

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

‘‘Diseño de un sistema de captación agua lluvia (scall) para el abastecimiento de equipos sanitarios en el edificio del hospital docente veterinario de la Universidad Técnica de Ambato campus Querochaca’’

Trabajo de titulación modalidad proyecto técnico, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

Autor: Miguel Sebastián Morales Villacís
Tutor: Ing. Jorge Javier Guevara Robalino

Ambato – Ecuador
2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del proyecto técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniería Civil, con el tema: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA" elaborado por el estudiante Miguel Sebastián Morales Villacís, portador de la cédula de ciudadanía número 1804826657, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes
- Está concluido en su totalidad

Ambato, julio de 2025

.....

Ing. Jorge Javier Guevara Robalino. PhD

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Miguel Sebastián Morales Villacís**, con C.C. 1804826657 declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente proyecto técnico con el tema: ¨DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA¨ así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto técnico, a excepción de las referencias bibliográfica citadas en el mismo. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor

Ambato, julio de 2025



.....

Miguel Sebastián Morales Villacís

C.C.1804826657

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi proyecto técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Ambato, julio de 2025



.....

Miguel Sebastián Morales Villacís

C.C.1804826657

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del proyecto técnico, realizado por el estudiante Miguel Sebastián Morales Villacís, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **¨DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA¨**

Ambato, julio de 2025

Para constancia firman:

Ing. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes. Mg
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO
C.C..:1803324894

Ing. Alex Gustavo López Arboleda.Mg
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO
C.C..:1802919322

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación que es fruto de esfuerzo y dedicación, quiero hacerlo con mucho cariño fraterno y mucho amor sincero para todas esas personas especiales que a lo largo de este camino universitario y de vida han llegado en su momento exacto aportando con mucho en el tiempo que Dios quiso en mi vida.

Soy creyente de fe, por eso dedico a Dios por ser guía y fortaleza en los momentos más duros y difíciles, donde me sentía que no podía y que era demasiado complejo conseguir algo que estoy próximo a sustentar.

A mis Abuelitos, Miguel y Elsa, porque en algún momento les hice una promesa; llegar hasta aquí, defender mi tesis y darles el orgullo y la satisfacción de verme graduado como ingeniero civil. Hoy, cumplir este sueño es también honrar el esfuerzo, los valores y el amor que siempre me han dado.

A mi madre, Mariuxy, por ser pilar fundamental en mi camino académico. Gracias por tu apoyo incondicional en cada noche agotadora de estudio, por enseñarme que la universidad es cuestión de responsabilidad, esfuerzo y dedicación. Tu constante aliento incluso en los momentos más difíciles me ha recordado que todo en la vida tiene su recompensa, que el éxito depende del nivel de dedicación que le pongamos en cada paso. Este logro es tan tuyo como mío.

A mi tía, Tita, que ha sido un pilar fundamental a lo largo de mi vida, por sus habladas y sus constantes alientos, quien me ha apoyado desde que soy un niño y que hoy le agradezco por siempre estar. Por brindarme siempre cariño y por apoyarme en lo más mínimo, por estar pendiente de mis estudios y por darme una segunda madre que siempre está orgullosa de mi.

A mis mejores amigos: A Axel por ser un amigo leal y siempre estar a mi lado en los momentos más importantes. Gracias por tus conejos, risas y por ser fuente de motivación constante. Tu apoyo ha sido clave para llegar hasta aquí, y valoro profundamente cada momento compartido.

A Jimmy, Jijo,por ser esa persona que sabe escuchar, siempre está, que sabe aconsejar y siempre hablarme para bien. Gracias por tu amistad incondicional, por tu hermandad, por tus palabras de aliento y por hacerme ver las cosas desde una perspectiva distinta y real. Tu apoyo ha sido fundamental y me ha dado fuerzas en los momentos de duda y sobretodo me ha brindado seguridad cuando lo necesitaba.

A Sebas G. por ser un amigo auténtico, siempre dispuesto a brindar su apoyo con una sonrisa. Gracias por las aventuras, por las risas y por ser ese amigo que siempre sabe cómo hacerme sentir bien. Tu presencia ha sido una gran fuente de energía durante todo este proceso, y me siento afortunado de tenerte en mi vida.

A todos mis amigos y familia por su constante apoyo, amor y motivación. Gracias por estar siempre a mi lado, por brindarme su confianza y por ser una fuente de energía en cada momento. Este logro es también gracias a ustedes

Miguel Sebastián Morales Villacís

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, especialmente a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por brindarme la formación académica, el espacio de desarrollo profesional y las herramientas necesarias para cumplir este objetivo.

A mi tutor de tesis, Ing Jorge Javier Guevara Robalino, por su orientación técnica, su exigencia académica y su compromiso en guiarme hacia un resultado de calidad, por ser más que un docente un gran amigo y una verdadera amistad docente-estudiante.

A los docentes que compartieron sus conocimientos con dedicación, los que inspiraron mi camino profesional y sembraron en mí la pasión por la ingeniería civil.

A las autoridades y personal del Hospital Docente Veterinario de la UTA, por permitirme desarrollar mi proyecto en sus instalaciones y aportar al uso sostenible del recurso hídrico en su entorno.

A mis amigos y compañeros de carrera, por su apoyo incondicional, por las risas compartidas y por hacer más llevadero el camino universitario.

Finalmente, gracias a todos quienes, de una u otra forma, formaron parte de este proceso. Cada gesto, cada palabra y cada enseñanza han dejado huella en este trabajo y en mí.

Miguel Sebastián Morales Villacís

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

PORTADA ..... *I*
APROBACIÓN DEL TUTOR ..... *II*
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ..... *III*
DERECHOS DE AUTOR ..... *IV*
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO ..... *V*
DEDICATORIA ..... *VI*
AGRADECIMIENTOS ..... *VIII*
RESUMEN EJECUTIVO ..... *XII*
ABSTRACT ..... *XIII*
CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO *14*
1.1. Justificación **14**
1.2. Antecedentes Investigativos **16**
1.3. Objetivos **18**
1.3.1. Objetivo General 18
1.3.2. Objetivos Específicos 18
2. CAPITULO II.- METODOLOGÍA *19*
2.1. Materiales **19**
2.2. Métodos **20**
1. FASE 1. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN 20
2. FASE 2. DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA DE LLUVIA (SCALL) 22
3. FASE 3. PLANOS Y ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS 31
CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN *33*
3.1. Análisis y discusión de resultados **33**
A. FASE 1. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN 33
B. FASE 2. DISEÑO DEL SCALL 39
C. FASE III. PLANOS Y ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS 74
CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES *77*
4.1. Conclusiones **77**
4.2. Recomendaciones **79**
Bibliografía *81*

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.. Coeficientes de escurrimiento 25
Tabla 2.Consideraciones Generales 35
Tabla 3. Precipitación Promedio Mensual 37
Tabla 4.Volúmen promedio de captación anual 41
Tabla 5.Especificaciones de canaleta (Fuente:Plastigama) 45
Tabla 6. Volúmen captado 48
Tabla 7.Especificaicones tanque Rotoplas 49
Tabla 8.Especificaciones de filtro 51
Tabla 9. Especificaciones de bomba 66
Tabla 10. Especificaciones de panel solar 69
Tabla 11. Especificaciones de panel Luxen 71

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Edificio Hospital Docente Veterinario de la Universidad Técnica de Ambato 35
Imagen 2.Techo existente accesible 36
Imagen 3.Losa inaccesible 36
Imagen 4. Áreas de captación 40
Imagen 5.Detalle canaleta 45
Imagen 6. Tanque Rotoplas 49
Imagen 7.Bomba de Agua Centrífuga Serie CEP de 1 a 1.5 Hp, Pearl 66
Imagen 8. Panel Policristalino de 330Wp 70
Imagen 9.Panel Luxen 330Wp 72
Imagen 10. Esquema básico de panel solar y captación de energía fotovoltaica 73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Componentes del SCALL 23

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.Precipitación Promedio Mensual 38

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 84
ANEXO 2 117
ANEXO 3 120
ANEXO 4 168

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tiene como finalidad el diseño de un Sistema de Captación de Agua Lluvia (SCALL) destinado al abastecimiento auxiliar de aparatos sanitarios en el Hospital Docente Veterinario de la Universidad Técnica de Ambato, campus Querochaca. Esta propuesta busca aprovechar un recurso natural subutilizado en la zona, con un enfoque técnico, sostenible y eficiente. El diseño se basa en el cálculo de caudales de captación y almacenamiento, considerando una población fija de 26 personas y un área verde de 100 m².

El sistema comprende elementos como canaletas, bajantes de PVC de 75 mm, filtros tipo First Flush de 70 litros con cartucho de 10", un tanque Rotoplas de almacenamiento intermedio, una bomba alimentada por paneles solares y un sistema de distribución eficiente. La captación de agua lluvia se realiza sobre una superficie total de cubierta de 523.78 m², aprovechando el potencial pluvial del sitio.

Las decisiones de diseño se respaldan con normativa ecuatoriana vigente: NEC Agua Lluvia, NTE INEN 005, 1618, 1984, entre otras. Se utilizaron herramientas como Excel automatizado para el dimensionamiento hidráulico, AutoCAD para el desarrollo de planos técnicos y un análisis de precios unitarios para establecer el presupuesto referencial del sistema. La propuesta garantiza eficiencia hidráulica, reducción de consumo de agua potable y autosuficiencia energética parcial, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y gestión integrada de recursos hídricos.

Es importante mencionar que este proyecto en cuanto al enfoque ambiental se refleja en la mitigación del impacto hídrico de las actividades hospitalarias y la promoción de tecnologías sostenibles de bajo costo y fácil implementación. Además el sistema contribuye a la resiliencia climática y puede ser aplicado en otras infraestructuras similares.

PALABRAS CLAVE: AGUA LLUVIA, SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA (SACLL), HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO.

ABSTRACT

This study develops a sustainable rainwater harvesting solution (SCALL) designed to serve as an auxiliary supply system for sanitary devices at the Veterinary Teaching Hospital of the Technical University of Ambato, located in the Querochaca campus. The approach addresses the need for alternative water sources in institutional facilities, emphasizing efficiency, resilience, and low environmental impact. The design is based on rainfall data, site-specific catchment potential, and the estimated demand from a user population of 26 individuals and a 100 m² green area.

The proposed infrastructure integrates PVC guttering systems, 75 mm downpipes, first flush filtration units with 70-liter chambers and 10-inch cartridges, an intermediate storage tank, a solar-powered pump, and a distribution network tailored for minimal energy consumption. Rainwater collection is optimized over a 523.78 m² roof area, allowing for significant volume recovery during precipitation events.

The system's parameters adhere to current Ecuadorian technical standards, including NEC Rainwater and NTE INEN codes 005, 1618, and 1984. Design tools included a custom hydraulic sizing spreadsheet and CAD-based layout plans. A unit cost analysis was conducted to estimate the investment needed for implementation. The proposed solution enhances water efficiency, reduces reliance on potable supply networks, and promotes renewable energy integration.

Environmentally, this system supports institutional adaptation to climate variability, reduces water consumption impacts, and introduces a scalable model for sustainable infrastructure. Its modular nature allows replication in similar public or academic facilities seeking to implement eco-efficient water strategies.

KEYWORDS: RAINWATER SYSTEMS, SCALL, WATER SUSTAINABILITY, GREEN INFRASTRUCTURE, SOLAR PUMP, ECUADORIAN CODE

CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1. Justificación

Es importante mencionar que nuestro país en la actualidad enfrenta un incremento en las olas de calor y es debido al calentamiento global y sus efectos invernaderos en la capa atmosférica, lo que hace de Ecuador intensifique los periodos de sequía generando preocupaciones sobre el futuro del líquido vital y su disponibilidad en un futuro. Esta problemática se agrava por la desigualdad y mala distribución del recurso hídrico por la falta de proyectos de ingeniería que optimicen su regulación y aumenten la capacidad de almacenamiento, lo que permita una gestión más efectiva durante temporadas con bajas precipitaciones. [1]

A su vez, la escasez de agua en ciertos periodos se refleja en la dificultad para mantener la presión adecuada en las tuberías, lo que limita el suministro en algunas construcciones urbanas. La implementación de sistemas sostenibles podría ofrecer una solución efectiva a este desafío, lo que haría posible extender su uso a edificaciones más grandes. Cabe recalcar que esto permitiría reducir la dependencia del sistema convencional de abastecimiento de agua, destacando la sostenibilidad como un beneficio clave.

En el caso de la Universidad Técnica de Ambato, el aumento continuo de la población estudiantil ha generado un mayor consumo de agua, lo que incrementa significativamente los costos asociados al suministro de este recurso vital. Sin embargo, las áreas disponibles para captar agua de lluvia presentan una alternativa eficiente y sostenible. El agua pluvial, al estar relativamente libre de contaminantes gracias a los niveles moderados de contaminación ambiental en esta zona, puede ser tratada con facilidad y se considera prácticamente desmineralizada y de alta pureza.

Particularmente, el uso del agua de lluvia en sistemas como los WC resulta viable, ya que no requiere potabilización. Los principales contaminantes presentes en el agua de lluvia suelen ser partículas de polvo o residuos del ambiente, los cuales pueden eliminarse con filtros básicos, como rejillas para retener partículas más

grandes. Este sistema no solo permite aprovechar el agua para diferentes usos, sino que también contribuye a minimizar el desperdicio.

La integración de un Sistema de Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia (SCALL) en el edificio del Hospital Docente Veterinario de la Universidad Técnica de Ambato se presenta como una oportunidad para abordar de manera innovadora los retos relacionados con el suministro de agua, ya que por ser una edificación **de tipo especial o infraestructura crítica debe cumplir funciones esenciales, teniendo un abastecimiento de líquido vital mayor que el de una construcción normal.** Este proyecto no solo busca garantizar una gestión más eficiente y sostenible del recurso hídrico, sino también reducir la dependencia de fuentes externas, contribuyendo a un modelo más rentable y ecológico para la institución.

1.2. Antecedentes Investigativos

En países de Latinoamérica como Brasil y México, la captación de agua de lluvia ha sido implementada en diversos contextos, destacándose su uso en zonas rurales y urbanas. En Brasil, el programa "Cisternas", promovido por el gobierno, busca garantizar el acceso al agua potable en regiones semiáridas. Este programa ha permitido a comunidades vulnerables almacenar agua de lluvia para consumo doméstico y uso agrícola, logrando mitigar la dependencia de fuentes externas de agua y aumentar la resiliencia frente a sequías prolongadas [2].

Por su parte, en México, el proyecto "Isla Urbana" ha desarrollado sistemas de captación en zonas marginadas de Ciudad de México, donde el acceso al agua potable es limitado. Este sistema ha reducido en un 40% la dependencia de camiones cisterna, promoviendo la autogestión del recurso hídrico por parte de las comunidades [3].

En Europa, países como Alemania y España han adoptado tecnologías avanzadas para la gestión del agua de lluvia en entornos urbanos. Alemania, pionera en sostenibilidad hídrica, cuenta con normativas estrictas que fomentan la instalación de sistemas SCALL en edificios nuevos y existentes. Ciudades como Berlín han integrado la captación de agua de lluvia en proyectos de urbanismo sostenible, utilizando el agua recolectada para riego y limpieza de espacios públicos [4].

En España, la ciudad de Barcelona ha incorporado sistemas de captación de agua de lluvia en sus infraestructuras municipales, especialmente en instalaciones deportivas y escuelas. Además, normativas locales incentivan la reutilización del agua de lluvia, generando beneficios económicos y ambientales al reducir el consumo de agua potable [5].

En Ecuador, la implementación de sistemas SCALL puede abordar problemas críticos como la escasez hídrica en ciertas regiones y la presión sobre los sistemas de agua potable. Según estudios del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), la distribución desigual de las precipitaciones y la creciente demanda de agua agravan la situación en zonas urbanas y rurales [6]

El hospital docente veterinario de la Universidad Técnica de Ambato, al incorporar un sistema SCALL, no solo optimizaría el uso del recurso hídrico en actividades no potables, sino que también serviría como modelo para otras instituciones educativas y de salud en el país. Además, esta iniciativa podría promover la educación ambiental y el uso de tecnologías sostenibles, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, específicamente con el objetivo 6, "Agua limpia y saneamiento" [7].

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar un Sistema de Captación Agua Lluvia (SCALL), para los aparatos sanitarios del edificio del Hospital Docente Veterinario de la Universidad Técnica de Ambato mediante un estudio de viabilidad técnica que permita el aprovechamiento de agua lluvia.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar la viabilidad del SCALL para la recolección de agua lluvia para el edificio del Hospital Docente Veterinario de la Universidad Técnica de Ambato ubicado en Querochaca basado en la experiencia en otros países.
- Calcular el consumo requerido en los aparatos sanitarios, volúmenes de almacenamiento y el diseño de componentes necesarios para el montaje del SCALL.
- Realizar los planos y análisis de precios unitario para el SCALL

CAPITULO II.- METODOLOGÍA

El proyecto se estructurará en tres fases claramente definidas. En la primera etapa, se evaluará la viabilidad del sistema SCALL para la recolección de agua de lluvia en el edificio del Hospital Docente Veterinario de la Universidad Técnica de Ambato, utilizando datos recopilados de experiencias en otros países como base para el análisis. La segunda fase, se procederá a calcular el consumo de agua requerido por los aparatos sanitarios, determinar el volumen óptimo de almacenamiento y diseñar los componentes necesarios para la implementación del sistema y en la tercera etapa, se desarrollarán los planos detallados del sistema y se llevará a cabo un análisis de precios unitarios, lo que permitirá estimar los costos y garantizar la factibilidad económica del proyecto.

2.1. Materiales

En la fase inicial del proyecto, se recurrirá a anuarios meteorológicos para obtener datos precisos sobre las precipitaciones en la zona donde se encuentra ubicado el edificio. Esto permitirá evaluar la capacidad de captación de agua de lluvia del área.

Durante la segunda fase, se emplearán herramientas de medición como distanciómetros, flexómetros y material de registro para tomar las dimensiones necesarias del edificio. Estos datos se analizarán utilizando software como Excel, en el que se realizarán los cálculos relacionados con los componentes del sistema. Además, se capturarán imágenes del edificio utilizando una cámara fotográfica, lo que facilitará el registro visual del espacio destinado para la implementación.

En la tercera y última fase, se aprovecharán los recursos educativos de la universidad, como las licencias de software especializados en dibujo técnico, para elaborar planos detallados del sistema de captación de agua de lluvia. Estos planos serán fundamentales para visualizar y comunicar el diseño final del proyecto, asegurando una implementación efectiva y eficiente.

2.2. Métodos

Despues de haber descrito los materiales y equipos utilizados en la ejecucion del proyecto tecnico, se pricedera a exponer de manera detallada los enfoques de invesigacion empleados en cada fase de estudio. Estos metodos fueron fundamentales para el cumplimiento de las actividades planteadas en casa uno de los objetivos especificos establecidos

1. FASE 1. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

En la fase incial, se adoptó una metodologia micta que combinó enofques cuantitativos y cualitativos. Durante este proceso, se recopilo infomracion detallada sobre las caractiristicas del sitio y los requerimientos especificos del proyecto, lo que permitió una comprension integral de las condiciones y necesidades a abordar.

1) Investigación Bibliográfica

Se llevó a cabo una investigación bibliográfica basada en fuentes secundarias, la cual incluyo la revision de documentos existentes y sobretodo el analisis de registros previos. Durante este proceso, se ha recopilado articulos cientificos, revistas especializadas, libros y normativas relacionadas con las metodologias utilizadas en diferentes paises donde ya se han implementado diversos sistemas de captacion de Agua de Lluvia (SCALL). El objetivo fue identificar aquellas estrategias que resulten viables para su aplicación en Ecuador, tomanod en cuenta los lineamientos tecnicos mas adecuados para el contexto local.

2) Investigación de Campo

Para el diseño del Sistema de Captación Agua de Lluvia (SCALL), se realizó un levantamiento de información detallado del edificio en el que se va a implementar. Entre los factores analizados se incluyeron el uso de la infraestructura, la cantidad de personal que labora en dicho edificio donde la misma será considerada como poblacion permanente y la frecuencia de utilizacion de los equipos sanitarios por persona. Además, se determinó el número y tipo de dispositivos sanitarios existentes con el fin de calcular el consumo de agua por descarga.

Cabe recalcar que se evaluaron las condiciones estructurales del edificio mediante mediciones precisas de parámetros clave, tales como las dimensiones de la superficie de captación, la inclinación de bajantes y canaletas, así como los materiales de construcción más recomendables. Adicionalmente, se llevó a cabo el redibujo del plano arquitectónico con base en la información proporcionada por la Dirección de Infraestructura de la Universidad Técnica de Ambato (DIRINF)

3) Datos Pluviométricos

En esta etapa se emplearon métodos secundarios para la recopilación y análisis de datos relacionados con la participación en la zona de estudio. Se revisaron registros históricos de lluvias en el lapso de 10 años que fueron obtenidos de estaciones meteorológicas del cantón Ambato.

Es importante recalcar que cercano a la localización del edificio de estudio, existe una estación meteorológica, la misma que permite obtener datos exactos de precipitaciones en la ubicación del hospital docente veterinario. Cabe indicar que estas estaciones pertenecen al Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua, sin embargo aquella mencionada es adminitsrada por el INAMHI. Estos datos fueron fundamentales para evaluar el comportamiento de las precipitaciones en la región y calcular el promedio mensual de lluvias mediante un método aritmético.

Esta información se consideró esencial para dimensionar adecuadamente el Sistema de Captación Agua de Lluvia (SCALL), garantizando que su capacidad y almacenamiento sean óptimos para las condiciones climáticas del área.

2. FASE 2. DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA DE LLUVIA (SCALL)

En la segunda etapa del estudio, se adoptó un enfoque exclusivamente cuantitativo, centrado en el análisis y procesamiento de los datos recopilados previamente. Esta fase incluyó la ejecución de cálculos fundamentales para la correcta concepción del Sistema de Captación Agua Lluvia (SCALL), considerando cada uno de sus elementos estructurales y funcionales. A continuación, se detalla de manera ordenada el procedimiento seguido para el diseño integral del sistema.

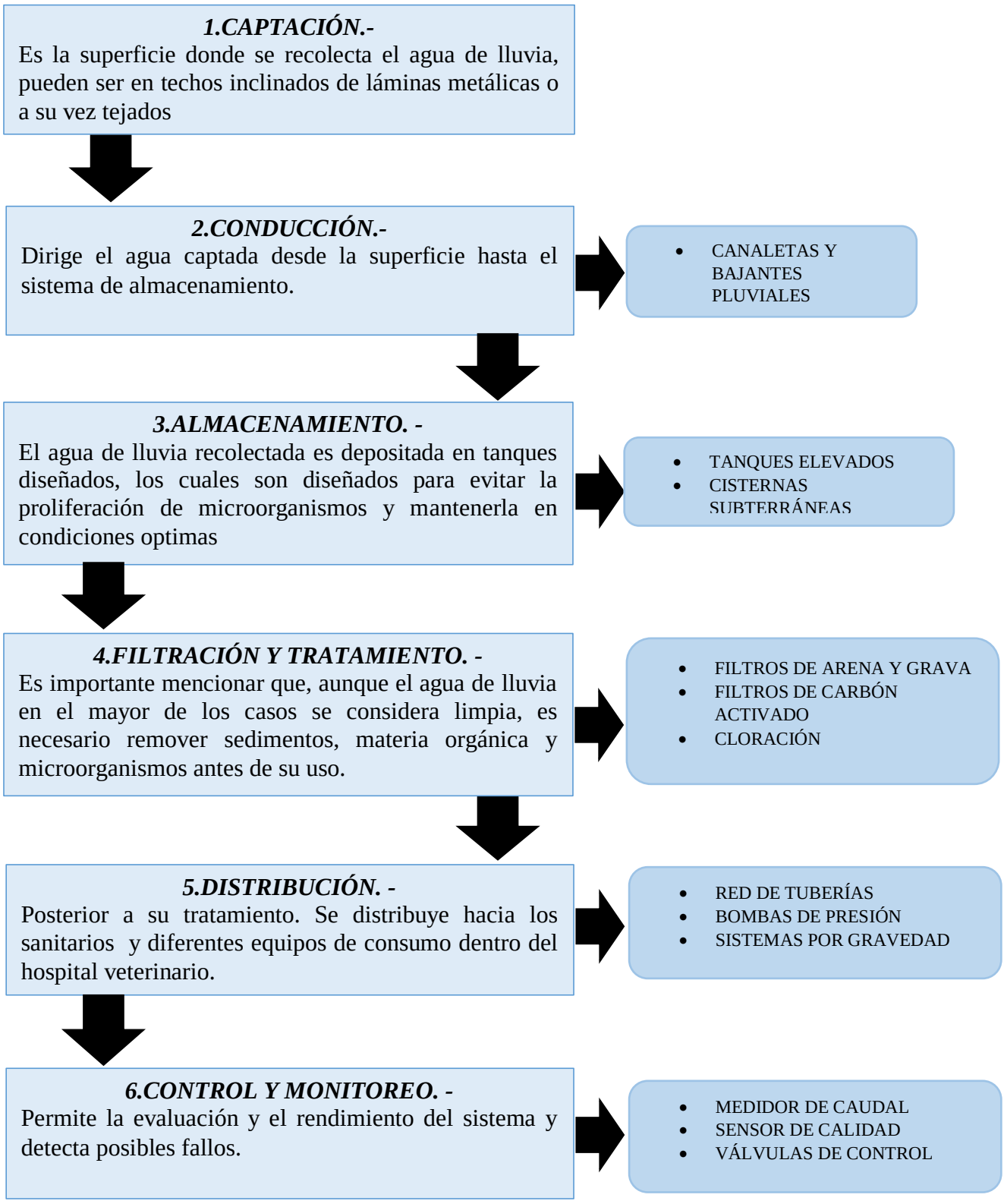


Figura 1.Componentes del SCALL

1. CAPTACIÓN

a) Área de Captación

Para el área de captación se evaluó la superficie con el objetivo de estimar la cantidad de agua que podría ser recolectada y almacenada para abastecer los equipos sanitarios del edificio. Se consideraron factores clave como el área disponible, las condiciones del material de cubierta y la inclinación de la losa, garantizando que el escurrimiento del agua ocurra de manera eficiente hacia las canaletas y tuberías de conducción. Este aspecto es determinante en el diseño del sistema de captación, ya que incide directamente en la eficiencia hidráulica y en la capacidad de aprovechamiento del recurso hídrico.

Cabe indicar que el hospital docente veterinario, edificio que se considera para el estudio, cuenta con una losa inaccesible recubierta con paneles de alucobond, un material que facilita el flujo del agua y reduce la acumulacion de residuos. Para garantizar un drenaje adecuado y evitar encharcamientos, se consideró una pendiente mínima del 1% al 2%, lo que permite dirigir el agua de lluvia hacia los puntos de captación sin comprometer la estructura ni generar acumulaciones indeseadas. En los cálculos de captación, se tomó en cuenta la proyección horizontal de la losa, equivalente a la planta del edificio, sin considerar la inclinación, con el fin de estimar con precisión el volumen de agua recuperable en función de las precipitaciones promedio registradas en la zona.

b) Coeficiente de escurrimiento

No toda el agua lluvia que incide sobre una superficie puede ser recolectada; por lo tanto, se utiliza un valor que refleja la fracción de agua que efectivamente puede ser capturada, teniendo en cuenta las pérdidas ocasionadas por infiltración, absorción y evaporación. Este coeficiente varía principalmente según el tipo de materiales de la superficie de captacion. A continuacion, se detallan los valores correspondientes a cada material:

Tabla 1.. Coeficientes de escurrimiento

Tipo de material	**Coeficiente de escurrimiento**
Cubiertas metálicas o plásticas (lámina de fibras de plástico)	0.95
Techos impermeabilizados o cubiertos con materiales duros (tejas, láminas de cartón)	0.9
Concreto hidráulico	0.9
Lámina corrugada	0.8
Vidrio	0.95
Fibrocemento	0.85
Impermeabilizantes derivados de plástico o gravilla	0.75
Asbesto	0.75

Fuente: Lineamientos Técnicos: Sistema de Captación de Agua de Lluvia con fines de abasto de agua potable a nivel vivienda – CONAGUA

c) Volumen mensual promedio de captación

La cantidad estimada de agua lluvia que un sistema de captación de agua lluvia (SCALL) puede recolectar a lo largo de un año se calcula considerando la precipitación promedio anual, el área disponible para la captación y el coeficiente de escurrimiento. Este parámetro es fundamental para prever la cantidad de agua que estará disponible cada mes, con el fin de cubrir la demanda de agua en el sitio.

2. CONDUCCIÓN

El Sistema de conducción está compuesto por canaletas y tuberías de bajada que transportan el agua lluvia desde el techo hacia el tanque de almacenamiento. Para optimizar su eficiencia, se analizó el flujo y la dirección del escurrimiento del agua, lo que permitió determinar la ubicación y las dimensiones adecuadas de cada componente del sistema.

a) Dimensionamiento de canaletas

Se calculó la longitud total de la canaleta, y las dimensiones fueron determinadas en función del área tributaria que descarga el agua en cada tramo. Para asegurar su correcto funcionamiento, se evaluó el caudal requerido en comparación con el caudal que la canaleta seleccionada puede soportar, con el fin de evitar desbordamientos y obstrucciones. Además, se garantizó una pendiente adecuada para asegurar un drenaje eficiente y continuo del agua.

Las bajadas de agua fueron diseñadas considerando la longitud de los lados de escurrimiento del área de captación, lo que permitió calcular la cantidad necesaria de tuberías para drenar de manera eficiente el agua.

Se identificó la porción del techo que contribuye al escurrimiento hacia cada bajada y, en consecuencia, hacia cada tramo de la canaleta. Cabe indicar que con esta información se determinó el diámetro óptimo de las tuberías de bajada, asegurando un flujo adecuado y evitando sobrecargas en el sistema. Las tuberías serán fijadas firmemente a la pared, sin soporte en más de un metro de distancia. Además, se cuidó que su instalación no interfiera con ventanas ni puertas, garantizando tanto su funcionalidad como la estética y accesibilidad del espacio.

3. ALMACENAMIENTO

Para el almacenamiento del sistema de captación de Agua LLuvia (SCALL) se realizó la recolección, conservación y regulación del agua captada para su uso posterior. Su diseño se basa en la demanda de agua, la disponibilidad de precipitaciones y la capacidad de captación del sistema.

a) Demanda de agua

La cantidad de agua necesaria por persona para cubrir sus necesidades diarias se determinó considerando diversos factores, como la población permanente y flotante del edificio, las frecuencias y el volumen de uso de los sanitarios por usuario, así como el porcentaje de pérdidas en las tuberías

Para calcular la demanda mensual de agua, el consumo diario estimado se multiplicó por el número de días laborables en el mes, permitiendo así una proyección precisa del requerimeinto hídrico del edificio.

b) Volumen de almacenamiento mensual

La cantidad de agua debe almacenarse mensualmente para satisfacer la demanda fue el criterio principal para determinar la capacidad del tanque instalado. En meses donde la demanda excede la capacidad del tanque, se consideró el valor máximo propuesto, mientras que en los meses donde el consumo es menor, se mantuvo el volumen calculado.

Dado que la capacidad del tanque fue suficiente para cubrir la demanda en todos los meses, se concluye que el diseño del sistema es adecuado. Además, se optó por un tanque de almacenamiento resistente a la corrosión y a los rayos UV, lo que permite la garantia de duracion y conservacion del agua.

Dentro de la etapa de almacenamiento se diseña y dimensiona un tanque que garantice el almacenamiento optimizando el espacio sin comprometer el almacenamiento.

4. FILTRACIÓN Y TRATAMIENTO

Esta fase es fundamental para asegurar la calidad del agua captada, ya que en ella se implementa sistemas de filtración diseñados para eliminar contaminantes sólidos y otras impurezas. Esto garantiza que el agua de lluvia sea apta para su almacenamiento y uso posterior

En este caso, dado que el agua recolectada se destinará exclusivamente al abastecimiento de inