,40
- época caliente ³	0,5-1,0	0,50

Fuente: FAO (2006)

Coefficiente de cultivo (kc)

CUADRO 12 (continuación)					
Cultivo		$K_{c, in}^1$	$K_{c, med}$	$K_{c, fin}$	Altura Máx. Cultivo (h) (m)
j. Forrajes					
Alfalfa (heno)	- efecto promedio de los cortes	0,40	0,95 ¹³	0,90	0,7
	- periodos individuales de corte	0,40 ¹⁴	1,20 ¹⁴	1,15 ¹⁴	0,7
	- para semilla	0,40	0,50	0,50	0,7
Bermuda (heno)	- efecto promedio de los cortes	0,55	1,00 ¹³	0,85	0,35
	- cultivo para semilla (primavera)	0,35	0,90	0,65	0,4
Trébol heno, Bersim	- efecto promedio de los cortes	0,40	0,90 ¹³	0,85	0,6
	- periodos individuales de corte	0,40 ¹⁴	1,15 ¹⁴	1,10 ¹⁴	0,6
Rye Grass (heno)	- efecto promedio de los cortes	0,95	1,05	1,00	0,3
Pasto del Sudán (anual)	- efecto promedio de los cortes	0,50	0,90 ¹⁴	0,85	1,2
	- periodo individual de corte	0,50 ¹⁴	1,15 ¹⁴	1,10 ¹⁴	1,2
Pastos de Pastoreo	- pastos de rotación	0,40	0,85-1,05	0,85	0,15-0,30
	- pastoreo extensivo	0,30	0,75	0,75	0,10
Pastos (césped, turfgrass)	- época fría ¹⁵	0,90	0,95	0,95	0,10
	- época caliente ¹⁵	0,80	0,85	0,85	0,10

Fuente: FAO (2006)

Profundidad radicular efectiva	0.5	m
Tensión del Agua en el Suelo	80	cbar
Eficiencia de riego aspersión (FAO)	90	%
Coeficientes del cultivo (Kc)		
Fase 1	0.9	-
Fase 2	0.95	-
Fase 3	0.95	-
Fase 4	0.95	-
Coeficientes del cultivo (Kc)	0.95	-
Demanda de Riego Dn	3.20	mm/d

Demanda Neta de Riego

$$Dn = (Et_o * k_c) - Pe$$

Donde:

Dn: Demanda neta de riego (mm)

Et_o: Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

Kc: Coeficiente de cultivo (-)

Pe: Precipitación efectiva (mm)

Kc	0.95	-
----	------	---

Dn	3.20	mm/día
----	------	--------

4. Requerimientos hídricos

4.1 Lámina de agua disponible a la profundidad radicular

$$LD_{Zr} = (Hc_c - Hp_{mp}) * Da * Zr * 10$$

Donde:

LD_{Zr}: Lámina de agua disponible a la profundidad radicular (mm)

Hcc: Humedad a capacidad de campo (% en base al peso seco del suelo)

Hpmp: Humedad al punto de marchitez permanente (% en base a peso)

Da: Densidad aparente (g/cm³)

Zr: Profundidad radicular (m)

Datos		
Hcc	31	%
Hpmp	19	%
Da	1.3	g/cm ³
Zr	0.5	m
LD _{Zr}	78.00	mm

4.2 Lámina de agua aprovechable a la Profundidad Radicular

$$LA_{zr} = (LD_{zr} * P_a) / 100$$

Donde:

LAzr: Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular (mm)

LDzr: Lámina de agua disponible a la profundidad radicular (mm)

Pa: Máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo (%)

Máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo (%)

Tipo de Cultivo	Evapotranspiración	
	Baja (2 - 5 mm/día)	Media a alta (6 a 10 mm/día)
Hortalizas	30 - 40	15 - 25
Frutales	50 - 60	25 - 40
Pastos	50 - 70	35 - 50
Cereales	60 - 70	45 - 60
Algodón		
Oleaginosas		
Caña de Azúcar		
Pa	70	%
LAzr	54.6	mm

4.3 Volumen de Agua a la Profundidad Radicular

$$VA_{zr} = LA_{zr} * 10$$

Donde:

VAzr: Volumen de agua a la profundidad radicular (m3/ha)

LAzr: Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular (mm)

VAzr	546	m3/ha
------	-----	-------

4.4 Lamina Bruta o Dosis total de Riego

$$LB = LA_{zr} / E_a$$

Donde:

LB: Lámina bruta (mm)

LAzr: Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular (mm)

Ea: Eficiencia de riego (%)

LB	60.7	mm
----	------	----

4.5 Tiempo de Riego

$$TR = LB / Phr$$

Donde:

TR: Tiempo de riego (horas)

LB: Lámina bruta (mm)

Phr: Precipitación horaria de riego del emisor (mm/hora)

Precipitación horaria

$$Ph = \frac{Qe}{Ea(EL)}$$

Donde:

Phr: Precipitación horaria de riego del emisor (mm/hora)

Qe: Caudal del aspersor (l/h)

Ea: Espaciamiento entre aspersores (m)

El: Espaciamiento entre laterales (m)

Separación entre aspersores para diferentes velocidades de viento

VIENTO (km/h)	ESPACIAMIENTO
6,4	60 % del diámetro mojado
12,8	50 % del diámetro mojado
16,0	30 % del diámetro mojado

Fuente : Holzapfel, 1990.

Viento	20.382	km/h
--------	--------	------

Espaciamiento	30%	Traslape
---------------	-----	----------

Marco de riego	70%	
----------------	-----	--

Separación entre aspersores (m), de acuerdo al radio de mojadura y a la velocidad del viento.

Diámetro de mojado (m)	Velocidad del viento (km/h)			
	0 - 2	2 - 8	8 - 16	> 16
15	9.75	9.0	7.5	4.5
20	13.00	12.0	10.0	6.0
25	16.25	15.0	12.5	7.5
30	19.50	18.0	15.0	9.0
35	22.75	21.0	17.5	10.5
40	26.00	24.0	20.0	12.0
45	29.25	27.0	22.5	13.5
50	32.50	30.0	25.0	15.0

Fuente : Varas y Sandoval, 1989.

Emisor Seleccionado

Tipo:	VYR-33
-------	--------

Q emisor	931	lt/h
Q emisor	0.26	lt/s
D (húmedo)	28	m
Disposición del marco de riego	Rectangular	70%
Espaciamiento entre laterales	Lateral	19.5
Espaciamiento entre aspersores	Aspersores	19.5
Precipitación horaria	2.45	mm/h
Presión	2.5	bar

TR	25	horas
----	----	-------

4.6 Frecuencia o intervalo de riego

$$Fr = LAzr / Dn$$

Donde:

Fr: Frecuencia o intervalo de riego (días)

LAzr: Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular (mm)

Dn: Demanda neta de riego (mm/día)

Fr	17	días
----	----	------

4.7 Periodo de riego o ciclo de riego

$$Pr = Fr - \text{Días de descanso}$$

Donde:

Pr: Ciclo de riego (días)

Fr: Frecuencia o intervalo de riego (días)

Días de descanso	3	días
------------------	---	------

Pr	14	días
----	----	------

4.8 Turnos de riego por día

$$\text{Turnos} = \text{Jornada} / \text{TR}$$

Donde:

Turnos: Número de turnos a ejecutar en el día

TR: Tiempo de riego (horas)

Jornadas de riego asumida	6	horas
---------------------------	---	-------

Turnos	1	por día
--------	---	---------

4.9 Turnos por período de riego

$$\text{Turnos}/\text{pr} = \text{Turnos} * \text{Pr}$$

Donde:

Turnos/pr: Número de turnos por período de riego (período)

Turnos: Número de turnos a ejecutar (días)

Pr: Ciclo de riego (días)

Turnos/pr	14	Por período
-----------	----	-------------

4.10 Superficie de riego por turno

$$\text{Sr}/\text{turno} = \text{An} / (\text{Turnos}/\text{pr})$$

Donde:

Sr/pr: Área de terreno a cubrir por cada turno de riego (ha)

An: Área neta del terreno (ha)

Turnos/pr: Número de turnos por período de riego (período)

An	0.94	ha
----	------	----

Sr/turno	0.067	ha
----------	-------	----

4.11 Dosis bruta por turno

$$\text{Db}/\text{Turno} = (\text{Sr}/\text{turno}) * \text{Lb}$$

Donde:

Db/turno: Dosis bruta (m³)

Sr/pr: Área de terreno a cubrir por cada turno de riego (m²)

LB: Lámina bruta (m)

Db/turno	40.73	m ³
----------	-------	----------------

4.12 Caudal mínimo requerido

$$Q_{\text{min}} = (\text{Db}/\text{Turno}) / \text{TR}$$

Donde:

Qmin: Caudal mínimo por turno (m³/h)

Db/Turno: Dosis bruta (m3)

TR: Tiempo de riego (horas)

Q min	1.63	m3/h
-------	------	------

Q min	0.45	lt/s
-------	------	------

4.13 Aspersores por turno

$$\text{Aspersores} = Q_{\text{min}}/Q_{\text{emisor}}$$

Donde:

Aspersores: Aspersores por turno

Qmin: Caudal mínimo por turno (lt/s)

Q emisor: Caudal del aspersor catálogo (lt/s)

Aspersores	2	Turno
------------	---	-------

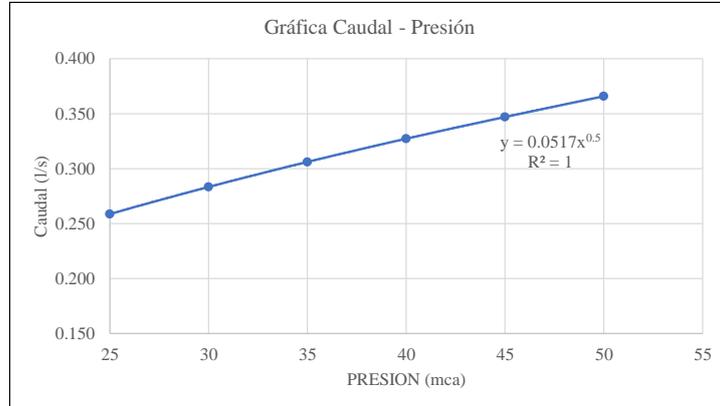
Requerimientos hídricos del cultivo		
Área neta del terreno	0.94	ha
Demanda de Riego Dn	3.20	mm/d
LDzr	78.00	mm
Pa	70	%
LAzr	54.6	mm
Vazr	546.00	m ³ /ha
Ea	90	%
LB	60.7	mm
Ph	2.45	mm/h
Jornada de riego asumida	6	horas
Días de descanso/para	3	días
TR	25	horas
Fr	17	días
Pr	14	días
Turnos	1	Por día
Turnos/pr	14	Por periodo
Sr/turno	0.067	ha
Db/Turno	40.73	m ³
Qmin	0.45	l/s
Aspersores por turno	2	Por turno
Número de aspersores totales	28	Por turno

Coeficiente de Emisor Ke

Tipo de emisor: VYR-33 4 mm 5/32"

Bars	4 mm 5/32"		4,4 mm 11/64"		4,8 mm 3/16"		5,5 mm 7/32"	
	Diam. Ø (m)	Flow (Lit/h)	Diam. Ø (m)	Flow (Lit/h)	Diam. Ø (m)	Flow (Lit/h)	Diam. Ø (m)	Flow (Lit/h)
2.0	27.5	833	28.0	1008	30.0	1200	31.0	1575
2.5	28.0	931	29.0	1127	31.0	1341	32.4	1761
3.0	29.5	1020	30.0	1234	32.0	1469	33.2	1929
3.5	30.6	1102	31.2	1333	33.0	1587	34.0	2083
4.0	31.0	1178	32.3	1425	34.0	1696	35.3	2227
4.5	31.2	1249	32.5	1512	34.0	1799	36.0	2362
5.0	31.8	1317	32.5	1594	34.0	1897	36.0	2490

Presion		Caudal	
bars	m.c.a	lt/h	lt/seg
2	20	833	0.231
2.5	25	931	0.259
3	30	1020	0.283
3.5	35	1102	0.306
4	40	1178	0.327
4.5	45	1249	0.347
5	50	1317	0.366



Exponente de descarga:

$$x = \frac{\ln(q^1/q^2)}{\ln(h^1/h^2)}$$

Donde:

x: Exponente de descarga (adimensional)

q1 y q2: Caudales de los emisores (l/s)

h1 y h2: Presiones de los emisores (mca)

x	0.500	-
---	-------	---

Coeficiente de descarga del emisor ke:

$$K_e = \frac{Q}{P^x}$$

Donde:

Q: Caudal del emisor (l/s)

Ke: Coeficiente de descarga del emisor (adimensional)

P: Presión hidráulica de entrada del agua en el emisor (mca)

x: Exponente de descarga (adimensional)

Emisor seleccionado:

Q	0.259	lt/s
P	25	mca

Ke	0.0517	lt/s/mca
----	--------	----------

Ke	186.157	lt/h/mca
----	---------	----------

Comprobación

$$Q = K_e * P^x$$

Q	0.259	lt/s
---	-------	------

Ecuación Línea de tendencia potencial:

$$y = 0.0517x^{0.5}$$

ke	0.0517	-
----	--------	---

x	0.5	-
---	-----	---

Se comprueban que los valores obtenidos de la gráfica caudal-presión del emisor y los valores obtenidos analíticamente son los mismos

Tanque de almacenamiento

Datos de entrada

Dosis bruta por turno	Db/turno	142.645	m ³
-----------------------	----------	---------	----------------

$$V_{\text{almacenamiento}} = Db/\text{turno}$$

V almacenamiento	142.65	m ³
------------------	--------	----------------

Dimensionamiento del tanque de almacenamiento

1. Altura del tirante de agua

y	4.5	m
---	-----	---

2. Ancho de la base

Relación LX4/5

$$A = \sqrt{\frac{4}{5} \frac{V}{y}}$$

Donde:

A: Ancho de la base (m)

V: Volumen de almacenamiento (m³)

y: Tirante de agua (m)

A	5.036	m
---	-------	---

A asumido	5	m
-----------	---	---

3. Largo de la base

$$L = \frac{V}{b * y}$$

Donde:

L: Largo de la base (m)

L	6.34	m
---	------	---

L asumido	6.5	m
-----------	-----	---

4. Bordo libre del reservorio

a	0.5	m
---	-----	---

5. Altura total del reservorio

$$h = y + a$$

h	5	m
---	---	---

6. Volumen total máximo

$$V = L * A * h$$

V	162.5	m ³
---	-------	----------------

7. Niveles del tanque

Elevación terreno	2526.3	msnm
Nivel Máximo	4.5	m
Nivel Mínimo	1	m
Nivel Inicial	1.5	m
Elevación Máxima	2525.8	msnm
Elevación Mínima	2522.3	msnm
Elevación Inicial	2522.8	msnm

Dimensiones del tanque de almacenamiento			
Volumen de almacenamiento	V.alm	142.65	m ³
Tirante de agua	y	4.5	m
Ancho de la base	B	5.0	m
Largo de la base	L	6.5	m
Bordo libre	a	0.5	m
Altura del reservorio	h	5.0	m
Volumen total máximo	V.màx	162.5	m ³

Diseño de la tubería Principal

Datos de entrada

Q bombeo	Qb	0.002	m3/s
Velocidad	V	0.75	m/s
Horas de bombeo	HB	12	hr

1. Diámetro de la tubería de succión

$$D_{succión} = 1.1284 * \sqrt{\frac{Q}{V}}$$

D succión	0.055	m
-----------	-------	---

D succión	55.438	mm
-----------	--------	----

D succión asumido	50.0	mm
-------------------	------	----

2. Diámetro de la tubería de impulsión (tubería principal)

$$D_{impulsión} = 1.3 * \lambda^{1/4} * \sqrt{Q}$$

$$\lambda = \frac{HB}{24}$$

λ	0.5	-
---	-----	---

D impulsión	0.047	m
-------------	-------	---

D impulsión	46.511	mm
-------------	--------	----

D impulsión asumido	40.0	mm
---------------------	------	----

3. Condicion

ds >= di	Cumple
----------	--------

Diseño hidráulico Riego por aspersión

Diámetro de un lateral horizontal de riego

Datos de entrada:			
Número de Aspersores	n	7	-
Caudal del aspersor	q	931.00	lt/h
Caudal del aspersor	q	0.259	lt/s
Presión de trabajo	P	4	bar
Presión de trabajo	P	40	mca
Separación entre aspersores	Lo	19.5	m
Distancia del primer aspersor	S	20	m
Coefficiente de rugosidad	C	150	PVC

1. Longitud del lateral:

$$L = L_o + S * (n - 1)$$

L	139.5	m
---	-------	---

2. Longitud ficticia:

$$L_f = 1.1 * L$$

L _f	153.45	m
----------------	--------	---

3. Caudal en el origen del lateral:

$$Q = n * q$$

Q	1.810	lt/s
---	-------	------

4. Pérdida de carga Máxima:

$$hf_{max} = 0.2 * P$$

hf max	8	mca
--------	---	-----

5. Diametro:

D	50	mm
---	----	----

D	0.05	m
---	------	---

6. Coeficiente K:

$$K = \frac{10.67 * L_f}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

K	331151.235	
---	------------	--

7. Perdida de carga total:

$$hf = K * Q^{1.852}$$

hf	2.763	m
----	-------	---

8. Condición:

hf < hf _{max}	Cumple
------------------------	--------

Sistema de bombeo

Datos de entrada			
Q aspesor	Qasp	931.00	lt/h
Q aspesor	Qasp	0.26	lt/s
N. aspersores ramal	n	7	-
Presión	P	2.5	bar
Presión	P	25	mca
Longitud	L	45	m
Área de riego	A	0.94	ha
Área de riego	A	9400	m ²
Lámina bruta	LB	60.667	mm
Lámina bruta	LB	0.0607	m
Periodo de riego	Fr	17	días
Periodo de riego	Fr	408	hr
Horas de riego	HR	12	hr

PREDISEÑO

1. Caudal minimo de bombeo

$$Q_{b_{min}} = Q_{asp} * n$$

Qb min	1.810	l/s
--------	-------	-----

Qb min	0.002	m ³ /s
--------	-------	-------------------

2. Caudal de bombeo teórico

$$Q_b = \frac{A * LB * 100}{0.9 * Fr * HR}$$

Qb	12.942	m ³ /h
----	--------	-------------------

Qb	3.595	l/s
----	-------	-----

3. Altura Manométrica

$$TDH = Dz + ha_{cc} + hf + P_{min}$$

$$TDH = Dz + 5\%L + P_{min}$$

Donde:

TDH: Altura manométrica (m)

Dz: Diferencia de altura desde el nivel del agua del tanque hasta la bomba (m)

L: Longitud total (m)

Pmin: Presión de funcionamiento del aspersor (mca)

Dz	1	m
----	---	---

TDH	28.25	m
-----	-------	---

TDH teórico	26	m
-------------	----	---

4. Presión teórica

$$P_{teorica} = \rho * g * TDH_{teórico} * Q_b$$

Donde:

P teorica: Presión teórica (W)

p: Densidad del agua (kg/m³)

g: Gravedad (m/s²)

TDH: Altura manométrica (m)

Qb: Caudal de bombeo (m³/s)

Pteorica	461.729	W
----------	---------	---

Pteorica	0.619	HP
----------	-------	----

5. NPSH disponible

$$NPSH_{disp} = P_{atm} - (P_{vapor} + Dz + 5\%L)$$

Donde:

NPSH disp: Altura neta de succión (m)

P atm: Presión atmosférica (mca)

P vapor: Presión de vapor (mca)

P atm	10.275	mca
-------	--------	-----

P vapor	0.24	mca
---------	------	-----

NPSH disp	6.785	mca
-----------	-------	-----

Temperatura		Presión de vapor	
° F	° C	(m de agua)	(lbs/pulg ²)
60	16	0.18	0.26
6.5	19	0.24	0.31
70	22	0.27	0.36
75	24	0.34	0.44
80	27	0.37	0.51
90	32	0.49	0.70
100	38	0.67	0.95
150	66	2.67	3.72

6. Selección de la bomba

Datos de entrada en las curvas de bombas		
------------------------------------------	--	--

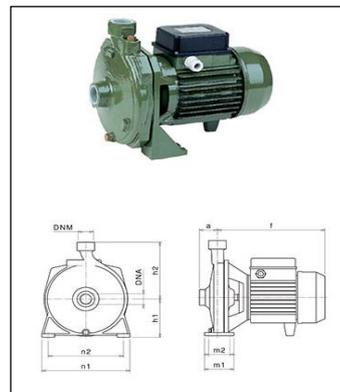
Qb	6.52	m ³ /h
----	------	-------------------

TDH	28.25	m
-----	-------	---

Tipo de bomba: SAER_ELECTROBOMBA_CENTRIFUGA_CM1

MODELO/CARACTERÍSTICAS																					
Tipo	Alimentación Vóltz	P2 Nominal		Corriente absorbida (A)	Condensador		m ³ /h														
		KW	HP		µF	V	0	1.2	2.4	3	3.6	4.8	6	7.2	8						
CMP	1x230V	0.37	0.5	3	10	450	0	20	40	50	60	80	100	120	133						
	3x230-400V			2.5/1.4			24	22	20	19	17	16									
CMP 76	1x230V	0.55	0.75	4.5	16	450	0	20	40	50	60	80	100	120	133						
	3x230-400V			3.2/1.8			30	29	28	27	26	23.7	21								
CMP 79	1x230V	0.75	1	6	20	450	0	20	40	50	60	80	100	120	133						
	3x230-400V			4.7/2.7			35	33	32	31	30	28	26								
CM 1	1x230V	1	1.5	9	31.5	450	0	20	40	50	60	80	100	120	133						
	3x230-400V			6/3.5			44	42	39.5	38	36.5	33.5	30	21							

Tipo	DNA	D1M	f	a	m1	m2	n1	n2	h1	h2	w	Ød	Kg
CMP	1"	1"	216	43			150	110	83	135	58	11	10
CMP 76	1"	1"	254	46			180	140	98	135	72	9	12
CMP 79	1"	1"	254	46			180	140	98	135	72	9	15
CM 1	1"	1"	293	49	80	58	240	205	116	174		11	22.2
CM 1B	1"	1"	293	49	80	58	240	205	116	174		11	24.3
CM 1C	1"	1"	293	49	80	58	240	205	116	174		11	27



Eficiencia	60%
------------	-----

Potencia	1.5	HP
----------	-----	----

H (m)	Q(l/min)
44	0
42	20
39.5	40
38	50
36.5	60
33.5	80
30	100
21	120

7. Potencia real

$$P_{real} = \frac{Qb * TDH}{76 * E}$$

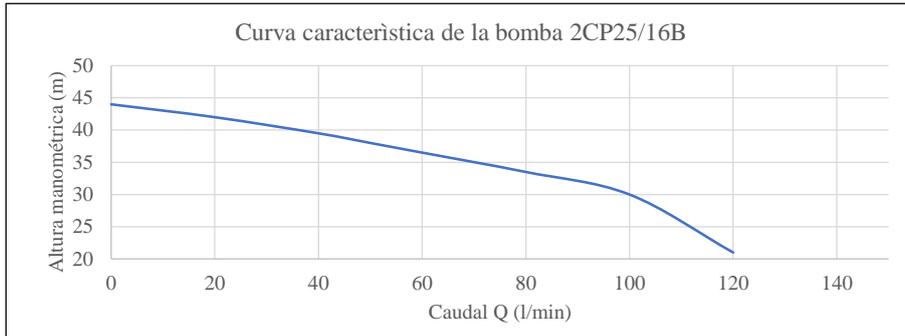
Donde:

P real: Presión real (HP)

E: Eficiencia (%)

TDH: Altura manométrica (m)

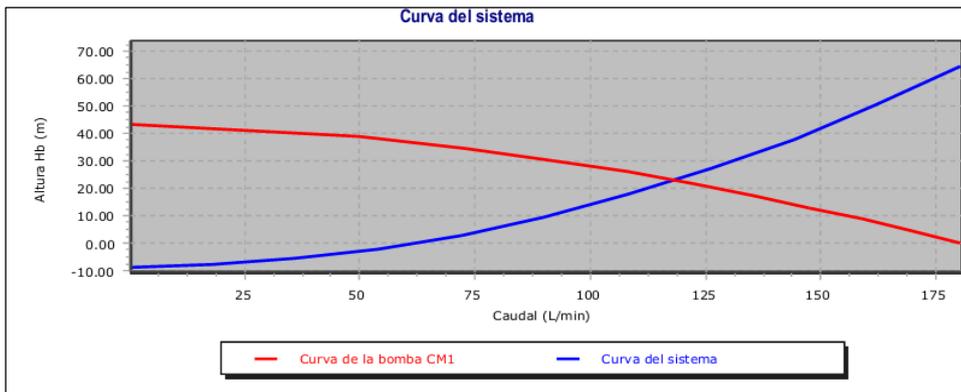
Qb: Caudal de bombeo (lt/s)



Obtenida a partir de la información brindada por el catalogo del productor.

Curva del sistema Caudal (L/min)	Curva del sistema Altura (m)	Curva de la Bomba Caudal (L/min)	Curva de la Bomba Altura (m)
0	-8.96	180	0.00
18	-7.61	170	4.31
36	-5.81	159	8.61
54	-2.26	148	12.92
72	2.85	135	17.23
90	9.45	122	21.54
108	17.51	108	25.84
126	27.04	92	30.15
144	38.02	73	34.46
162	50.46	50	38.77
180	64.35	0	43.07

Datos obtenidos del programa WaterGEMS



Obtenida del programa WaterGEMS

P real	1.121	HP
--------	-------	----

$$P_{real} = \frac{P_{teórica}}{E}$$

P real	1.032	HP
--------	-------	----

Sistema de bombeo			
Caudal mínimo de bombeo	Qb	1.810	l/s
Caudal mínimo de bombeo	Qb	6.517	m ³ /h
Altura manométrica	TDH	28.25	m
Altura manométrica teórica	TDH teórica	26	m
Presión teórica	P teórica	0.619	HP
Presión atmosférica	P atm	10.275	mca
Presión de vapor	P vap	0.24	mca
NPSH disponible	NPSH disp	6.785	mca
Potencia real	P real	1.121	HP

SECCIÓN C: REPORTES WATERGEMS

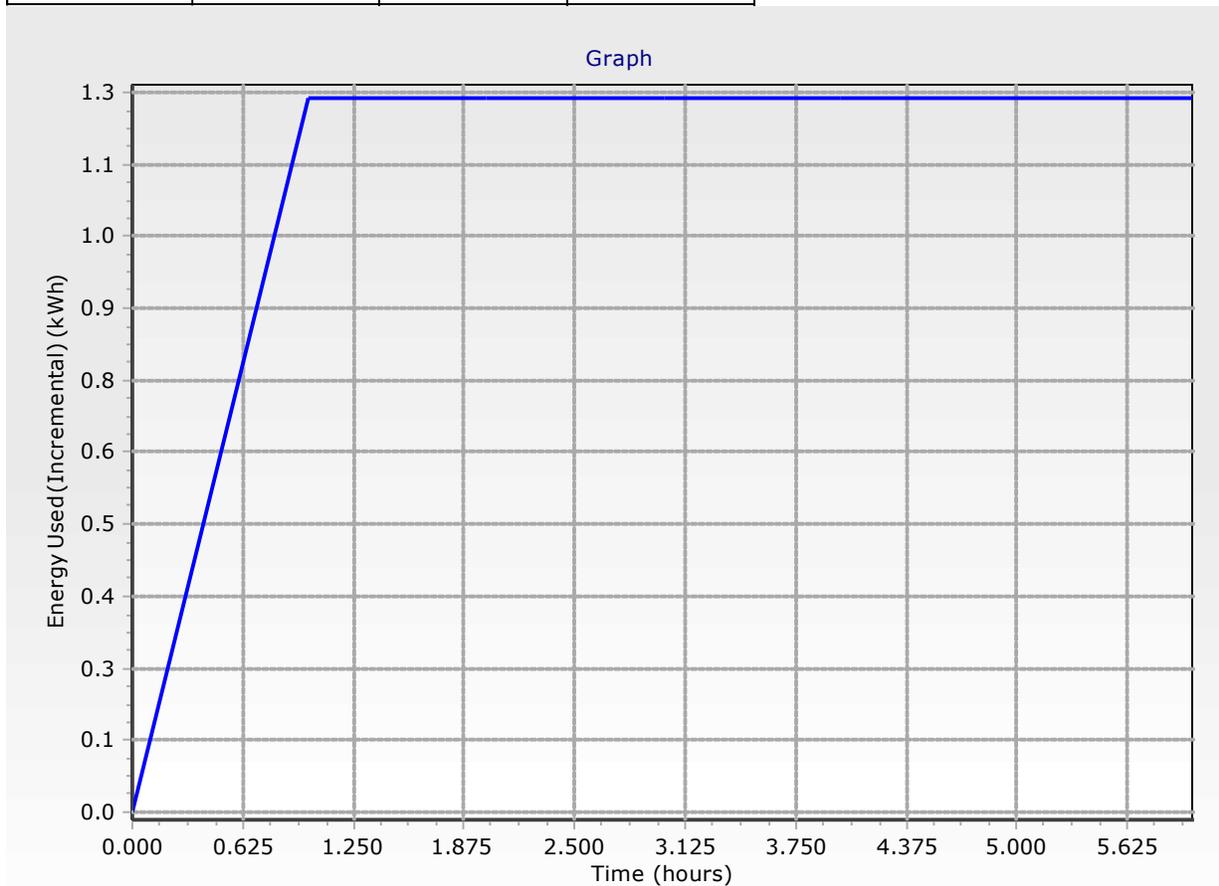
FlexTable: Pipe Table
Current Time: 0.00 hours

Label	Diameter (mm)	Material	Minor Loss Coefficient (Local)	Hazen-Williams C	Flow (L/min)
Tub-6	45.2	PVC	0.975	150.0	16
Tub-1	45.2	PVC	0.975	150.0	94
Tub-2	45.2	PVC	0.975	150.0	78
Tub-4	45.2	PVC	0.975	150.0	47
Tub-5	45.2	PVC	0.975	150.0	31
Tub-3	45.2	PVC	0.975	150.0	62
P-1	60.3	Galvanized iron	6.900	120.0	109
P-2	57.0	PVC	3.600	150.0	-109

Velocity (m/s)
0.16
0.97
0.81
0.49
0.32
0.65
0.64
0.71

Scenario Energy Cost - Pump Time Details Report

Time (hours)	Time Change (hours)	Flow (L/min)	Volume Pumped (Incremental) (ML)	Volume Pumped (Cumulative) (ML)	Wire Power (kW)
0.00	0.000	109	0.00	0.00	1.2
1.00	1.000	109	0.01	0.01	1.2
2.00	1.000	109	0.01	0.01	1.2
3.00	1.000	109	0.01	0.02	1.2
4.00	1.000	109	0.01	0.03	1.2
5.00	1.000	109	0.01	0.03	1.2
6.00	1.000	109	0.01	0.04	1.2
Energy Used (Incremental) (kWh)	Energy Used (Cumulative) (kWh)	Energy Cost (Incremental) (\$)	Energy Cost (Cumulative) (\$)		
0.0	0.0	0.00	0.00		
1.2	1.2	0.12	0.12		
1.2	2.5	0.12	0.25		
1.2	3.7	0.12	0.37		
1.2	5.0	0.12	0.50		
1.2	6.2	0.12	0.62		
1.2	7.4	0.12	0.74		



Pressure Zone Results

Pressure Zone Results

Pressure Zone	Nodes <Count>	Isolation Elements <Count>	Pipes <Count>	Boundary Pipes <Count>	Customer Meters <Count>	Length (m)
Pressure Zone - 1	7	1	7	0	0	175.4
Pressure Zone - 2	1	1	1	0	0	3.5
Fluid Volume (L)						
336.6						
9.9						

Pressure Zone Nodes

Pressure Zone	Label	Element Type
Pressure Zone - 1	E-7	Junction
Pressure Zone - 1	E-6	Junction
Pressure Zone - 1	E-5	Junction
Pressure Zone - 1	E-4	Junction
Pressure Zone - 1	E-3	Junction
Pressure Zone - 1	E-2	Junction
Pressure Zone - 1	E-1	Junction
Pressure Zone - 2	T-1	Tank

Pressure Zone Boundary Nodes

Pressure Zone	Label	Element Type
Pressure Zone - 1	PMP-1	Pump
Pressure Zone - 2	PMP-1	Pump

Pressure Zone Pipes

Pressure Zone	Label	Pipe Has Check Valve?	Is Partial Zone Pipe?	Partial Pipe Start Node	Partial Pipe Stop Node
Pressure Zone - 1	P-2	False	False	E-7	PMP-1
Pressure Zone - 1	Tub-1	False	False	E-7	E-6
Pressure Zone - 1	Tub-2	False	False	E-6	E-5
Pressure Zone - 1	Tub-3	False	False	E-5	E-4
Pressure Zone - 1	Tub-4	False	False	E-4	E-3
Pressure Zone - 1	Tub-5	False	False	E-3	E-2
Pressure Zone - 1	Tub-6	False	False	E-2	E-1
Pressure Zone - 2	P-1	False	False	T-1	PMP-1

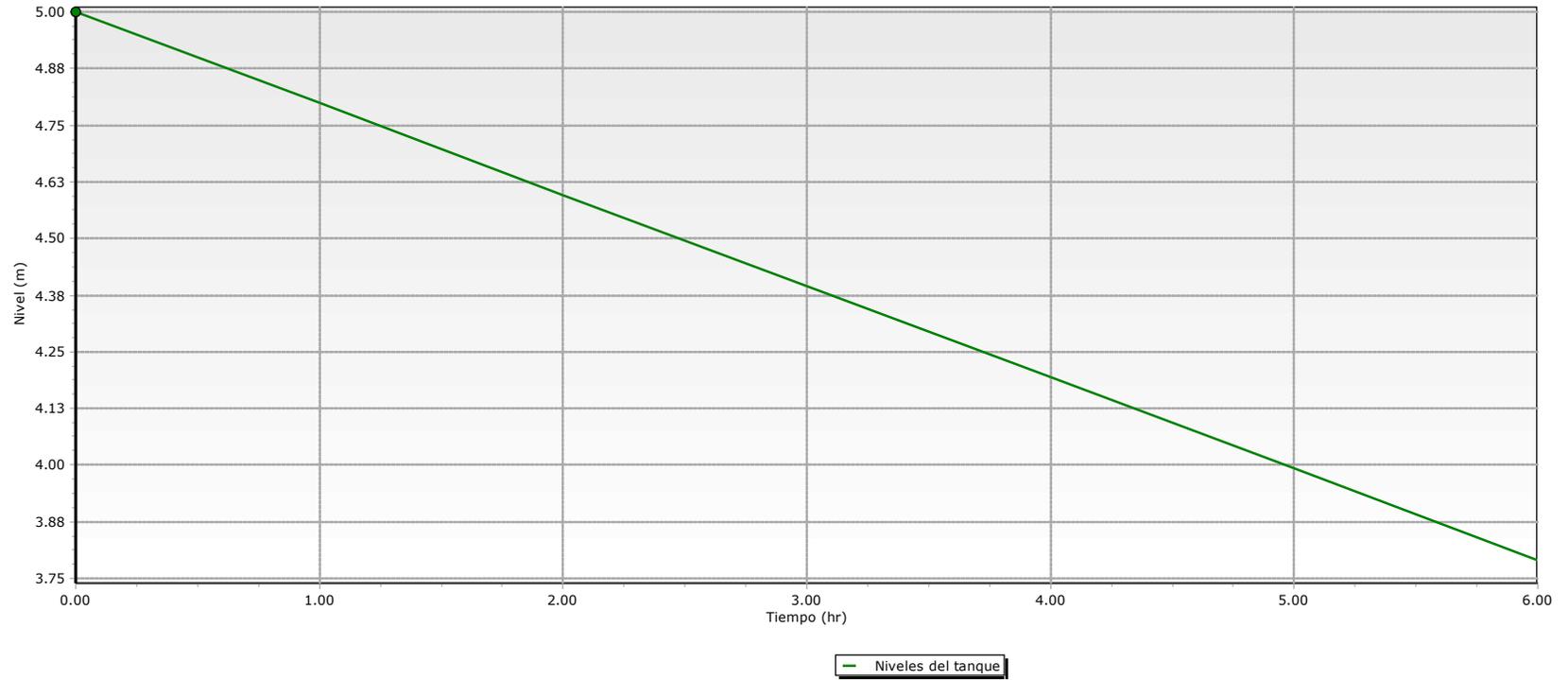
Pressure Zone Boundary Pipes

Pressure Zone	Label	Pipe Has Check Valve?	Is Partial Zone Pipe?	Partial Pipe Start Node	Partial Pipe Stop Node
---------------	-------	--------------------------	--------------------------	----------------------------	---------------------------

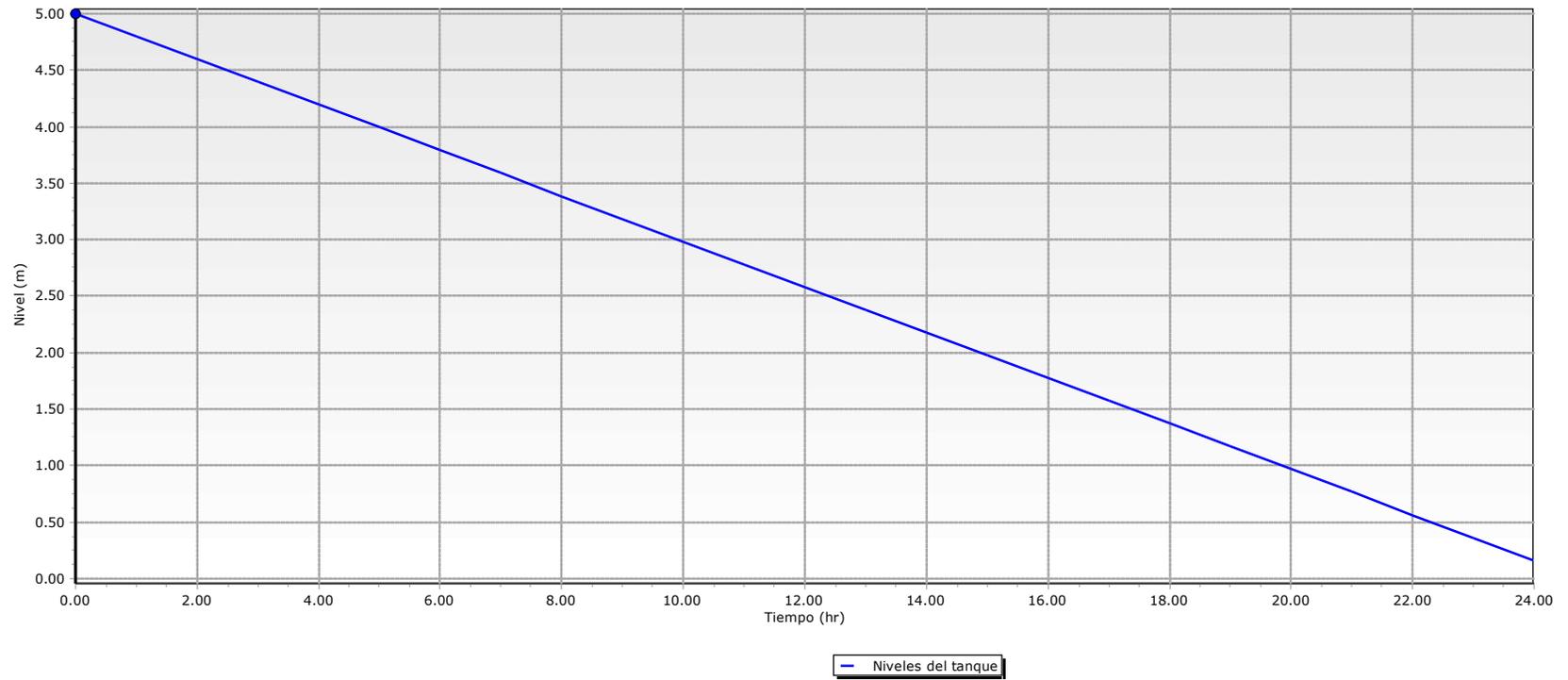
Pressure Zone Customer Meters

Pressure Zone	Label	Element Type
---------------	-------	--------------

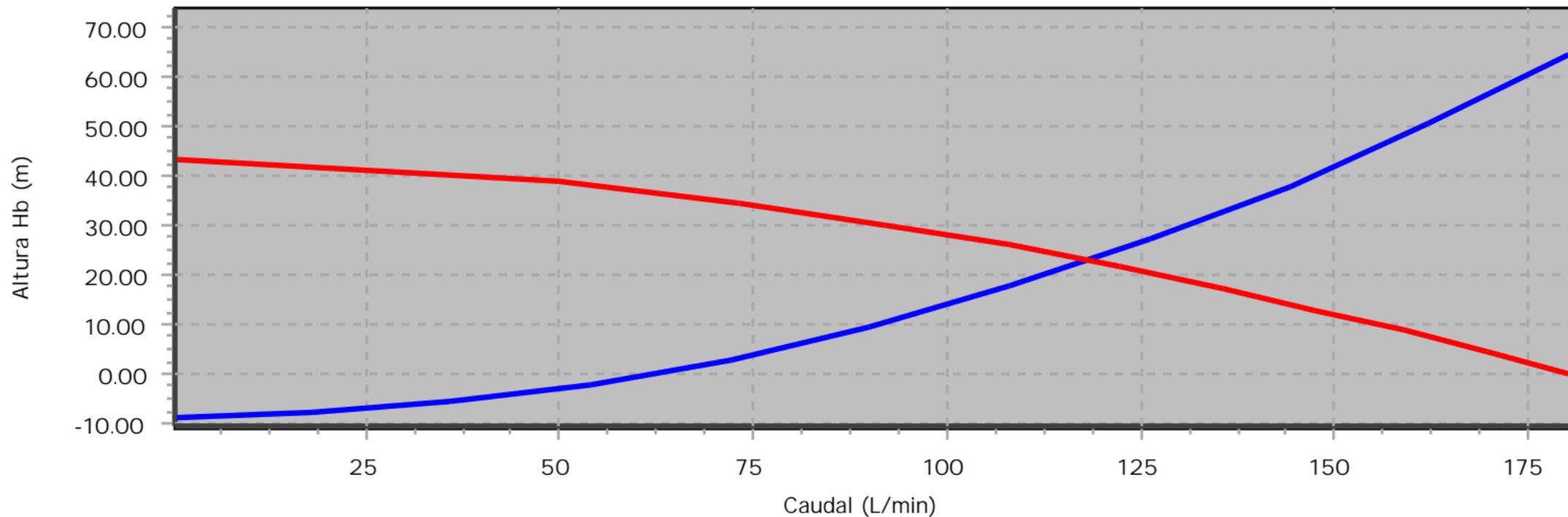
Niveles del tanque de almacenamiento a lo largo de la duración de un turno de riego



Niveles del tanque de almacenamiento durante el riego completo del Estadio Valeriano Gavinielli



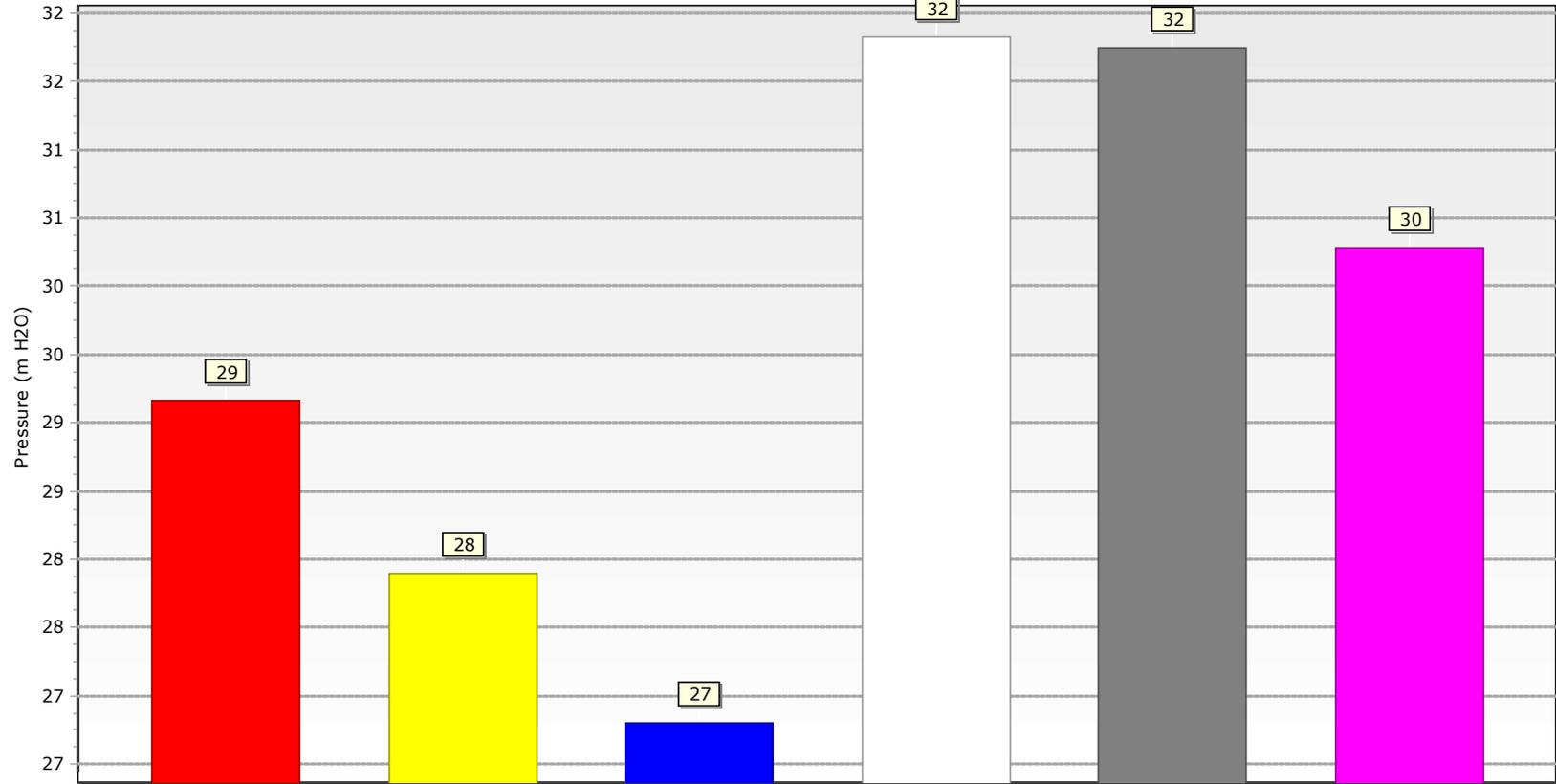
Curva del sistema



— Curva de la bomba CM1

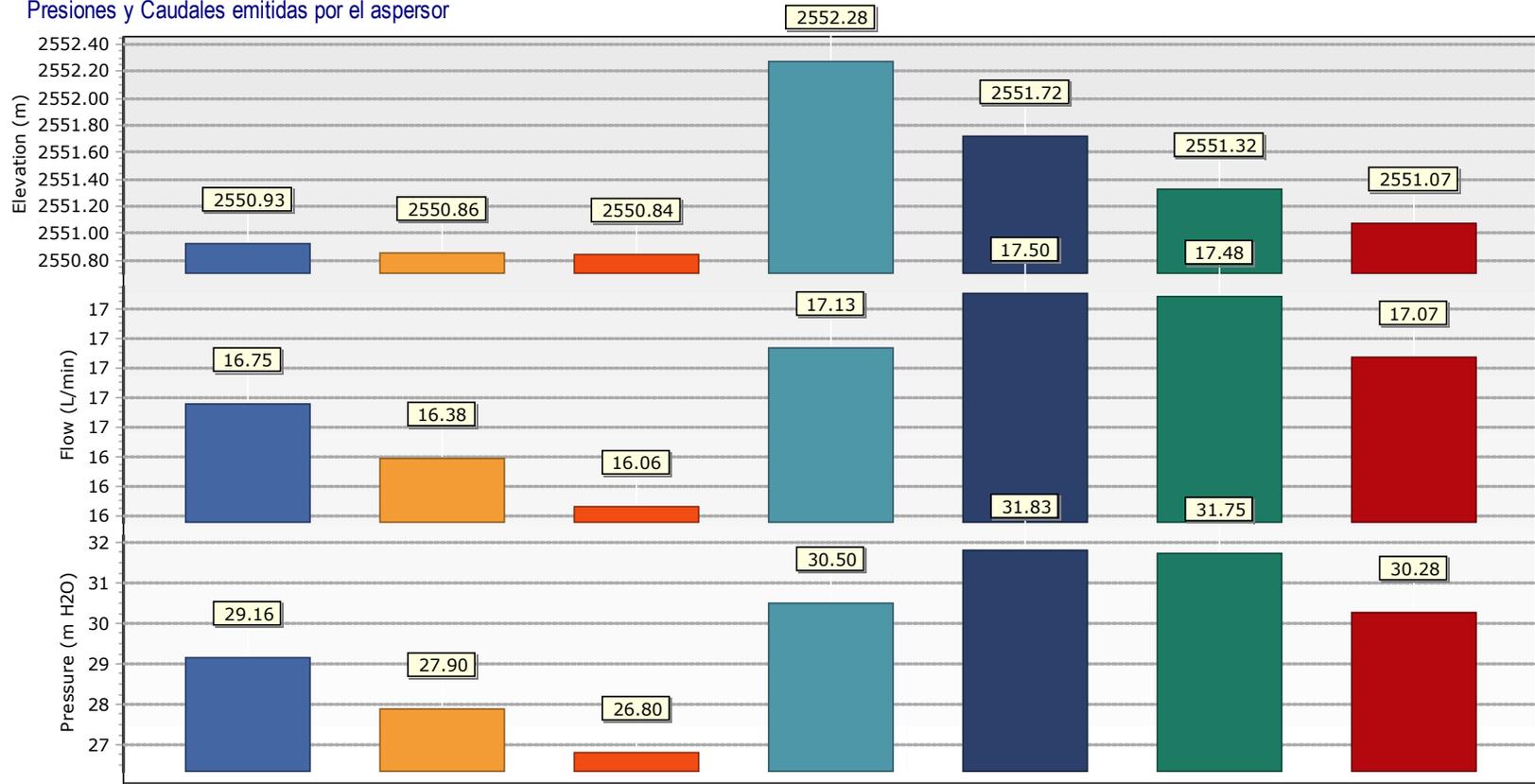
— Curva del sistema

Presión emitida por los aspersores



29 E-3 - Base - Pressure 28 E-2 - Base - Pressure 27 E-1 - Base - Pressure 32 E-6 - Base - Pressure 32 E-5 - Base - Pressure 30 E-4 - Base - Pressure

Presiones y Caudales emitidas por el aspersor



2550.93 E-3 - Base - Hydraulic Grade	2550.86 E-2 - Base - Hydraulic Grade	2550.84 E-1 - Base - Hydraulic Grade
2552.28 E-7 - Base - Hydraulic Grade	2551.72 E-6 - Base - Hydraulic Grade	2551.32 E-5 - Base - Hydraulic Grade
2551.07 E-4 - Base - Hydraulic Grade		

SECCIÓN D: PRESUPUESTO

Cantidades de obra

Descripción	Unidad	Cantidad
PRESUPUESTO RED DE CONDUCCIÓN		
Obras preliminares		
Replanteo y Nivelación	m2	252.72
Excavaciones		
Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	6.08
Excavación a mano en Terreno Compacto, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	54.76
Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad	m3	24.34
Excavación mecánica en suelo de alta consolidación de 0 a 2 m de profundidad	m3	219.02
Entibados y Apuntalamientos		
Entibado Continuo de Madera	m2	67.20
Apuntalamientos	m2	15.00
Tuberías		
Preparación de fondo de zanja	m2	286.33
Cama de arena	m2	286.33
Suministro e instalación de Tubería PVC D=90mm	m	29.20
Suministro e instalación de Tubería PVC D=110mm	m	128.20
Suministro e instalación de Tubería PVC D=140mm	m	97.70
Suministro e instalación de Tubería PVC D=200mm	m	7.30
Suministro e instalación de Tubería PVC D=250mm	m	94.80
Suministro e instalación de Tubería PVC D=315mm	m	64.00
Rellenos y desalojos		
Relleno Compacto con material Clasificado en Obra	m3	233.13
Relleno Compacto con material de mejoramiento	m3	58.28
Cargada a mano	m3	9.24
Cargada a maquina	m3	83.14
Transporte de material de obra hasta 5 km	m3	92.38
Transporte de material de obra más de 5 km	m3	46.19
Cajas de revisión		
Suministro de hormigón $f_c=210$ kg/cm ²	m3	10.30
Encofrado y desencofrado Cajas de revisión 40x40	u	10
Encofrado y desencofrado Cajas de revisión 50x50	u	6
Encofrado y desencofrado Cajas de revisión 60x70	u	7
Encofrado y desencofrado Cajas de revisión 70x70	u	5
Tapas de Pozo HF 40x40	u	10
Tapas de Pozo HF 50x50	u	6
Tapas de Pozo HF 60x70	u	7
Tapas de Pozo HF 70x70	u	5
Acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm ²	kg	4
Pozos de revisión		
Pozo de revisión H = 1.10	u	1
Mitigación ambiental		
Valla Metálica de Advertencia de Obras y Desvío	u	4
Señalización con cinta Peligro	m	421.20
Señalización con malla plástica	m	70.20
Parante de Madera con Base de Hormigón (2usos)	u	21.00
PRESUPUESTO DESARENADOR		
Obras preliminares		
Replanteo y Nivelación	m2	6.84
Excavaciones		
Excavación a mano en Terreno Consolidado, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	3.42
Excavación a maquina en Terreno Consolidado, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	13.68

Desarenador		
Suministro de hormigón $f_c=240$ kg/cm ²	m ³	9.6
Acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm ²	kg	0.06
Formaleta placa	m ²	2.40
Vertedero de entrada		
Suministro de hormigón $f_c=240$ kg/cm ²	m ³	0.504
Acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm ²	kg	0.02
Formaleta placa	m ²	0.84
Vertedero de excesos		
Suministro de hormigón $f_c=240$ kg/cm ²	m ³	0.288
Acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm ²	kg	0.01
Formaleta placa	m ²	0.96
Pantallas		
Suministro de hormigón $f_c=240$ kg/cm ²	m ³	0.26
Acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm ²	kg	0.03
Formaleta placa	m ²	1.30
Vertedero de salida		
Suministro de hormigón $f_c=240$ kg/cm ²	m ³	0.792
Acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm ²	kg	0.02
Formaleta placa	m ²	0.72
Tuberia de conducción		
Suministro e instalaciòn de Tuberia PVC 4"	m	10.00
Desalojos		
Cargada a mano	m ³	9.24
Cargada a maquina	m ³	83.14
Transporte de material de obra hasta 5 km	m ³	17.10
Transporte de material de obra màs de 5 km	m ³	8.55
Señalización		
Valla Metàlica de Advertencia de Obras y Desvio	u	3
Señalización con cinta Peligro	m	5.70
PRESUPUESTO TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
Obras preliminares		
Replanteo y Nivelaciòn	m ²	12.00
Excavaciones		
Excavaciòn a mano en Terreno Consolidado, Profundidad entre 2 y 4 m	m ³	8.40
Excavaciòn a maquina en Terreno Consolidado, Profundidad entre 2 y 4 m	m ³	33.60
Tanque de almacenamiento		
Suministro de hormigón $f_c=210$ kg/cm ²	m ³	30
Acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm ²	kg	0.01
Formaleta placa	m ²	10.00
Aireador	u	1
Tapa de revisiòn y mantenimiento		
Suministro de hormigón $f_c=210$ kg/cm ²	m ³	0.4
Encofrado y desencofrado Tapa de revisiòn 100x80 cm	u	1
Tuberias		
Tuberia de ingreso PVC D = 315 mm	m	2.5
Desalojos		
Cargada a mano	m ³	4.20
Cargada a maquina	m ³	37.80
Transporte de material de obra hasta 5 km	m ³	42.00
Transporte de material de obra màs de 5 km	m ³	21.00
Señalización		
Valla Metàlica de Advertencia de Obras y Desvio	u	2
Señalización con cinta Peligro	m	4.00

RED DE RIEGO		
Sum. e Inst. Tubería PVC DN=50mm e=2.4mm, 1.25 Mpa	m	117
Sum. e Inst. Tubería PVC DN=63mm e=1.5mm; 0.63 Mpa	m	6
Sum. e Inst. Tubería PVC DN=63mm e=3mm, 1.25 Mpa	m	65
Acople rápido hembra 50mm	u	20
Acople rápido macho 50mm	u	20
TEE PVC E/C D=50mm	u	1
Montura para aspersor 50mm	u	7
Reductor 50mm-19mm	u	7
Aspersor circular macho latón 3/4"	u	7
Unión PVC 63mm	u	10
SISTEMA DE BOMBEO		
REDUCTOR EXCENTRICO 63mm-25.4mm	u	2.00
REDUCTOR CONCENTRICO 63mm-25.4mm	u	2.00
CODO 90° D=63 mm	u	11.00
CODO 45° D=63mm	u	2.00
TEE D = 63 mm	u	1.00
YEE D= 63 mm	u	1.00
VÁLVULA DE COMPUERTA D = 63mm	u	2.00
VÁLVULA CHECK HORIZONTAL D=63mm	u	2.00
VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN D=63mm	u	1.00
VÁLVULA DE PIE D=63mm	u	2.00
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA UNA TURBINA 1.5HP	u	2.00
MANÓMETRO	u	1.00
TANQUE HIDRÓNEUMÁTICO CONEXIÓN 1-1/2" ; 500 L	u	1.00
CASETA DE BOMBEO		
Replanteo y Nivelación	m2	12
Excavación Manual y Desalojo	m3	6
Pared de bloque P9-E	m2	35
Hormigón Simple f'c= 180 kf/cm2 Replanteo 5 cm	m2	12
Hormigón estructural f'c= 280 kf/cm2	m3	30
Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2	kg	0.014
Enlucido exterior e interior	m2	35
Pintura de esmalte interior-exterior	m2	35
Puerta	u	1
Cubierta de steel panel E=0.45 y Estructura metálica	m2	12
Limpieza del terreno	m2	12
Señalización con cintas de peligro	m	4
Valla metálica de advertencia de obras	u	2

PRESUPUESTO DEL "DISEÑO DEL SISTEMA RECOLECTOR DE AGUAS PLUVIALES Y RED DE RIEGO DEL ESTADIO VALERIANO GAVINELLI DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA"

Proyectistas: Pablo Avilés - Salome Dután
Ubicación: Azuay, Cuenca - Universidad Politécnica Salesiana
Fecha: 15/07/2024



PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		RED DE CONDUCCIÓN				44,461.49
1.1		Obras preliminares				212.28
1.1.1	597021	Replanteo y Nivelación	m2	252.72	0.84	212.28
1.2		Excavaciones				9,241.32
1.2.1	592004	Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	6.08	20.16	122.57
1.2.2	592001	Excavación a mano en Terreno Compacto, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	54.76	111.18	6,088.22
1.2.3	598003	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad	m3	24.34	4.56	110.99
1.2.4	598022	Excavación mecánica en suelo de alta consolidación de 0 a 2 m de profundidad	m3	219.02	13.33	2,919.54
1.3		Entibados y Apuntalamientos				1,058.81
1.3.1	596004	Entibado continuo de madera, suministro y colocación	m2	67.20	12.89	866.21
1.3.2	596001	Apuntalamientos	m2	15.00	12.84	192.60
1.4		Tuberías				17,167.70
1.4.1	597018	Preparación de fondo de zanja, e=10cm	m2	286.33	1.04	297.78
1.4.2	5AD007	Suministro y tendido de cama de arena, e=10cm	m2	286.33	3.97	1,136.73
1.4.3	5A3135	Suministro e instalación de Tubería PVC D=90mm	m	29.20	8.32	242.94
1.4.4	5A3086	Suministro e instalación de Tubería PVC D=110mm	m	128.20	11.57	1,483.27
1.4.5	5A3371	Suministro e instalación de Tubería PVC D=140mm	m	97.70	24.52	2,395.60
1.4.6	5A3140	Suministro e instalación de Tubería PVC D=200mm	m	7.30	35.48	259.00
1.4.7	5A3186	Suministro e instalación de Tubería PVC D=250mm	m	94.80	57.02	5,405.50
1.4.8	5A3082	Suministro e instalación de Tubería PVC D=315mm	m	64.00	92.92	5,946.88
1.5		Rellenos y desalojos				11,554.16
1.5.1	595002	Relleno Compacto con material Clasificado en Obra	m3	233.13	7.09	1,652.89
1.5.2	595001	Relleno Compacto con material de mejoramiento	m3	58.28	154.08	8,979.78
1.5.3	513001	Cargada a mano	m3	9.24	5.22	48.23
1.5.4	513007	Cargada a máquina	m3	83.14	1.22	101.43
1.5.5	500061	Transporte de material de obra más de 5 km	m3	138.57	5.57	771.83
1.6		Cajas de revisión				3,794.85
1.6.1	506003	Suministro de hormigón f'c=210 kg/cm2	m3	10.30	170.53	1,756.46
1.6.2	503053	Caja de revisión 40x40, suministro y colocación	u	10.00	73.88	738.80
1.6.3	503055	Caja de revisión 50x50, suministro y colocación	u	6.00	69.76	418.56
1.6.4	503054	Caja de revisión 60x70, suministro y colocación	u	7.00	71.69	501.83
1.6.5	503056	Cajas de revisión 70x70, suministro y colocación	u	5.00	73.88	369.40
1.6.6	5A0001	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	4.00	2.45	9.80

1.7		Pozos de revisión				368.84
1.7.1	503012	Pozo de revisión H = 1.10, incluye brocal y tapa	u	1.00	368.84	368.84
1.8		Mitigación ambiental				1,063.53
1.8.1	593032	Valla Metálica de Advertencia de Obras y Desvío	u	4.00	96.00	384.00
1.8.2	593003	Señalización con cinta Peligro	m	421.20	0.47	197.96
1.8.3	593028	Señalización con malla plastica	m	70.20	4.38	307.48
1.8.4	593004	Parante de Madera con Base de Hormigón (2usos)	u	21.00	8.29	174.09
2		DESARENADOR				99,221.86
2.1		Obras preliminares				5.75
2.1.1	597021	Replanteo y Nivelación	m2	6.84	0.84	5.75
2.2		Excavaciones				81.98
2.2.1	592020	Excavación a mano en terreno compactado, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	3.42	12.61	43.13
2.2.2	598031	Excavación a maquina en Terreno Consolidado, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	13.68	2.84	38.85
2.3		Desarenador				1,595.82
2.3.1	506014	Suministro de hormigón f'c=240 kg/cm2	m3	9.60	162.78	1,562.69
2.3.2	5A0001	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	0.06	2.45	0.15
2.3.3	5A2012	Formaleta placa	m2	2.40	13.74	32.98
2.4		Vertedero de entrada				93.63
2.4.1	506014	Suministro de hormigón f'c=240 kg/cm2	m3	0.50	162.78	82.04
2.4.2	5A0001	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	0.02	2.45	0.05
2.4.3	5A2012	Formaleta placa	m2	0.84	13.74	11.54
2.5		Vertedero de excesos				60.09
2.5.1	506014	Suministro de hormigón f'c=240 kg/cm2	m3	0.29	162.78	46.88
2.5.2	5A0001	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	0.01	2.45	0.02
2.5.3	5A2012	Formaleta placa	m2	0.96	13.74	13.19
2.6		Pantallas				60.25
2.6.1	506014	Suministro de hormigón f'c=240 kg/cm2	m3	0.26	162.78	42.32
2.6.2	5A0001	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	0.03	2.45	0.07
2.6.3	5A2012	Formaleta placa	m2	1.30	13.74	17.86
2.7		Vertedero de salida				138.86
2.7.1	506014	Suministro de hormigón f'c=240 kg/cm2	m3	0.79	162.78	128.92
2.7.2	5A0001	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	0.02	2.45	0.05
2.7.3	5A2012	Formaleta placa	m2	0.72	13.74	9.89
2.8		Tubería de conducción				82.40
2.8.1	599012	Suministro e instalación de Tubería PVC 4"	m	10.00	8.24	82.40
2.9		Desalojos				96,812.40
2.9.1	5AE027	Cargada a mano	m3	9.24	130.45	1,205.36
2.9.2	5AB064	Cargada a maquina	m3	83.14	931.66	77,458.21
2.9.3	537004	Transporte de material de obra más de 5 km	m3	8.55	2,122.67	18,148.83
2.10		Señalización				290.68
2.10.1	593032	Valla Metálica de Advertencia de Obras y Desvío	u	3.00	96.00	288.00
2.10.2	593003	Señalización con cinta Peligro	m	5.70	0.47	2.68
3		TANQUE DE ALMACENAMIENTO				6,171.93
3.1		Obras preliminares				10.08
3.1.1	597021	Replanteo y Nivelación	m2	12.00	0.84	10.08
3.2		Excavaciones				201.34

3.2.1	592020	Excavación a mano en terreno compactado, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	8.40	12.61	105.92
3.2.2	598031	Excavación a maquina en terreno compactado, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	33.60	2.84	95.42
3.3		Tanque de almacenamiento				5,268.52
3.3.1	506003	Suministro de hormigón f'c=210 kg/cm2	m3	30.00	170.53	5,115.90
3.3.2	5A0001	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	0.01	2.45	0.02
3.3.3	5A2012	Formaleta placa	m2	10.00	13.74	137.40
3.3.4	5A3309	Sum - Ins. Aereador metálico	u	1.00	15.20	15.20
3.4		Tapa de revisión y mantenimiento				80.80
3.4.1	506003	Suministro de hormigón f'c=210 kg/cm2	m3	0.40	170.53	68.21
3.4.2	521007	Tapa de revisión 100x80 cm, suministro e instalación	u	1.00	12.59	12.59
3.5		Tuberías				232.30
3.5.1	5A3082	Tuberia de ingreso PVC D = 315 mm	m	2.50	92.92	232.30
3.6		Desalijos				185.01
3.6.1	513001	Cargada a mano	m3	4.20	5.22	21.92
3.6.2	513007	Cargada a maquina	m3	37.80	1.22	46.12
3.6.3	500061	Transporte de material de obra más de 5 km	m3	21.00	5.57	116.97
3.7		Señalización				193.88
3.7.1	593032	Valla Metálica de Advertencia de Obras y Desvio	u	2.00	96.00	192.00
3.7.2	593003	Señalización con cinta Peligro	m	4.00	0.47	1.88
4		RED DE RIEGO				5,592.99
4.1	5A3372	Sum. e Inst. Tuberia PVC DN=50mm e=2.4mm, 1.25 Mpa	m	117.00	13.80	1,614.60
4.2	5AF039	Sum. e Inst. Tuberia HG ASTM A53, DN = 60.3mm	m	12.00	94.74	1,136.88
4.3	5A3374	Sum. e Inst. Tuberia PVC DN=63mm e=3mm, 1.25 Mpa	m	65.00	30.77	2,000.05
4.4	5A3018	Acople rapido hembra 50mm	u	20.00	12.04	240.80
4.5	5A3375	Acople rapido macho 50mm	u	20.00	13.36	267.20
4.6	5A3225	Suministro e instalaciòn TEE PVC E/C D=50mm	u	1.00	26.68	26.68
4.7	540659	Montura para aspersor 50mm	u	7.00	18.05	126.35
4.8	5A3376	Sum - Ins. Reductor PVC E/C 50mm a 19mm	u	7.00	1.87	13.09
4.9	540660	Aspersor circular macho latón 3/4"	u	7.00	18.82	131.74
4.10	5A3377	Sum - Ins. Unión PVC 63mm	u	10.00	3.56	35.60
5		SISTEMA DE BOMBEO				4,803.16
5.1	5A3378	Sum - Ins. Reductor excentrico PVC E/C 63mm a 25.4mm	u	2.00	5.40	10.80
5.2	5A3379	Sum - Ins. Reductor concentrico PVC E/C 63 mm a 25.4 mm	u	2.00	3.32	6.64
5.3	5A3263	Sum - Ins. Codo PVC E/C d = 63mm 90 grados	u	3.00	6.88	20.64
5.4	540664	Sum - Ins. Codo HG D=60.3mm, 45 grados (Importado)	u	2.00	26.02	52.04
5.5	5A3382	Sum - Ins. Codo HG D = 60.3mm, 90 grados	u	6.00	28.10	168.60
5.6	540665	Sum - Ins. Tee HG D=60.3mm	u	1.00	16.48	16.48
5.7	5A9102	Sum - Ins. Yee HG D= 63mm	u	1.00	27.64	27.64
5.8	5A3130	Sum - Ins. Válvula de Compuerta HF D = 60.3mm	u	2.00	112.02	224.04
5.9	540662	Sum - Ins. Válvula Check horizontal D = 60.3mm	u	2.00	134.18	268.36
5.10	540539	Sum - Ins. Válvula de alivio de presiones D = 60.3mm	u	1.00	1,445.08	1,445.08
5.11	5A3380	Sum - Ins. Válvula de Pie D = 60.3mm	u	2.00	35.94	71.88
5.12	5A3381	Sum - Ins. Bomba centrifuga una turbina 1.5 HP	u	2.00	722.26	1,444.52
5.13	540663	Sum - Ins. Manómetro de Glicerina de 6atm	u	1.00	39.40	39.40

5.14	514023	Sum - Ins. Tanque hidroneumático vertical 500 L, conexión 1 - 1/2"	u	1.00	1,007.04	1,007.04
6		CASETA DE BOMBEO				9,732.34
6.1	597021	Replanteo y Nivelación	m2	12.00	0.84	10.08
6.2	592020	Excavación a mano en terreno compactado, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	6.00	12.61	75.66
6.3	5A6002	Mamposteria de Bloque de Concreto	m2	35.00	22.48	786.80
6.4	506007	Hormigón Simple f'c= 180 kg/cm2	m2	42.00	153.31	6,439.02
6.5	5A0001	Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2	kg	0.08	2.45	0.20
6.6	507001	Enlucido exterior e interior	m2	35.00	10.57	369.95
6.7	511025	Pintura de esmalte interior-exterior	m2	35.00	12.53	438.55
6.8	500062	Sum - Ins. Puerta de madera	u	1.00	146.74	146.74
6.9	517015	Sum - Ins. Tablero de Bombas y Válvulas (TBV) (incluye recableado de Tablero PLC)	u	1.00	1,061.20	1,061.20
6.10	5A8017	Tomacorriente Trifásico 50A para montaje sobrepuesto salida 220V	punto	2.00	46.00	92.00
6.11	5A7018	Cubierta de fibrocemento	m2	12.00	8.16	97.92
6.12	513001	Cargada de material a mano	m3	1.00	5.22	5.22
6.13	597027	Limpieza del terreno	m2	12.00	1.26	15.12
6.14	593003	Señalización con cintas de peligro	m	4.00	0.47	1.88
6.15	593032	Valla metálica de advertencia de obras	u	2.00	96.00	192.00
SUBTOTAL						169,983.77
IVA					13 %	22,097.89
TOTAL						192,081.66

Son: CIENTO NOVENTA Y DOS MIL OCHENTA Y UNO CON 66/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 597021

Descrip.: Replanteo y Nivelación

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.02000	0.01	1.43%
101201	Equipo de topografía	Hora	1.00000	2.50	0.02000	0.05	7.14%
Subtotal de Equipo:						0.06	8.57%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	%	
201422	Tira de eucalipto de 4 cm x 5 cm x 3 m	u	0.06000	1.30	0.08	11.43%	
201426	Tabla de encofrado	u	0.10000	3.07	0.31	44.29%	
201427	Clavos 2"	kg	0.03000	2.63	0.08	11.43%	
201445	Albalux	kg	0.01000	0.22	0.00	0.00%	
Subtotal de Materiales:						0.47	67.14%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.02000	0.08	11.43%	
454001	Topógrafo 2	1.00	4.55	0.02000	0.09	12.86%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.17	24.29%

Costo Directo Total: 0.70

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.14

Precio Unitario Total 0.84

Son: CERO CON 84/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 592004

Descrip.: Excavación a mano en Terreno Conglomerado,
Profundidad entre 0 y 2 m

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	2.00000	0.60	3.57%
Subtotal de Equipo:						0.60	3.57%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	2.00000	16.20	96.43%	
Subtotal de Mano de Obra:					16.20	96.43%	

Costo Directo Total: 16.80

COSTOS INDIRECTOS

20 % 3.36

Precio Unitario Total	20.16
------------------------------------	--------------

Son: VEINTE CON 16/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 505001

 Descripción: Excavación a mano en Terreno Compacto,
Profundidad entre 0 y 2 m

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
103001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5%MO			4.30	4.64%
Subtotal de Equipo:						4.30	4.64%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
217001	Codo PVC inyección d=64mm, 45° ec	u	1.00000	2.21		2.21	2.39%
211002	Limpiador para tuberías pvc	lt	0.00100	6.26		0.01	0.01%
211006	Pegamento para tuberías pvc	u	0.00200	40.00		0.08	0.09%
Subtotal de Materiales:						2.30	2.48%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
401002	Peón	1.00	4.05	10.00000		40.50	43.71%
402002	Plomero	1.00	4.10	10.00000		41.00	44.25%
403002	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10	4.55	10.00000		4.55	4.91%
Subtotal de Mano de Obra:						86.05	92.88%

Costo Directo Total: 92.65

COSTOS INDIRECTOS

20 % 18.53

Precio Unitario Total	111.18
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO ONCE CON 18/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 598003

Descrip.: Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.10000	0.03	0.79%
102035	Retroexcavadora 60 HP	Hora	1.00000	25.00	0.10000	2.50	65.79%
Subtotal de Equipo:						2.53	66.58%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.10000	0.81	21.32%	
455001	Estructura Ocupacional C1 G1	1.00	4.55	0.10000	0.46	12.11%	
Subtotal de Mano de Obra:						1.27	33.42%

Costo Directo Total: 3.80

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.76

Precio Unitario Total 4.56

Son: CUATRO CON 56/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 598022

Descrip.: Excavación mecánica en suelo de alta consolidación de 0 a 2 m de profundidad

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
102030	Compresor + martillo	Hora	1.00000	21.14	0.25000	5.29	47.61%
102035	Retroexcavadora 60 HP	Hora	0.50000	25.00	0.25000	3.13	28.17%
Subtotal de Equipo:						8.42	75.79%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	%	
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.25000	1.01	9.09%
455001	Estructura Ocupacional C1 G1	1.00	4.55	0.25000	1.14	10.26%
412005	Estructura Ocupacional C2 G2	0.50	4.33	0.25000	0.54	4.86%
Subtotal de Mano de Obra:					2.69	24.21%

Costo Directo Total: 11.11

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.22

Precio Unitario Total 13.33

Son: TRECE CON 33/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 596004

Descrip.: Entibado continuo de madera, suministro y colocación

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.35000	0.11	1.02%
Subtotal de Equipo:						0.11	1.02%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201422	Tira de eucalipto de 4 cm x 5 cm x 3 m	u	0.23000	1.30		0.30	2.79%
201425	Pingos	m	0.32000	2.23		0.71	6.61%
201428	Tablón de eucalipto	u	0.32000	17.86		5.72	53.26%
201429	Clavos 3"	lb	0.50000	2.08		1.04	9.68%
Subtotal de Materiales:						7.77	72.35%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.35000	1.42	13.22%
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.35000	1.44	13.41%
Subtotal de Mano de Obra:					2.86	26.63%

Costo Directo Total: 10.74

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.15

Precio Unitario Total 12.89

Son: DOCE CON 89/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 596001

Descrip.: Apuntalamientos

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.25000	0.08	0.75%
Subtotal de Equipo:						0.08	0.75%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201425	Pingos	m	0.66000	2.23		1.47	13.74%
201428	Tablón de eucalipto	u	0.34000	17.86		6.07	56.73%
201429	Clavos 3"	lb	0.50000	2.08		1.04	9.72%
Subtotal de Materiales:						8.58	80.19%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.25000	1.01	9.44%	
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.25000	1.03	9.63%	
Subtotal de Mano de Obra:						2.04	19.07%

Costo Directo Total: 10.70

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.14

Precio Unitario Total	12.84
------------------------------------	--------------

Son: DOCE CON 84/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 597018

Descrip.: Preparación de fondo de zanja, e=10cm

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.20000	0.06	6.90%
Subtotal de Equipo:						0.06	6.90%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.20000	0.81	93.10%
Subtotal de Mano de Obra:					0.81	93.10%

Costo Directo Total: 0.87

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.17

Precio Unitario Total 1.04

Son: UNO CON 04/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5AD007

Descrip.: Suministro y tendido de cama de arena, e=10cm

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.05000	0.02	0.60%
Subtotal de Equipo:						0.02	0.60%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
211002	Arena de Paute	m3	0.10000	26.79		2.68	80.97%
Subtotal de Materiales:						2.68	80.97%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	3.00	4.05	0.05000	0.61	18.43%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.61	18.43%

Costo Directo Total: 3.31

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.66

Precio Unitario Total	3.97
------------------------------------	-------------

Son: TRES CON 97/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3135

Descrip.: Suministro e instalaciòn de Tuberia PVC D=90mm

Unidad: m



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.05000	0.02	0.29%
Subtotal de Equipo:						0.02	0.29%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201417	Material Lubricante	lb	0.05000	0.60		0.03	0.43%
235052	Tuberia PVC U/E 1.00 Mpa D=90 mm	m	1.00000	6.26		6.26	90.33%
Subtotal de Materiales:						6.29	90.76%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.05000		0.41	5.92%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.05000		0.21	3.03%
Subtotal de Mano de Obra:						0.62	8.95%

Costo Directo Total: 6.93

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.39

Precio Unitario Total	8.32
------------------------------------	-------------

Son: OCHO CON 32/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3086

Descrip.: Suministro e instalaciòn de Tuberia PVC D=110mm

Unidad: m



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.05000	0.02	0.21%
Subtotal de Equipo:						0.02	0.21%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201417	Material Lubricante	lb	0.05000	0.60		0.03	0.31%
235003	Tuberia PVC U/E 1.00 Mpa D=110 mm	m	1.00000	8.97		8.97	93.05%
Subtotal de Materiales:						9.00	93.36%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.05000		0.41	4.25%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.05000		0.21	2.18%
Subtotal de Mano de Obra:						0.62	6.43%

Costo Directo Total: 9.64

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.93

Precio Unitario Total	11.57
------------------------------------	--------------

Son: ONCE CON 57/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3371

Descrip.: Suministro e instalaciòn de Tuberia PVC D=140mm

Unidad: m



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.05500	0.02	0.10%
Subtotal de Equipo:						0.02	0.10%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201417	Material Lubricante	lb	0.10000	0.60		0.06	0.29%
235004	Tuberia PVC U/E 1.00 MPA D=140 mm	m	1.00000	19.67		19.67	96.28%
Subtotal de Materiales:						19.73	96.57%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.05500		0.45	2.20%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.05500		0.23	1.13%
Subtotal de Mano de Obra:						0.68	3.33%

Costo Directo Total: 20.43

COSTOS INDIRECTOS

20 % 4.09

Precio Unitario Total 24.52

Son: VEINTE Y CUATRO CON 52/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3140

Descrip.: Suministro e instalaciòn de Tuberia PVC D=200mm

Unidad: m



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.06000	0.02	0.07%
Subtotal de Equipo:						0.02	0.07%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201417	Material Lubricante	lb	0.10000	0.60		0.06	0.20%
235005	Tuberia PVC U/E 1.00 MPA D=200 mm	m	1.00000	28.75		28.75	97.23%
Subtotal de Materiales:						28.81	97.43%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.06000	0.49	1.66%	
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.06000	0.25	0.85%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.74	2.50%

Costo Directo Total: 29.57

COSTOS INDIRECTOS

20 % 5.91

Precio Unitario Total 35.48

Son: TREINTA Y CINCO CON 48/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3186

Descrip.: Suministro e instalaciòn de Tuberia PVC D=250mm

Unidad: m



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.09000	0.03	0.06%
Subtotal de Equipo:						0.03	0.06%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
201417	Material Lubricante	lb	0.10000	0.60		0.06	0.13%
235070	Tubería PVC U/E 1.00 Mpa D=250mm	m	1.00000	45.97		45.97	96.74%
Subtotal de Materiales:						46.03	96.86%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.09000	0.37	0.78%	
402004	Estructura Ocupacional E2	3.00	4.05	0.09000	1.09	2.29%	
Subtotal de Mano de Obra:						1.46	3.07%

Costo Directo Total: 47.52

COSTOS INDIRECTOS

20 % 9.50

Precio Unitario Total 57.02

Son: CINCUENTA Y SIETE CON 02/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉF

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3082

Descrip.: Suministro e instalaciòn de Tuberia PVC D=315mm

Unidad: m



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.12000	0.04	0.05%
Subtotal de Equipo:						0.04	0.05%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201417	Material Lubricante	lb	0.10000	0.60		0.06	0.08%
236086	Tubería PVC U/E 1.00Mpa D=315mm	m	1.00000	75.38		75.38	97.35%
Subtotal de Materiales:						75.44	97.43%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.12000	0.49	0.63%	
402004	Estructura Ocupacional E2	3.00	4.05	0.12000	1.46	1.89%	
Subtotal de Mano de Obra:						1.95	2.52%

Costo Directo Total: 77.43

COSTOS INDIRECTOS

20 % 15.49

Precio Unitario Total	92.92
------------------------------------	--------------

Son: NOVENTA Y DOS CON 92/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA/

Análisis de Precios Unitarios

Código: 595002

Descrip.: Relleno Compacto con material Clasificado en Obra

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.25000	0.08	1.29%
402005	Técnico electromecánico de construcción	Hora	1.00000	4.10	0.25000	1.03	16.64%
Subtotal de Equipo:						1.11	17.93%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	4.00	4.05	0.25000	4.05	65.43%	
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.25000	1.03	16.64%	
Subtotal de Mano de Obra:						5.08	82.07%

Costo Directo Total: 6.19

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.24

Precio Unitario Total 7.43

Son: SIETE CON 43/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 527004

Descrip.: Relleno Compacto con material de mejoramiento

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
103001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5%MO			1.76	1.37%
105001	Concreteira 1 saco	Hora	1.00000	3.75	1.21951	4.57	3.56%
Subtotal de Equipo:						6.33	4.93%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
222001	Cemento portland tipo I	saco (50kg)	7.50000	7.34		55.05	42.87%
224001	Ripio puesto en obra	m3	0.85000	15.50		13.18	10.26%
223001	Arena puesta en obra	m3	0.60000	12.00		7.20	5.61%
211009	Agua en obra (incluye instalaciones provisionales)	lt	180.00000	0.05		9.00	7.01%
230003	Aditivo para hormigón superplastificante 190cc	u	1.87500	1.31		2.46	1.92%
Subtotal de Materiales:						86.89	67.67%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401002	Peón	6.00	4.05	1.21951	29.63	23.08%	
402003	Albañil	1.00	4.10	1.21951	5.00	3.89%	
403002	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10	4.55	1.21951	0.55	0.43%	
Subtotal de Mano de Obra:						35.18	27.40%

Costo Directo Total: 128.40

COSTOS INDIRECTOS

20 % 25.68

Precio Unitario Total 154.08

Son: CIENTO CINCUENTA Y CUATRO CON 08/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDC

Análisis de Precios Unitarios

Código: 513001

Descrip.: Cargada a mano

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.00000	0.30	6.90%
Subtotal de Equipo:						0.30	6.90%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	1.00000	4.05	93.10%
Subtotal de Mano de Obra:					4.05	93.10%

Costo Directo Total: 4.35

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.87

Precio Unitario Total 5.22

Son: CINCO CON 22/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 513007

Descrip.: Cargada a maquina

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.03000	0.01	0.98%
102035	Retroexcavadora 60 HP	Hora	1.00000	25.00	0.03000	0.75	73.53%
Subtotal de Equipo:						0.76	74.51%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.03000	0.12	11.76%	
455001	Estructura Ocupacional C1 G1	1.00	4.55	0.03000	0.14	13.73%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.26	25.49%

Costo Directo Total: 1.02

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.20

Precio Unitario Total	1.22
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 22/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 500061

Descrip.: Transporte de material de obra más de 5 km

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
211007	Lija (230x280) mm	pliego	1.00000	0.65	0.15000	0.10	10.10%
Subtotal de Equipo:						0.10	10.10%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
452002	Chofer Licencia Tipo E C1	1.00	5.95	0.15000	0.89	89.90%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.89	89.90%

Costo Directo Total: 0.99

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.20

Precio Unitario Total	1.19
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 19/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 503001

Descrip.: Suministro de hormigón f'c=210 kg/cm2

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
103001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5%MO			0.78	0.55%
Subtotal de Equipo:						0.78	0.55%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
2KO002	Válvula de compuerta de hierro fundido d= 63mm sello de bronce DEF	u	1.00000	125.50		125.50	88.31%
211003	Lubricante vegetal	kg	0.10000	0.32		0.03	0.02%
211002	Limpiador para tuberías pvc	lt	0.02500	6.26		0.16	0.11%
Subtotal de Materiales:						125.69	88.45%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401002	Peón	1.00	4.05	1.81818	7.36	5.18%
402002	Plomero	1.00	4.10	1.81818	7.45	5.24%
403002	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10	4.55	1.81818	0.83	0.58%
Subtotal de Mano de Obra:					15.64	11.01%

Costo Directo Total: 142.11

COSTOS INDIRECTOS

20 % 28.42

Precio Unitario Total 170.53

Son: CIENTO SETENTA CON 53/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 503053

Descrip.: Caja de revisión 40x40, suministro y colocación

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	3.00000	0.90	1.46%
Subtotal de Equipo:						0.90	1.46%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.08000	0.30		0.02	0.03%
211002	Arena de Paute	m3	0.10000	26.79		2.68	4.35%
211003	Grava 3/4"	m3	0.03000	20.00		0.60	0.97%
211001	Piedra de canto rodado	m3	0.13000	22.50		2.93	4.76%
201426	Tabla de encofrado	u	1.00000	3.07		3.07	4.99%
201427	Clavos 2"	kg	0.10000	2.63		0.26	0.42%
201012	Cemento Portland	kg	36.00000	0.17		6.12	9.94%
201457	Acero de Refuerzo	kg	3.00000	1.20		3.60	5.85%
201458	Alambre de amarre # 18	kg	0.05000	2.17		0.11	0.18%
201488	Ladrillo comun e=15 cm	u	54.00000	0.40		21.60	35.08%
Subtotal de Materiales:						40.99	66.57%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	1.50000	6.08	9.87%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	3.00000	12.30	19.98%
406001	Estructura Ocupacional C2	1.00	4.33	0.30000	1.30	2.11%
Subtotal de Mano de Obra:					19.68	31.96%

Costo Directo Total: 61.57

COSTOS INDIRECTOS

20 % 12.31

Precio Unitario Total 73.88

Son: SETENTA Y TRES CON 88/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRIC.

Análisis de Precios Unitarios

Código: 503055

Descrip.: Caja de revisión 50x50, suministro y colocación

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	3.00000	0.90	1.55%
Subtotal de Equipo:						0.90	1.55%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.08000	0.30		0.02	0.03%
211002	Arena de Paute	m3	0.10000	26.79		2.68	4.61%
211003	Grava 3/4"	m3	0.03000	20.00		0.60	1.03%
211001	Piedra de canto rodado	m3	0.10000	22.50		2.25	3.87%
201426	Tabla de encofrado	u	1.00000	3.07		3.07	5.28%
201427	Clavos 2"	kg	0.10000	2.63		0.26	0.45%
201012	Cemento Portland	kg	32.00000	0.17		5.44	9.36%
201457	Acero de Refuerzo	kg	2.60000	1.20		3.12	5.37%
201458	Alambre de amarre # 18	kg	0.05000	2.17		0.11	0.19%
201488	Ladrillo comun e=15 cm	u	50.00000	0.40		20.00	34.41%
Subtotal de Materiales:						37.55	64.60%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	1.50000	6.08	10.46%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	3.00000	12.30	21.16%
406001	Estructura Ocupacional C2	1.00	4.33	0.30000	1.30	2.24%
Subtotal de Mano de Obra:					19.68	33.86%

Costo Directo Total: 58.13

COSTOS INDIRECTOS

20 % 11.63

Precio Unitario Total 69.76

Son: SESENTA Y NUEVE CON 76/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRI

Análisis de Precios Unitarios

Código: 503054

Descrip.: Caja de revisión 60x70, suministro y colocación

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	3.00000	0.90	1.51%
Subtotal de Equipo:						0.90	1.51%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.08000	0.30		0.02	0.03%
211002	Arena de Paute	m3	0.10000	26.79		2.68	4.49%
211003	Grava 3/4"	m3	0.03000	20.00		0.60	1.00%
211001	Piedra de canto rodado	m3	0.11000	22.50		2.48	4.15%
201426	Tabla de encofrado	u	1.00000	3.07		3.07	5.14%
201427	Clavos 2"	kg	0.10000	2.63		0.26	0.44%
201012	Cemento Portland	kg	34.00000	0.17		5.78	9.68%
201457	Acero de Refuerzo	kg	2.80000	1.20		3.36	5.62%
201458	Alambre de amarre # 18	kg	0.05000	2.17		0.11	0.18%
201488	Ladrillo comun e=15 cm	u	52.00000	0.40		20.80	34.82%
Subtotal de Materiales:						39.16	65.55%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	1.50000	6.08	10.18%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	3.00000	12.30	20.59%
406001	Estructura Ocupacional C2	1.00	4.33	0.30000	1.30	2.18%
Subtotal de Mano de Obra:					19.68	32.94%

Costo Directo Total: 59.74

COSTOS INDIRECTOS

20 % 11.95

Precio Unitario Total 71.69

Son: SETENTA Y UNO CON 69/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 503056

Descrip.: Cajas de revisión 70x70, suministro y colocación

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	3.00000	0.90	1.46%
Subtotal de Equipo:						0.90	1.46%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.08000	0.30		0.02	0.03%
211002	Arena de Paute	m3	0.10000	26.79		2.68	4.35%
211003	Grava 3/4"	m3	0.03000	20.00		0.60	0.97%
211001	Piedra de canto rodado	m3	0.13000	22.50		2.93	4.76%
201426	Tabla de encofrado	u	1.00000	3.07		3.07	4.99%
201427	Clavos 2"	kg	0.10000	2.63		0.26	0.42%
201012	Cemento Portland	kg	36.00000	0.17		6.12	9.94%
201457	Acero de Refuerzo	kg	3.00000	1.20		3.60	5.85%
201458	Alambre de amarre # 18	kg	0.05000	2.17		0.11	0.18%
201488	Ladrillo comun e=15 cm	u	54.00000	0.40		21.60	35.08%
Subtotal de Materiales:						40.99	66.57%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	1.50000	6.08	9.87%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	3.00000	12.30	19.98%
406001	Estructura Ocupacional C2	1.00	4.33	0.30000	1.30	2.11%
Subtotal de Mano de Obra:					19.68	31.96%

Costo Directo Total:

61.57

COSTOS INDIRECTOS

20 %

12.31

Precio Unitario Total

73.88

Son: SETENTA Y TRES CON 88/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRIC.

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A0001

Descrip.: Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2

Unidad: kg



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.03000	0.01	0.49%
101A08	Cortadora de Hierro	Hora	1.00000	0.70	0.03000	0.02	0.98%
Subtotal de Equipo:						0.03	1.47%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	%
201457	Acero de Refuerzo	kg	1.10000	1.20	1.32	64.71%
201458	Alambre de amarre # 18	kg	0.15000	2.17	0.33	16.18%
Subtotal de Materiales:					1.65	80.88%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402004	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.03000	0.24	11.76%
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.03000	0.12	5.88%
Subtotal de Mano de Obra:					0.36	17.65%

Costo Directo Total: 2.04

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.41

Precio Unitario Total 2.45

Son: DOS CON 45/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 503012

Descripción: Pozo de revisión H = 1.10, incluye brocal y tapa

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.00000	0.30	0.10%
Subtotal de Equipo:						0.30	0.10%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
205207	Pintura Anticorrosiva	gl	0.07000	10.50		0.74	0.24%
201460	Tapa de Ho. Ao. con cerco metálico D = 700mm	u	1.00000	50.00		50.00	16.27%
201470	Encofrado metálico para pozos	dia	1.00000	20.00		20.00	6.51%
201471	Brocal para pozo de revisión para tapa h=20 cm D = 700mm	u	1.00000	55.00		55.00	17.89%
238006	Hierro varillas (Corrugado)	kg	16.80000	1.30		21.84	7.11%
506009	Hormigón Ciclópeo 60% HS y 40% piedra	m3	0.46000	107.02		49.23	16.02%
506010	Hormigón Simple 210 Kg/cm2 con aditivo plastificante	m3	0.45000	136.48		61.42	19.98%
508001	Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	1.80000	9.08		16.34	5.32%
Subtotal de Materiales:						274.57	89.33%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	3.00	4.05	2.00000	24.30	7.91%
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	2.00000	8.20	2.67%
Subtotal de Mano de Obra:					32.50	10.57%

Costo Directo Total: 307.37

COSTOS INDIRECTOS

20 % 61.47

Precio Unitario Total 368.84

Son: TRESCIENTOS SESENTA Y OCHO CON 84/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNID

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506010

Descrip.: Hormigón Simple 210 Kg/cm2 con aditivo plastificante

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.20000	0.36	0.26%
102031	Concreteira de un Saco	Hora	1.00000	2.30	1.20000	2.76	2.02%
102032	Vibrador	Hora	1.00000	1.38	1.20000	1.66	1.22%
Subtotal de Equipo:						4.78	3.50%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.18000	0.30		0.05	0.04%
211002	Arena de Paute	m3	0.60000	26.79		16.07	11.77%
211003	Grava 3/4"	m3	0.60000	20.00		12.00	8.79%
201419	Aditivo (Plastificante)	kg	1.75000	2.90		5.08	3.72%
201012	Cemento Portland	kg	350.00000	0.17		59.50	43.60%
Subtotal de Materiales:						92.70	67.92%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	6.00	4.05	1.20000	29.16	21.37%	
403002	Estructura Ocupacional D2	2.00	4.10	1.20000	9.84	7.21%	
Subtotal de Mano de Obra:						39.00	28.58%

Costo Directo Total: 136.48

COSTOS INDIRECTOS

20 % 27.30

Precio Unitario Total 163.78

Son: CIENTO SESENTA Y TRES CON 78/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506009

Descripción: Hormigón Ciclópeo 60% HS y 40% piedra

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.48000	0.44	0.41%
102031	Concreteira de un Saco	Hora	1.00000	2.30	0.91000	2.09	1.95%
102032	Vibrador	Hora	1.00000	1.38	0.91000	1.26	1.18%
Subtotal de Equipo:						3.79	3.54%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.17000	0.30		0.05	0.05%
211002	Arena de Paute	m3	0.39000	26.79		10.45	9.76%
211003	Grava 3/4"	m3	0.39000	20.00		7.80	7.29%
211001	Piedra de canto rodado	m3	0.45000	22.50		10.13	9.47%
201012	Cemento Portland	kg	227.50000	0.17		38.68	36.14%
Subtotal de Materiales:						67.11	62.71%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	4.00	4.05	1.48000	23.98	22.41%	
403002	Estructura Ocupacional D2	2.00	4.10	1.48000	12.14	11.34%	
Subtotal de Mano de Obra:						36.12	33.75%

Costo Directo Total: 107.02

COSTOS INDIRECTOS

20 % 21.40

Precio Unitario Total	128.42
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO VEINTE Y OCHO CON 42/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE A

Análisis de Precios Unitarios

Código: 508001

Descrip.: Replantillo de Piedra, e=15 cm

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.50000	0.15	1.65%
Subtotal de Equipo:						0.15	1.65%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
211003	Grava 3/4"	m3	0.04000	20.00		0.80	8.81%
211001	Piedra de canto rodado	m3	0.18000	22.50		4.05	44.60%
Subtotal de Materiales:						4.85	53.41%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.50000	2.03	22.36%	
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.50000	2.05	22.58%	
Subtotal de Mano de Obra:						4.08	44.93%

Costo Directo Total: **9.08**

COSTOS INDIRECTOS

20 % **1.82**

Precio Unitario Total	10.90
------------------------------------	--------------

Son: DIEZ CON 90/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 593032

Descrip.: Valla Metálica de Advertencia de Obras y Desvío

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
201A08	Valla Metálica de Advertencia 1.22 x 0.70 m	u	1.00000	80.00		80.00	100.00%
Subtotal de Materiales:						80.00	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 80.00

COSTOS INDIRECTOS

20 % 16.00

Precio Unitario Total	96.00
------------------------------------	--------------

Son: NOVENTA Y SEIS CON 00/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA/

Análisis de Precios Unitarios

Código: 593003

Descrip.: Señalización con cinta Peligro

Unidad: m



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
201424	Cinta plástica de señalización	m	1.00000	0.31		0.31	79.49%
Subtotal de Materiales:						0.31	79.49%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.01000	0.08	20.51%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.08	20.51%

Costo Directo Total: 0.39

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.08

Precio Unitario Total	0.47
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 47/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 593028

Descripción: Señalización con malla plastica

Unidad: m



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.05000	0.02	0.55%
Subtotal de Equipo:						0.02	0.55%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	%	
201701	Malla plástica de señalización	m	1.00000	3.55	3.55	97.26%	
Subtotal de Materiales:						3.55	97.26%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.01000	0.08	2.19%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.08	2.19%

Costo Directo Total: 3.65

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.73

Precio Unitario Total 4.38

Son: CUATRO CON 38/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 593004

Descripción: Parante de Madera con Base de Hormigón (2usos)

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.50000	0.15	2.17%
Subtotal de Equipo:						0.15	2.17%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.00150	0.30		0.00	0.00%
211002	Arena de Paute	m3	0.00470	26.79		0.13	1.88%
211003	Grava 3/4"	m3	0.00630	20.00		0.13	1.88%
205206	Pintura Esmalte	gl	0.00250	10.80		0.03	0.43%
201425	Pingos	m	0.50000	2.23		1.12	16.21%
201426	Tabla de encofrado	u	0.16500	3.07		0.51	7.38%
201427	Clavos 2"	kg	0.12000	2.63		0.32	4.63%
201012	Cemento Portland	kg	2.72000	0.17		0.46	6.66%
Subtotal de Materiales:						2.70	39.07%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.50000	2.03	29.38%
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.50000	2.03	29.38%
Subtotal de Mano de Obra:					4.06	58.76%

Costo Directo Total: 6.91

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.38

Precio Unitario Total 8.29

Son: OCHO CON 29/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 597021

Descrip.: Replanteo y Nivelación

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.02000	0.01	1.43%
101201	Equipo de topografía	Hora	1.00000	2.50	0.02000	0.05	7.14%
Subtotal de Equipo:						0.06	8.57%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	%	
201422	Tira de eucalipto de 4 cm x 5 cm x 3 m	u	0.06000	1.30	0.08	11.43%	
201426	Tabla de encofrado	u	0.10000	3.07	0.31	44.29%	
201427	Clavos 2"	kg	0.03000	2.63	0.08	11.43%	
201445	Albalux	kg	0.01000	0.22	0.00	0.00%	
Subtotal de Materiales:						0.47	67.14%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.02000	0.08	11.43%	
454001	Topógrafo 2	1.00	4.55	0.02000	0.09	12.86%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.17	24.29%

Costo Directo Total: 0.70

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.14

Precio Unitario Total 0.84

Son: CERO CON 84/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 592020

Descrip.: Excavación a mano en terreno compactado,
Profundidad entre 2 y 4 m

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.25000	0.38	3.62%
Subtotal de Equipo:						0.38	3.62%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	1.25000	10.13	96.38%	
Subtotal de Mano de Obra:					10.13	96.38%	

Costo Directo Total: 10.51

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.10

Precio Unitario Total	12.61
------------------------------------	--------------

Son: DOCE CON 61/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 598031

Descrip.: Excavación a maquina en Terreno Consolidado,
Profundidad entre 2 y 4 m

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.07000	0.02	0.84%
102035	Retroexcavadora 60 HP	Hora	1.00000	25.00	0.07000	1.75	73.84%
Subtotal de Equipo:						1.77	74.68%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	%	
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.07000	0.28	11.81%
455001	Estructura Ocupacional C1 G1	1.00	4.55	0.07000	0.32	13.50%
Subtotal de Mano de Obra:					0.60	25.32%

Costo Directo Total: 2.37

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.47

Precio Unitario Total 2.84

Son: DOS CON 84/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506014

Descrip.: Suministro de hormigón f'c=240 kg/cm2

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.20000	0.36	0.27%
102031	Concreteira de un Saco	Hora	1.00000	2.30	1.20000	2.76	2.03%
102032	Vibrador	Hora	1.00000	1.38	1.20000	1.66	1.22%
Subtotal de Equipo:						4.78	3.52%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.18000	0.30		0.05	0.04%
211002	Arena de Paute	m3	0.60000	26.79		16.07	11.85%
211003	Grava 3/4"	m3	0.60000	20.00		12.00	8.85%
201012	Cemento Portland	kg	375.00000	0.17		63.75	47.00%
Subtotal de Materiales:						91.87	67.73%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	6.00	4.05	1.20000	29.16	21.50%	
403002	Estructura Ocupacional D2	2.00	4.10	1.20000	9.84	7.25%	
Subtotal de Mano de Obra:						39.00	28.75%

Costo Directo Total: 135.65

COSTOS INDIRECTOS

20 % 27.13

Precio Unitario Total	162.78
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO SESENTA Y DOS CON 78/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE /

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A0001

Descrip.: Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2

Unidad: kg



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.03000	0.01	0.49%
101A08	Cortadora de Hierro	Hora	1.00000	0.70	0.03000	0.02	0.98%
Subtotal de Equipo:						0.03	1.47%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201457	Acero de Refuerzo	kg	1.10000	1.20		1.32	64.71%
201458	Alambre de amarre # 18	kg	0.15000	2.17		0.33	16.18%
Subtotal de Materiales:						1.65	80.88%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402004	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.03000	0.24	11.76%	
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.03000	0.12	5.88%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.36	17.65%

Costo Directo Total: 2.04

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.41

Precio Unitario Total 2.45

Son: DOS CON 45/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A2012

Descrip.: Formaleta placa

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.50000	0.15	1.31%
101A0Q	Cable metalico 1.20 X 0.60 m	Hora	1.50000	0.83	0.50000	0.62	5.41%
101A0R	Puntales para losa L=3.30m	Hora	4.00000	0.96	0.50000	1.92	16.77%
101A0S	Vigas para losa	Hora	1.00000	3.00	0.50000	1.50	13.10%
Subtotal de Equipo:						4.19	36.59%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200124	Clavos 2" a 4"	kg	0.02000	1.80		0.04	0.35%
201425	Pingos	m	0.50000	2.23		1.12	9.78%
Subtotal de Materiales:						1.16	10.13%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.50000	4.05	35.37%	
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.50000	2.05	17.90%	
Subtotal de Mano de Obra:						6.10	53.28%

Costo Directo Total: 11.45

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.29

Precio Unitario Total	13.74
------------------------------------	--------------

Son: TRECE CON 74/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506014

Descrip.: Suministro de hormigón f'c=240 kg/cm2

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.20000	0.36	0.27%
102031	Concreteira de un Saco	Hora	1.00000	2.30	1.20000	2.76	2.03%
102032	Vibrador	Hora	1.00000	1.38	1.20000	1.66	1.22%
Subtotal de Equipo:						4.78	3.52%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.18000	0.30		0.05	0.04%
211002	Arena de Paute	m3	0.60000	26.79		16.07	11.85%
211003	Grava 3/4"	m3	0.60000	20.00		12.00	8.85%
201012	Cemento Portland	kg	375.00000	0.17		63.75	47.00%
Subtotal de Materiales:						91.87	67.73%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	6.00	4.05	1.20000	29.16	21.50%	
403002	Estructura Ocupacional D2	2.00	4.10	1.20000	9.84	7.25%	
Subtotal de Mano de Obra:						39.00	28.75%

Costo Directo Total: 135.65

COSTOS INDIRECTOS

20 % 27.13

Precio Unitario Total	162.78
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO SESENTA Y DOS CON 78/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE /

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A0001

Descrip.: Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2

Unidad: kg



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.03000	0.01	0.49%
101A08	Cortadora de Hierro	Hora	1.00000	0.70	0.03000	0.02	0.98%
Subtotal de Equipo:						0.03	1.47%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201457	Acero de Refuerzo	kg	1.10000	1.20		1.32	64.71%
201458	Alambre de amarre # 18	kg	0.15000	2.17		0.33	16.18%
Subtotal de Materiales:						1.65	80.88%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402004	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.03000	0.24	11.76%
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.03000	0.12	5.88%
Subtotal de Mano de Obra:					0.36	17.65%

Costo Directo Total: 2.04

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.41

Precio Unitario Total 2.45

Son: DOS CON 45/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A2012

Descrip.: Formaleta placa

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.50000	0.15	1.31%
101A0Q	Cable metalico 1.20 X 0.60 m	Hora	1.50000	0.83	0.50000	0.62	5.41%
101A0R	Puntales para losa L=3.30m	Hora	4.00000	0.96	0.50000	1.92	16.77%
101A0S	Vigas para losa	Hora	1.00000	3.00	0.50000	1.50	13.10%
Subtotal de Equipo:						4.19	36.59%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200124	Clavos 2" a 4"	kg	0.02000	1.80		0.04	0.35%
201425	Pingos	m	0.50000	2.23		1.12	9.78%
Subtotal de Materiales:						1.16	10.13%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.50000	4.05	35.37%	
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.50000	2.05	17.90%	
Subtotal de Mano de Obra:						6.10	53.28%

Costo Directo Total: 11.45

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.29

Precio Unitario Total	13.74
------------------------------------	--------------

Son: TRECE CON 74/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506014

Descrip.: Suministro de hormigón f'c=240 kg/cm2

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.20000	0.36	0.27%
102031	Concreteira de un Saco	Hora	1.00000	2.30	1.20000	2.76	2.03%
102032	Vibrador	Hora	1.00000	1.38	1.20000	1.66	1.22%
Subtotal de Equipo:						4.78	3.52%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.18000	0.30		0.05	0.04%
211002	Arena de Paute	m3	0.60000	26.79		16.07	11.85%
211003	Grava 3/4"	m3	0.60000	20.00		12.00	8.85%
201012	Cemento Portland	kg	375.00000	0.17		63.75	47.00%
Subtotal de Materiales:						91.87	67.73%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	6.00	4.05	1.20000	29.16	21.50%	
403002	Estructura Ocupacional D2	2.00	4.10	1.20000	9.84	7.25%	
Subtotal de Mano de Obra:						39.00	28.75%

Costo Directo Total: 135.65

COSTOS INDIRECTOS

20 % 27.13

Precio Unitario Total	162.78
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO SESENTA Y DOS CON 78/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE /

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A0001

Descrip.: Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2

Unidad: kg



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.03000	0.01	0.49%
101A08	Cortadora de Hierro	Hora	1.00000	0.70	0.03000	0.02	0.98%
Subtotal de Equipo:						0.03	1.47%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	%
201457	Acero de Refuerzo	kg	1.10000	1.20	1.32	64.71%
201458	Alambre de amarre # 18	kg	0.15000	2.17	0.33	16.18%
Subtotal de Materiales:					1.65	80.88%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402004	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.03000	0.24	11.76%
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.03000	0.12	5.88%
Subtotal de Mano de Obra:					0.36	17.65%

Costo Directo Total: 2.04

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.41

Precio Unitario Total 2.45

Son: DOS CON 45/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A2012

Descrip.: Formaleta placa

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.50000	0.15	1.31%
101A0Q	Cable metalico 1.20 X 0.60 m	Hora	1.50000	0.83	0.50000	0.62	5.41%
101A0R	Puntales para losa L=3.30m	Hora	4.00000	0.96	0.50000	1.92	16.77%
101A0S	Vigas para losa	Hora	1.00000	3.00	0.50000	1.50	13.10%
Subtotal de Equipo:						4.19	36.59%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200124	Clavos 2" a 4"	kg	0.02000	1.80		0.04	0.35%
201425	Pingos	m	0.50000	2.23		1.12	9.78%
Subtotal de Materiales:						1.16	10.13%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.50000	4.05	35.37%	
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.50000	2.05	17.90%	
Subtotal de Mano de Obra:						6.10	53.28%

Costo Directo Total: 11.45

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.29

Precio Unitario Total	13.74
------------------------------------	--------------

Son: TRECE CON 74/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506014

Descrip.: Suministro de hormigón f'c=240 kg/cm2

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.20000	0.36	0.27%
102031	Concreteira de un Saco	Hora	1.00000	2.30	1.20000	2.76	2.03%
102032	Vibrador	Hora	1.00000	1.38	1.20000	1.66	1.22%
Subtotal de Equipo:						4.78	3.52%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.18000	0.30		0.05	0.04%
211002	Arena de Paute	m3	0.60000	26.79		16.07	11.85%
211003	Grava 3/4"	m3	0.60000	20.00		12.00	8.85%
201012	Cemento Portland	kg	375.00000	0.17		63.75	47.00%
Subtotal de Materiales:						91.87	67.73%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	6.00	4.05	1.20000	29.16	21.50%	
403002	Estructura Ocupacional D2	2.00	4.10	1.20000	9.84	7.25%	
Subtotal de Mano de Obra:						39.00	28.75%

Costo Directo Total: 135.65

COSTOS INDIRECTOS

20 % 27.13

Precio Unitario Total	162.78
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO SESENTA Y DOS CON 78/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE /

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A0001

Descrip.: Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2

Unidad: kg



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.03000	0.01	0.49%
101A08	Cortadora de Hierro	Hora	1.00000	0.70	0.03000	0.02	0.98%
Subtotal de Equipo:						0.03	1.47%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	%
201457	Acero de Refuerzo	kg	1.10000	1.20	1.32	64.71%
201458	Alambre de amarre # 18	kg	0.15000	2.17	0.33	16.18%
Subtotal de Materiales:					1.65	80.88%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402004	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.03000	0.24	11.76%
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.03000	0.12	5.88%
Subtotal de Mano de Obra:					0.36	17.65%

Costo Directo Total: 2.04

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.41

Precio Unitario Total 2.45

Son: DOS CON 45/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A2012

Descrip.: Formaleta placa

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.50000	0.15	1.31%
101A0Q	Cable metalico 1.20 X 0.60 m	Hora	1.50000	0.83	0.50000	0.62	5.41%
101A0R	Puntales para losa L=3.30m	Hora	4.00000	0.96	0.50000	1.92	16.77%
101A0S	Vigas para losa	Hora	1.00000	3.00	0.50000	1.50	13.10%
Subtotal de Equipo:						4.19	36.59%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200124	Clavos 2" a 4"	kg	0.02000	1.80		0.04	0.35%
201425	Pingos	m	0.50000	2.23		1.12	9.78%
Subtotal de Materiales:						1.16	10.13%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.50000	4.05	35.37%	
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.50000	2.05	17.90%	
Subtotal de Mano de Obra:						6.10	53.28%

Costo Directo Total: 11.45

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.29

Precio Unitario Total	13.74
------------------------------------	--------------

Son: TRECE CON 74/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506014

Descrip.: Suministro de hormigón f'c=240 kg/cm2

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.20000	0.36	0.27%
102031	Concreteira de un Saco	Hora	1.00000	2.30	1.20000	2.76	2.03%
102032	Vibrador	Hora	1.00000	1.38	1.20000	1.66	1.22%
Subtotal de Equipo:						4.78	3.52%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.18000	0.30		0.05	0.04%
211002	Arena de Paute	m3	0.60000	26.79		16.07	11.85%
211003	Grava 3/4"	m3	0.60000	20.00		12.00	8.85%
201012	Cemento Portland	kg	375.00000	0.17		63.75	47.00%
Subtotal de Materiales:						91.87	67.73%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	6.00	4.05	1.20000	29.16	21.50%	
403002	Estructura Ocupacional D2	2.00	4.10	1.20000	9.84	7.25%	
Subtotal de Mano de Obra:						39.00	28.75%

Costo Directo Total: 135.65

COSTOS INDIRECTOS

20 % 27.13

Precio Unitario Total	162.78
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO SESENTA Y DOS CON 78/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE /

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A0001

Descrip.: Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2

Unidad: kg



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.03000	0.01	0.49%
101A08	Cortadora de Hierro	Hora	1.00000	0.70	0.03000	0.02	0.98%
Subtotal de Equipo:						0.03	1.47%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201457	Acero de Refuerzo	kg	1.10000	1.20		1.32	64.71%
201458	Alambre de amarre # 18	kg	0.15000	2.17		0.33	16.18%
Subtotal de Materiales:						1.65	80.88%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402004	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.03000	0.24	11.76%
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.03000	0.12	5.88%
Subtotal de Mano de Obra:					0.36	17.65%

Costo Directo Total: 2.04

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.41

Precio Unitario Total 2.45

Son: DOS CON 45/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A2012

Descrip.: Formaleta placa

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.50000	0.15	1.31%
101A0Q	Cable metalico 1.20 X 0.60 m	Hora	1.50000	0.83	0.50000	0.62	5.41%
101A0R	Puntales para losa L=3.30m	Hora	4.00000	0.96	0.50000	1.92	16.77%
101A0S	Vigas para losa	Hora	1.00000	3.00	0.50000	1.50	13.10%
Subtotal de Equipo:						4.19	36.59%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200124	Clavos 2" a 4"	kg	0.02000	1.80		0.04	0.35%
201425	Pingos	m	0.50000	2.23		1.12	9.78%
Subtotal de Materiales:						1.16	10.13%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.50000	4.05	35.37%	
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.50000	2.05	17.90%	
Subtotal de Mano de Obra:						6.10	53.28%

Costo Directo Total: 11.45

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.29

Precio Unitario Total	13.74
------------------------------------	--------------

Son: TRECE CON 74/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 599012

Descrip.: Suministro e instalaciòn de Tuberia PVC 4"

Unidad: m



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.30000	0.09	1.31%
Subtotal de Equipo:						0.09	1.31%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
235002	Polipega	gl	0.02000	48.84		0.98	14.26%
201643	Tubería PVC Drenaje D=4pulg	m	1.00000	3.35		3.35	48.76%
Subtotal de Materiales:						4.33	63.03%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.30000		1.22	17.76%
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.30000		1.23	17.90%
Subtotal de Mano de Obra:						2.45	35.66%

Costo Directo Total: 6.87

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.37

Precio Unitario Total	8.24
------------------------------------	-------------

Son: OCHO CON 24/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5AE027

Descrip.: Cargada a mano

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
103001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5%MO			5.18	4.76%
Subtotal de Equipo:						5.18	4.76%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401002	Peón	5.00	4.05	5.00000	101.25	93.14%
403002	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10	4.55	5.00000	2.28	2.10%
Subtotal de Mano de Obra:					103.53	95.24%

Costo Directo Total: 108.71

COSTOS INDIRECTOS

20 % 21.74

Precio Unitario Total 130.45

Son: CIENTO TREINTA CON 45/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5AB064

Descrip.: Cargada a maquina

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
110006	Retrocargadora de llantas	Hora	1.00000	22.00	25.00000	550.00	70.84%
Subtotal de Equipo:						550.00	70.84%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
403002	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10	4.55	25.00000	11.38	1.47%	
406003	Operador Cargadora frontal (payloader sobre ruedas u orugas)	1.00	4.55	25.00000	113.75	14.65%	
401002	Peón	1.00	4.05	25.00000	101.25	13.04%	
Subtotal de Mano de Obra:						226.38	29.16%

Costo Directo Total: 776.38

COSTOS INDIRECTOS

20 % 155.28

Precio Unitario Total	931.66
------------------------------------	---------------

Son: NOVECIENTOS TREINTA Y UNO CON 66/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDC

Análisis de Precios Unitarios

Código: 537004

Descrip.: Transporte de material de obra más de 5 km

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
103001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5%MO			18.76	1.06%
108008	Volqueta de 8m3	Hora	1.00000	25.00	25.00000	625.00	35.33%
108009	Cargadora de ruedas 198HP, capacidad 2.70m3	Hora	1.00000	30.00	25.00000	750.00	42.40%
Subtotal de Equipo:						1,393.76	78.79%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
406003	Operador Cargadora frontal (payloader sobre ruedas u orugas)	1.00	4.55	25.00000	113.75	6.43%	
401002	Peón	1.00	4.05	25.00000	101.25	5.72%	
405003	CHOFER: Volquetas (Estr.Oc.C1)	1.00	5.95	25.00000	148.75	8.41%	
403002	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10	4.55	25.00000	11.38	0.64%	
Subtotal de Mano de Obra:						375.13	21.21%

Costo Directo Total: 1,768.89

COSTOS INDIRECTOS

20 % 353.78

Precio Unitario Total	2,122.67
------------------------------------	-----------------

Son: DOS MIL CIENTO VEINTE Y DOS CON 67/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDC

Análisis de Precios Unitarios

Código: 593032

Descrip.: Valla Metálica de Advertencia de Obras y Desvío

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
201A08	Valla Metálica de Advertencia 1.22 x 0.70 m	u	1.00000	80.00		80.00	100.00%
Subtotal de Materiales:						80.00	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 80.00

COSTOS INDIRECTOS

20 % 16.00

Precio Unitario Total	96.00
------------------------------------	--------------

Son: NOVENTA Y SEIS CON 00/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA/

Análisis de Precios Unitarios

Código: 593003

Descrip.: Señalización con cinta Peligro

Unidad: m



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201424	Cinta plástica de señalización	m	1.00000	0.31		0.31	79.49%
Subtotal de Materiales:						0.31	79.49%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.01000	0.08	20.51%
Subtotal de Mano de Obra:					0.08	20.51%

Costo Directo Total: 0.39

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.08

Precio Unitario Total 0.47

Son: CERO CON 47/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 597021

Descrip.: Replanteo y Nivelación

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.02000	0.01	1.43%
101201	Equipo de topografía	Hora	1.00000	2.50	0.02000	0.05	7.14%
Subtotal de Equipo:						0.06	8.57%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201422	Tira de eucalipto de 4 cm x 5 cm x 3 m	u	0.06000	1.30		0.08	11.43%
201426	Tabla de encofrado	u	0.10000	3.07		0.31	44.29%
201427	Clavos 2"	kg	0.03000	2.63		0.08	11.43%
201445	Albalux	kg	0.01000	0.22		0.00	0.00%
Subtotal de Materiales:						0.47	67.14%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.02000	0.08	11.43%
454001	Topógrafo 2	1.00	4.55	0.02000	0.09	12.86%
Subtotal de Mano de Obra:					0.17	24.29%

Costo Directo Total: 0.70

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.14

Precio Unitario Total 0.84

Son: CERO CON 84/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 592020

Descrip.: Excavación a mano en terreno compactado,
Profundidad entre 2 y 4 m

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.25000	0.38	3.62%
Subtotal de Equipo:						0.38	3.62%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	1.25000	10.13	96.38%	
Subtotal de Mano de Obra:					10.13	96.38%	

Costo Directo Total: 10.51

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.10

Precio Unitario Total	12.61
------------------------------------	--------------

Son: DOCE CON 61/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 598031

Descrip.: Excavación a maquina en terreno compactado,
Profundidad entre 2 y 4 m

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.07000	0.02	0.84%
102035	Retroexcavadora 60 HP	Hora	1.00000	25.00	0.07000	1.75	73.84%
Subtotal de Equipo:						1.77	74.68%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	%	
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.07000	0.28	11.81%
455001	Estructura Ocupacional C1 G1	1.00	4.55	0.07000	0.32	13.50%
Subtotal de Mano de Obra:					0.60	25.32%

Costo Directo Total: 2.37

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.47

Precio Unitario Total 2.84

Son: DOS CON 84/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 503001

Descrip.: Suministro de hormigón f'c=210 kg/cm2

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
103001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5%MO			0.78	0.55%
Subtotal de Equipo:						0.78	0.55%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
2KO002	Válvula de compuerta de hierro fundido d= 63mm sello de bronce DEF	u	1.00000	125.50		125.50	88.31%
211003	Lubricante vegetal	kg	0.10000	0.32		0.03	0.02%
211002	Limpiador para tuberías pvc	lt	0.02500	6.26		0.16	0.11%
Subtotal de Materiales:						125.69	88.45%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401002	Peón	1.00	4.05	1.81818	7.36	5.18%
402002	Plomero	1.00	4.10	1.81818	7.45	5.24%
403002	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10	4.55	1.81818	0.83	0.58%
Subtotal de Mano de Obra:					15.64	11.01%

Costo Directo Total: 142.11

COSTOS INDIRECTOS

20 % 28.42

Precio Unitario Total 170.53

Son: CIENTO SETENTA CON 53/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A0001

Descrip.: Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2

Unidad: kg



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.03000	0.01	0.49%
101A08	Cortadora de Hierro	Hora	1.00000	0.70	0.03000	0.02	0.98%
Subtotal de Equipo:						0.03	1.47%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201457	Acero de Refuerzo	kg	1.10000	1.20		1.32	64.71%
201458	Alambre de amarre # 18	kg	0.15000	2.17		0.33	16.18%
Subtotal de Materiales:						1.65	80.88%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402004	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.03000	0.24	11.76%
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.03000	0.12	5.88%
Subtotal de Mano de Obra:					0.36	17.65%

Costo Directo Total: 2.04

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.41

Precio Unitario Total 2.45

Son: DOS CON 45/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A2012

Descrip.: Formaleta placa

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.50000	0.15	1.31%
101A0Q	Cable metalico 1.20 X 0.60 m	Hora	1.50000	0.83	0.50000	0.62	5.41%
101A0R	Puntales para losa L=3.30m	Hora	4.00000	0.96	0.50000	1.92	16.77%
101A0S	Vigas para losa	Hora	1.00000	3.00	0.50000	1.50	13.10%
Subtotal de Equipo:						4.19	36.59%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200124	Clavos 2" a 4"	kg	0.02000	1.80		0.04	0.35%
201425	Pingos	m	0.50000	2.23		1.12	9.78%
Subtotal de Materiales:						1.16	10.13%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.50000	4.05	35.37%	
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.50000	2.05	17.90%	
Subtotal de Mano de Obra:						6.10	53.28%

Costo Directo Total: 11.45

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.29

Precio Unitario Total	13.74
------------------------------------	--------------

Son: TRECE CON 74/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3309

Descrip.: Sum - Ins. Aereador metálico

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.10000	0.03	0.24%
Subtotal de Equipo:						0.03	0.24%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201956	Aereador metálico	u	1.00000	11.00		11.00	86.82%
Subtotal de Materiales:						11.00	86.82%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.20000	0.81	6.39%
404002	Estructura Ocupacional C3	1.00	4.16	0.20000	0.83	6.55%
Subtotal de Mano de Obra:					1.64	12.94%

Costo Directo Total: 12.67

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.53

Precio Unitario Total 15.20

Son: QUINCE CON 20/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 503001

Descrip.: Suministro de hormigón f'c=210 kg/cm2

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
103001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5%MO			0.78	0.55%
Subtotal de Equipo:						0.78	0.55%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
2KO002	Válvula de compuerta de hierro fundido d= 63mm sello de bronce DEF	u	1.00000	125.50		125.50	88.31%
211003	Lubricante vegetal	kg	0.10000	0.32		0.03	0.02%
211002	Limpiador para tuberías pvc	lt	0.02500	6.26		0.16	0.11%
Subtotal de Materiales:						125.69	88.45%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401002	Peón	1.00	4.05	1.81818	7.36	5.18%
402002	Plomero	1.00	4.10	1.81818	7.45	5.24%
403002	Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.10	4.55	1.81818	0.83	0.58%
Subtotal de Mano de Obra:					15.64	11.01%

Costo Directo Total: 142.11

COSTOS INDIRECTOS

20 % 28.42

Precio Unitario Total 170.53

Son: CIENTO SETENTA CON 53/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 521007

Descripción: Tapa de revisión 100x80 cm, suministro e instalación

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.10000	0.03	0.29%
102031	Concreteira de un Saco	Hora	1.00000	2.30	0.10000	0.23	2.19%
102032	Vibrador	Hora	1.00000	1.38	0.10000	0.14	1.33%
Subtotal de Equipo:						0.40	3.81%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.30000	0.30		0.09	0.86%
211002	Arena de Paute	m3	0.10000	26.79		2.68	25.55%
211003	Grava 3/4"	m3	0.10000	20.00		2.00	19.07%
201422	Tira de eucalipto de 4 cm x 5 cm x 3 m	u	0.26000	1.30		0.34	3.24%
201426	Tabla de encofrado	u	0.15000	3.07		0.46	4.39%
201427	Clavos 2"	kg	0.15000	2.63		0.39	3.72%
201012	Cemento Portland	kg	5.20000	0.17		0.88	8.39%
Subtotal de Materiales:						6.84	65.20%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	6.00	4.05	0.10000	2.43	23.16%	
403002	Estructura Ocupacional D2	2.00	4.10	0.10000	0.82	7.82%	
Subtotal de Mano de Obra:						3.25	30.98%

Costo Directo Total: 10.49

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.10

Precio Unitario Total	12.59
------------------------------------	--------------

Son: DOCE CON 59/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3082

Descrip.: Tubería de ingreso PVC D = 315 mm

Unidad: m



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.12000	0.04	0.05%
Subtotal de Equipo:						0.04	0.05%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201417	Material Lubricante	lb	0.10000	0.60		0.06	0.08%
236086	Tubería PVC U/E 1.00Mpa D=315mm	m	1.00000	75.38		75.38	97.35%
Subtotal de Materiales:						75.44	97.43%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.12000		0.49	0.63%
402004	Estructura Ocupacional E2	3.00	4.05	0.12000		1.46	1.89%
Subtotal de Mano de Obra:						1.95	2.52%

Costo Directo Total: **77.43**

COSTOS INDIRECTOS

20 % **15.49**

Precio Unitario Total	92.92
------------------------------------	--------------

Son: NOVENTA Y DOS CON 92/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA/

Análisis de Precios Unitarios

Código: 513001

Descrip.: Cargada a mano

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.00000	0.30	6.90%
Subtotal de Equipo:						0.30	6.90%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	1.00000	4.05	93.10%
Subtotal de Mano de Obra:					4.05	93.10%

Costo Directo Total: 4.35

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.87

Precio Unitario Total 5.22

Son: CINCO CON 22/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 513007

Descrip.: Cargada a maquina

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.03000	0.01	0.98%
102035	Retroexcavadora 60 HP	Hora	1.00000	25.00	0.03000	0.75	73.53%
Subtotal de Equipo:						0.76	74.51%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.03000	0.12	11.76%	
455001	Estructura Ocupacional C1 G1	1.00	4.55	0.03000	0.14	13.73%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.26	25.49%

Costo Directo Total: 1.02

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.20

Precio Unitario Total	1.22
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 22/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 500061

Descrip.: Transporte de material de obra más de 5 km

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
211007	Lija (230x280) mm	pliego	1.00000	0.65	0.15000	0.10	10.10%
Subtotal de Equipo:						0.10	10.10%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
452002	Chofer Licencia Tipo E C1	1.00	5.95	0.15000	0.89	89.90%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.89	89.90%

Costo Directo Total: 0.99

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.20

Precio Unitario Total	1.19
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 19/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 593032

Descrip.: Valla Metálica de Advertencia de Obras y Desvío

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
201A08	Valla Metálica de Advertencia 1.22 x 0.70 m	u	1.00000	80.00		80.00	100.00%
Subtotal de Materiales:						80.00	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 80.00

COSTOS INDIRECTOS

20 % 16.00

Precio Unitario Total	96.00
------------------------------------	--------------

Son: NOVENTA Y SEIS CON 00/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA/

Análisis de Precios Unitarios

Código: 593003

Descrip.: Señalización con cinta Peligro

Unidad: m



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201424	Cinta plástica de señalización	m	1.00000	0.31		0.31	79.49%
Subtotal de Materiales:						0.31	79.49%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.01000	0.08	20.51%
Subtotal de Mano de Obra:					0.08	20.51%

Costo Directo Total: 0.39

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.08

Precio Unitario Total 0.47

Son: CERO CON 47/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3372

Descripción: Sum. e Inst. Tubería PVC DN=50mm e=2.4mm, 1.25 Mpa

Unidad: m



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.02000	0.01	0.09%
Subtotal de Equipo:						0.01	0.09%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
235002	Polipega	gl	0.01000	48.84		0.49	4.26%
201975	Tubería PVC E/C 1.25 MPa D=50 mm	m	1.00000	10.76		10.76	93.57%
Subtotal de Materiales:						11.25	97.83%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.02000		0.16	1.39%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.02000		0.08	0.70%
Subtotal de Mano de Obra:						0.24	2.09%

Costo Directo Total: 11.50

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.30

Precio Unitario Total 13.80

Son: TRECE CON 80/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5AF039

Descrip.: Sum. e Inst. Tubería HG ASTM A53, DN = 60.3mm

Unidad: m



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.00000	0.30	0.38%
Subtotal de Equipo:						0.30	0.38%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
240007	Tubería de acero galvanizado ASTM A53, DN = 60.3mm	m	1.00000	70.50		70.50	89.30%
Subtotal de Materiales:						70.50	89.30%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	1.00000	4.05	5.13%	
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	1.00000	4.10	5.19%	
Subtotal de Mano de Obra:						8.15	10.32%

Costo Directo Total: 78.95

COSTOS INDIRECTOS

20 % 15.79

Precio Unitario Total	94.74
------------------------------------	--------------

Son: NOVENTA Y CUATRO CON 74/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉ

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3374

Descripción: Sum. e Inst. Tubería PVC DN=63mm e=3mm, 1.25 Mpa

Unidad: m



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.02000	0.01	0.09%
Subtotal de Equipo:						0.01	0.09%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
235002	Polipega	gl	0.01000	48.84		0.49	4.26%
201975	Tubería PVC E/C 1.25 MPa D=50 mm	m	1.00000	10.76		10.76	93.57%
Subtotal de Materiales:						11.25	97.83%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.02000		0.16	1.39%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.02000		0.08	0.70%
Subtotal de Mano de Obra:						0.24	2.09%

Costo Directo Total: 11.50

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.30

Precio Unitario Total 13.80

Son: TRECE CON 80/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3018

Descrip.: Acople rapido hembra 50mm

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.00000	0.30	2.99%
Subtotal de Equipo:						0.30	2.99%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201377	Teflon	glb	1.00000	1.79		1.79	17.85%
201506	Adaptador PVC-HG D=50mm	u	1.00000	5.50		5.50	54.84%
Subtotal de Materiales:						7.29	72.68%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
403007	Estructura Ocupacional D2	0.20	4.10	1.00000	0.82	8.18%
402004	Estructura Ocupacional E2	0.40	4.05	1.00000	1.62	16.15%
Subtotal de Mano de Obra:					2.44	24.33%

Costo Directo Total: 10.03

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.01

Precio Unitario Total 12.04

Son: DOCE CON 04/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3375

Descripción: Acople rapido macho 50mm

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.00000	0.30	3.48%
Subtotal de Equipo:						0.30	3.48%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
201377	Teflon	glb	1.00000	1.79		1.79	20.74%
402014	Cadenero	Hora	1.00000	4.10		4.10	47.51%
Subtotal de Materiales:						5.89	68.25%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
403007	Estructura Ocupacional D2	0.20	4.10	1.00000	0.82	9.50%
402004	Estructura Ocupacional E2	0.40	4.05	1.00000	1.62	18.77%
Subtotal de Mano de Obra:					2.44	28.27%

Costo Directo Total: **8.63**

COSTOS INDIRECTOS

20 % **1.73**

Precio Unitario Total	10.36
------------------------------------	--------------

Son: DIEZ CON 36/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3225

Descrip.: Suministro e instalaciòn TEE PVC E/C D=50mm

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.35000	0.11	0.49%
Subtotal de Equipo:						0.11	0.49%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201417	Material Lubricante	lb	0.10000	0.60		0.06	0.27%
201763	Tee PVC U/E D=50mm	u	1.00000	19.20		19.20	86.37%
Subtotal de Materiales:						19.26	86.64%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.35000	1.44	6.48%
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.35000	1.42	6.39%
Subtotal de Mano de Obra:					2.86	12.87%

Costo Directo Total: 22.23

COSTOS INDIRECTOS

20 % 4.45

Precio Unitario Total 26.68

Son: VEINTE Y SEIS CON 68/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 540659

Descrip.: Montura para aspersor 50mm

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.00000	0.30	1.29%
Subtotal de Equipo:						0.30	1.29%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
236066	Montura D=50mm, rosca 3/4"	u	1.00000	1.83		1.83	7.84%
201623	Acople Aluminio A 3/4"	u	1.00000	8.94		8.94	38.32%
Subtotal de Materiales:						10.77	46.16%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
402004	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	1.00000		8.10	34.72%
404002	Estructura Ocupacional C3	1.00	4.16	1.00000		4.16	17.83%
Subtotal de Mano de Obra:						12.26	52.55%

Costo Directo Total: **23.33**

COSTOS INDIRECTOS

20 % **4.67**

Precio Unitario Total 28.00

Son: VEINTE Y OCHO CON 00/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3376

Descrip.: Sum - Ins. Reductor PVC E/C 50mm a 19mm

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.10000	0.03	0.30%
Subtotal de Equipo:						0.03	0.30%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
201417	Material Lubricante	lb	0.10000	0.60		0.06	0.61%
201623	Acople Aluminio A 3/4"	u	1.00000	8.94		8.94	90.76%
Subtotal de Materiales:						9.00	91.37%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.10000	0.41	4.16%	
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.10000	0.41	4.16%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.82	8.32%

Costo Directo Total: 9.85

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.97

Precio Unitario Total	11.82
------------------------------------	--------------

Son: ONCE CON 82/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 540660

Descrip.: Aspensor circular macho latón 3/4"

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.60000	0.18	1.15%
Subtotal de Equipo:						0.18	1.15%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
236099	Aspensor circular macho latón, D=3/4"	u	1.00000	10.61		10.61	67.67%
Subtotal de Materiales:						10.61	67.67%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.60000	2.43	15.50%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.60000	2.46	15.69%
Subtotal de Mano de Obra:					4.89	31.19%

Costo Directo Total: 15.68

COSTOS INDIRECTOS

20 % 3.14

Precio Unitario Total 18.82

Son: DIECIOCHO CON 82/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3377

Descrip.: Sum - Ins. Unión PVC 63mm

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.15000	0.05	1.68%
Subtotal de Equipo:						0.05	1.68%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
235002	Polipega	gl	0.01000	48.84		0.49	16.50%
236151	Unión PVC 63 mm	u	1.00000	1.20		1.20	40.40%
Subtotal de Materiales:						1.69	56.90%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.15000	0.61	20.54%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.15000	0.62	20.88%
Subtotal de Mano de Obra:					1.23	41.41%

Costo Directo Total: 2.97

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.59

Precio Unitario Total 3.56

Son: TRES CON 56/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3378

Descripción: Sum - Ins. Reductor excentrico PVC E/C 63mm a 25.4mm

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.10000	0.03	0.30%
Subtotal de Equipo:						0.03	0.30%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201417	Material Lubricante	lb	0.10000	0.60		0.06	0.61%
201623	Acople Aluminio A 3/4"	u	1.00000	8.94		8.94	90.76%
Subtotal de Materiales:						9.00	91.37%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.10000	0.41	4.16%
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.10000	0.41	4.16%
Subtotal de Mano de Obra:					0.82	8.32%

Costo Directo Total: 9.85

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.97

Precio Unitario Total 11.82

Son: ONCE CON 82/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3379

Descripción: Sum - Ins. Reductor concentrico PVC E/C 63 mm a 25.4 mm

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.10000	0.03	0.30%
Subtotal de Equipo:						0.03	0.30%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
201417	Material Lubricante	lb	0.10000	0.60		0.06	0.61%
201623	Acople Aluminio A 3/4"	u	1.00000	8.94		8.94	90.76%
Subtotal de Materiales:						9.00	91.37%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.10000	0.41	4.16%	
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.10000	0.41	4.16%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.82	8.32%

Costo Directo Total: 9.85

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.97

Precio Unitario Total	11.82
------------------------------------	--------------

Son: ONCE CON 82/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3263

Descrip.: Sum - Ins. Codo PVC E/C d = 63mm 90 grados

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.25000	0.08	1.40%
Subtotal de Equipo:						0.08	1.40%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
235002	Polipega	gl	0.01000	48.84		0.49	8.55%
235100	Codo PVC E/C D=63mm 90grados	u	1.00000	3.12		3.12	54.45%
Subtotal de Materiales:						3.61	63.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.25000		1.03	17.98%
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.25000		1.01	17.63%
Subtotal de Mano de Obra:						2.04	35.60%

Costo Directo Total: 5.73

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.15

Precio Unitario Total	6.88
------------------------------------	-------------

Son: SEIS CON 88/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 540664

Descrip.: Sum - Ins. Codo HG D=60.3mm, 45 grados (Importado)

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.10000	0.03	0.57%
Subtotal de Equipo:						0.03	0.57%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201377	Teflon	glb	0.10000	1.79		0.18	3.44%
209584	Codo HG D=60.3mm 45 grados	u	1.00000	4.20		4.20	80.31%
Subtotal de Materiales:						4.38	83.75%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.10000		0.41	7.84%
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.10000		0.41	7.84%
Subtotal de Mano de Obra:						0.82	15.68%

Costo Directo Total: 5.23

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.05

Precio Unitario Total 6.28

Son: SEIS CON 28/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3382

Descrip.: Sum - Ins. Codo HG D = 60.3mm, 90 grados

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.01500	0.00	0.00%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201946	Codo HG roscable D=60.3mm, 90 grados	U	1.00000	4.90		4.90	97.61%
Subtotal de Materiales:						4.90	97.61%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.01500	0.06	1.20%	
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.01500	0.06	1.20%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.12	2.39%

Costo Directo Total: 5.02

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.00

Precio Unitario Total 6.02

Son: SEIS CON 02/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 540665

Descrip.: Sum - Ins. Tee HG D=60.3mm

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.15000	0.05	0.36%
Subtotal de Equipo:						0.05	0.36%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
209236	Tee HG D=60.3mm	u	1.00000	12.45		12.45	90.68%
Subtotal de Materiales:						12.45	90.68%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.15000	0.62	4.52%	
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.15000	0.61	4.44%	
Subtotal de Mano de Obra:						1.23	8.96%

Costo Directo Total: 13.73

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.75

Precio Unitario Total	16.48
------------------------------------	--------------

Son: DIECISEIS CON 48/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A9102

Descrip.: Sum - Ins. Yee HG D= 63mm

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.30000	0.09	0.39%
Subtotal de Equipo:						0.09	0.39%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
235002	Polipega	gl	0.01000	48.84		0.49	2.13%
201873	Yee HG de 2 1/2" (63mm)	u	1.00000	20.00		20.00	86.84%
Subtotal de Materiales:						20.49	88.97%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.30000	1.23	5.34%	
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.30000	1.22	5.30%	
Subtotal de Mano de Obra:						2.45	10.64%

Costo Directo Total: 23.03

COSTOS INDIRECTOS

20 % 4.61

Precio Unitario Total	27.64
------------------------------------	--------------

Son: VEINTE Y SIETE CON 64/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3130

Descrip.: Sum - Ins. Válvula de Compuerta HF D = 60.3mm

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.60000	0.18	0.19%
Subtotal de Equipo:						0.18	0.19%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201478	Valvula de Compuerta HF D = 63mm	u	1.00000	88.28		88.28	94.57%
Subtotal de Materiales:						88.28	94.57%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.60000	2.46	2.64%
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.60000	2.43	2.60%
Subtotal de Mano de Obra:					4.89	5.24%

Costo Directo Total: 93.35

COSTOS INDIRECTOS

20 % 18.67

Precio Unitario Total 112.02

Son: CIENTO DOCE CON 02/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 540662

Descrip.: Sum - Ins. Válvula Check horizontal D = 60.3mm

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.80000	0.24	0.21%
Subtotal de Equipo:						0.24	0.21%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201377	Teflon	glb	1.00000	1.79		1.79	1.60%
236121	Válvula Check 63 mm	u	1.00000	99.75		99.75	89.21%
201769	Adaptador Macho PVC 63mm x 2"	u	2.00000	1.76		3.52	3.15%
Subtotal de Materiales:						105.06	93.95%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.80000	3.28	2.93%
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.80000	3.24	2.90%
Subtotal de Mano de Obra:					6.52	5.83%

Costo Directo Total: 111.82

COSTOS INDIRECTOS

20 % 22.36

Precio Unitario Total 134.18

Son: CIENTO TREINTA Y CUATRO CON 18/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS [

Análisis de Precios Unitarios

Código: 540539

Descrip.: Sum - Ins. Válvula de alivio de presiones D = 60.3mm

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.50000	0.15	0.01%
Subtotal de Equipo:						0.15	0.01%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201592	Válvula reductora de presión D=63mm	u	1.00000	1,200.00		1,200.00	99.65%
Subtotal de Materiales:						1,200.00	99.65%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.50000	2.03	0.17%	
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.50000	2.05	0.17%	
Subtotal de Mano de Obra:						4.08	0.34%

Costo Directo Total: 1,204.23

COSTOS INDIRECTOS

20 % 240.85

Precio Unitario Total 1,445.08

Son: UNO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y CINCO CON 08/100 DÓLARES DE LOS

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3380

Descrip.: Sum - Ins. Válvula de Pie D = 60.3mm

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.80000	0.24	0.80%
Subtotal de Equipo:						0.24	0.80%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201377	Teflon	glb	0.05000	1.79		0.09	0.30%
236122	Válvula de pie D = 63 mm	u	1.00000	19.86		19.86	66.31%
Subtotal de Materiales:						19.95	66.61%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402004	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.80000	6.48	21.64%
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.80000	3.28	10.95%
Subtotal de Mano de Obra:					9.76	32.59%

Costo Directo Total: 29.95

COSTOS INDIRECTOS

20 % 5.99

Precio Unitario Total 35.94

Son: TREINTA Y CINCO CON 94/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A3381

Descrip.: Sum - Ins. Bomba centrífuga una turbina 1.5 HP

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	2.00000	0.60	0.10%
Subtotal de Equipo:						0.60	0.10%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201709	Pernos para base de bomba	u	4.00000	3.31		13.24	2.20%
236139	Bomba Centrífuga 1.5 HP	u	1.00000	555.22		555.22	92.25%
Subtotal de Materiales:						568.46	94.45%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	2.00000	8.10	1.35%
403002	Estructura Ocupacional D2	2.00	4.10	2.00000	16.40	2.72%
404002	Estructura Ocupacional C3	1.00	4.16	2.00000	8.32	1.38%
Subtotal de Mano de Obra:					32.82	5.45%

Costo Directo Total: 601.88

COSTOS INDIRECTOS

20 % 120.38

Precio Unitario Total 722.26

Son: SETECIENTOS VEINTE Y DOS CON 26/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS

Análisis de Precios Unitarios

Código: 540663

Descrip.: Sum - Ins. Manómetro de Glicerina de 6atm

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.15000	0.05	0.26%
Subtotal de Equipo:						0.05	0.26%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201858	Manómetro de Glicerina 6 atm	u	1.00000	14.75		14.75	77.51%
103024	Cofre metálico pozos de revisión d= (600-700) mm	Hora	1.00000	3.00		3.00	15.76%
Subtotal de Materiales:						17.75	93.27%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.15000	0.62	3.26%
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.15000	0.61	3.21%
Subtotal de Mano de Obra:					1.23	6.46%

Costo Directo Total: 19.03

COSTOS INDIRECTOS

20 % 3.81

Precio Unitario Total 22.84

Son: VEINTE Y DOS CON 84/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 514023

Descripción: Sum - Ins. Tanque hidroneumático vertical 500 L, conexión 1 - 1/2"

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.00000	0.30	0.04%
102045	Wincha	Hora	1.00000	50.00	1.00000	50.00	5.96%
Subtotal de Equipo:						50.30	5.99%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	%
201722	Tanque hidroneumático vertical 500 L	u	1.00000	772.65	772.65	92.07%
Subtotal de Materiales:					772.65	92.07%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	3.00	4.05	1.00000	12.15	1.45%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	1.00000	4.10	0.49%
Subtotal de Mano de Obra:					16.25	1.94%

Costo Directo Total: 839.20

COSTOS INDIRECTOS

20 % 167.84

Precio Unitario Total 1,007.04

Son: UNO MIL SIETE CON 04/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 597021

Descrip.: Replanteo y Nivelación

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.02000	0.01	1.43%
101201	Equipo de topografía	Hora	1.00000	2.50	0.02000	0.05	7.14%
Subtotal de Equipo:						0.06	8.57%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201422	Tira de eucalipto de 4 cm x 5 cm x 3 m	u	0.06000	1.30		0.08	11.43%
201426	Tabla de encofrado	u	0.10000	3.07		0.31	44.29%
201427	Clavos 2"	kg	0.03000	2.63		0.08	11.43%
201445	Albalux	kg	0.01000	0.22		0.00	0.00%
Subtotal de Materiales:						0.47	67.14%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402004	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.02000	0.08	11.43%
454001	Topógrafo 2	1.00	4.55	0.02000	0.09	12.86%
Subtotal de Mano de Obra:					0.17	24.29%

Costo Directo Total: 0.70

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.14

Precio Unitario Total 0.84

Son: CERO CON 84/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 592020

Descrip.: Excavación a mano en terreno compactado,
Profundidad entre 2 y 4 m

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.25000	0.38	3.62%
Subtotal de Equipo:						0.38	3.62%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	1.25000	10.13	96.38%	
Subtotal de Mano de Obra:					10.13	96.38%	

Costo Directo Total: 10.51

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.10

Precio Unitario Total	12.61
------------------------------------	--------------

Son: DOCE CON 61/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A6002

Descrip.: Mamposteria de Bloque de Concreto

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.50000	0.15	0.80%
Subtotal de Equipo:						0.15	0.80%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.02100	0.30		0.01	0.05%
211002	Arena de Paute	m3	0.06600	26.79		1.77	9.45%
201012	Cemento Portland	kg	30.45000	0.17		5.18	27.66%
201550	Bloque concreto 15x20x40	u	13.00000	0.58		7.54	40.26%
Subtotal de Materiales:						14.50	77.42%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.50000	2.03	10.84%
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.50000	2.05	10.95%
Subtotal de Mano de Obra:					4.08	21.78%

Costo Directo Total: 18.73

COSTOS INDIRECTOS

20 % 3.75

Precio Unitario Total 22.48

Son: VEINTE Y DOS CON 48/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 506007

Descrip.: Hormigón Simple f'c= 180 kg/cm2

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.20000	0.36	0.28%
102031	Concreteira de un Saco	Hora	1.00000	2.30	1.20000	2.76	2.16%
102032	Vibrador	Hora	1.00000	1.38	1.20000	1.66	1.30%
Subtotal de Equipo:						4.78	3.74%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.17200	0.30		0.05	0.04%
211002	Arena de Paute	m3	0.55000	26.79		14.73	11.53%
211003	Grava 3/4"	m3	0.74000	20.00		14.80	11.58%
201012	Cemento Portland	kg	320.00000	0.17		54.40	42.58%
Subtotal de Materiales:						83.98	65.73%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	6.00	4.05	1.20000	29.16	22.82%	
403002	Estructura Ocupacional D2	2.00	4.10	1.20000	9.84	7.70%	
Subtotal de Mano de Obra:						39.00	30.53%

Costo Directo Total: 127.76

COSTOS INDIRECTOS

20 % 25.55

Precio Unitario Total	153.31
------------------------------------	---------------

Son: CIENTO CINCUENTA Y TRES CON 31/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS [

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A0001

Descrip.: Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2

Unidad: kg



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.03000	0.01	0.49%
101A08	Cortadora de Hierro	Hora	1.00000	0.70	0.03000	0.02	0.98%
Subtotal de Equipo:						0.03	1.47%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	%
201457	Acero de Refuerzo	kg	1.10000	1.20	1.32	64.71%
201458	Alambre de amarre # 18	kg	0.15000	2.17	0.33	16.18%
Subtotal de Materiales:					1.65	80.88%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402004	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.03000	0.24	11.76%
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.03000	0.12	5.88%
Subtotal de Mano de Obra:					0.36	17.65%

Costo Directo Total: 2.04

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.41

Precio Unitario Total 2.45

Son: DOS CON 45/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 507001

Descrip.: Enlucido exterior e interior

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	2.00000	0.30	0.66000	0.40	4.54%
Subtotal de Equipo:						0.40	4.54%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.00500	0.30		0.00	0.00%
211002	Arena de Paute	m3	0.02500	26.79		0.67	7.60%
201012	Cemento Portland	kg	13.90000	0.17		2.36	26.79%
Subtotal de Materiales:						3.03	34.39%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.66000	2.67	30.31%
403002	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.66000	2.71	30.76%
Subtotal de Mano de Obra:					5.38	61.07%

Costo Directo Total: 8.81

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.76

Precio Unitario Total 10.57

Son: DIEZ CON 57/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 511025

Descripción: Pintura de esmalte interior-exterior

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	2.00000	0.30	0.02000	0.01	0.10%
101A0N	Taladro de Mezcla	Hora	1.00000	0.50	0.50000	0.25	2.39%
Subtotal de Equipo:						0.26	2.49%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201618	Pintura acrílica para exteriores e interiores	kg	2.00000	3.50		7.00	67.05%
Subtotal de Materiales:						7.00	67.05%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	0.25000	1.01	9.67%	
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.25000	1.03	9.87%	
453001	Estructura Ocupacional C1_Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	4.55	0.25000	1.14	10.92%	
Subtotal de Mano de Obra:						3.18	30.46%

Costo Directo Total: 10.44

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.09

Precio Unitario Total	12.53
------------------------------------	--------------

Son: DOCE CON 53/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 500062

Descrip.: Sum - Ins. Puerta de madera

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	5.00000	0.30	5.00000	7.50	6.13%
Subtotal de Equipo:						7.50	6.13%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
200145	Bisagra metálica de 3"	u	3.00000	0.40		1.20	0.98%
200146	Puerta de madera de 0.70 x 2.10	u	1.00000	100.00		100.00	81.78%
200147	Cerradura DURALOCK Pomo metálico	u	1.00000	7.48		7.48	6.12%
Subtotal de Materiales:						108.68	88.88%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	1.00000	4.05	3.31%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.50000	2.05	1.68%
Subtotal de Mano de Obra:					6.10	4.99%

Costo Directo Total: 122.28

COSTOS INDIRECTOS

20 % 24.46

Precio Unitario Total 146.74

Son: CIENTO CUARENTA Y SEIS CON 74/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE

Análisis de Precios Unitarios

Código: 517015

Descrip.: Sum - Ins. Tablero de Bombas y Válvulas (TBV)
(incluye recableado de Tablero PLC)

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	56.00000	16.80	0.88%
222001	Cemento portland tipo I	saco (50kg)	1.00000	7.34	32.00000	234.88	12.29%
Subtotal de Equipo:						251.68	13.17%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
2N1018	Polilimpia 1000 Cc	lt	1.00000	6.30		6.30	0.33%
201815	Descargador de sobretensiones unipolar de montaje en riel din	u	1.00000	116.00		116.00	6.07%
201816	Accesorios Varios	glb	10.00000	2.00		20.00	1.05%
201819	Riel Din	u	1.00000	2.96		2.96	0.15%
201820	Terminal Talon para clabe AWG #6 para tierra	u	1.00000	0.26		0.26	0.01%
2N2001	Tee PVC 50 mm E/C	u	160.00000	0.88		140.80	7.37%
207001	Polipega (200cc)	u	300.00000	2.96		888.00	46.48%
Subtotal de Materiales:						1,174.32	61.47%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	56.00000	229.60	12.02%
453001	Estructura Ocupacional C1_Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	4.55	56.00000	254.80	13.34%
Subtotal de Mano de Obra:					484.40	25.36%

Costo Directo Total: 1,910.40

COSTOS INDIRECTOS

20 % 382.08

Precio Unitario Total 2,292.48

Son: DOS MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS CON 48/100 DÓLARES DE LOS ESTADOC

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A8017

Descrip.: Tomacorriente Trifásico 50A para montaje sobrepuesto salida 220V

Unidad: punto



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.25000	0.08	0.21%
Subtotal de Equipo:						0.08	0.21%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201799	Tubería Metalica EMT D=1/2"	m	3.00000	2.95		8.85	23.09%
201754	Alambre sólido #10	ml	10.00000	0.82		8.20	21.39%
201801	Union/conector para tubería metálica EMT 1/2"	u	2.00000	0.50		1.00	2.61%
201800	Caja de paso cuadrada para tubería metálica EMT D=1/2" 4x4	u	1.00000	2.48		2.48	6.47%
201751	Cajetín rectangular	u	1.00000	0.75		0.75	1.96%
200207	Tomacorriente Trifásico 50A	u	1.00000	13.39		13.39	34.93%
Subtotal de Materiales:						34.67	90.45%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
453001	Estructura Ocupacional C1_Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1.00	4.55	0.25000	1.14	2.97%	
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.20000	0.82	2.14%	
402004	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.20000	1.62	4.23%	
Subtotal de Mano de Obra:						3.58	9.34%

Costo Directo Total: 38.33

COSTOS INDIRECTOS

20 % 7.67

Precio Unitario Total	46.00
------------------------------------	--------------

Son: CUARENTA Y SEIS CON 00/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A7018

Descrip.: Cubierta de fibrocemento

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.25000	0.08	1.18%
101A0A	Amoladora	Hora	1.00000	1.00	0.25000	0.25	3.68%
101A0I	Andamios	Hora	4.00000	0.09	0.25000	0.09	1.32%
Subtotal de Equipo:						0.42	6.18%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201978	Plancha de Fibrocemento 1.1x2.4	m2	0.54000	5.60		3.02	44.41%
201979	Gancho J con capuchón 1/4"x1/2"	u	3.00000	0.10		0.30	4.41%
Subtotal de Materiales:						3.32	48.82%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
403007	Estructura Ocupacional D2	1.00	4.10	0.25000		1.03	15.15%
402004	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.25000		2.03	29.85%
Subtotal de Mano de Obra:						3.06	45.00%

Costo Directo Total: 6.80

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.36

Precio Unitario Total 8.16

Son: OCHO CON 16/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 513001

Descrip.: Cargada de material a mano

Unidad: m3



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	1.00000	0.30	6.90%
Subtotal de Equipo:						0.30	6.90%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	1.00	4.05	1.00000	4.05	93.10%
Subtotal de Mano de Obra:					4.05	93.10%

Costo Directo Total: 4.35

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.87

Precio Unitario Total 5.22

Son: CINCO CON 22/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 597027

Descrip.: Limpieza del terreno

Unidad: m2



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Herramienta menor	Hora	1.00000	0.30	0.12500	0.04	3.81%
Subtotal de Equipo:						0.04	3.81%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.12500	1.01	96.19%
Subtotal de Mano de Obra:					1.01	96.19%

Costo Directo Total: 1.05

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.21

Precio Unitario Total 1.26

Son: UNO CON 26/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 593003

Descrip.: Señalización con cintas de peligro

Unidad: m



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201424	Cinta plástica de señalización	m	1.00000	0.31		0.31	79.49%
Subtotal de Materiales:						0.31	79.49%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
401001	Estructura Ocupacional E2	2.00	4.05	0.01000	0.08	20.51%
Subtotal de Mano de Obra:					0.08	20.51%

Costo Directo Total: 0.39

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.08

Precio Unitario Total 0.47

Son: CERO CON 47/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 593032

Descrip.: Valla metálica de advertencia de obras

Unidad: u



COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201A08	Valla Metálica de Advertencia 1.22 x 0.70 m	u	1.00000	80.00		80.00	100.00%
Subtotal de Materiales:						80.00	100.00%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:					0.00	0.00%

Costo Directo Total: 80.00

COSTOS INDIRECTOS

20 % 16.00

Precio Unitario Total 96.00

Son: NOVENTA Y SEIS CON 00/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA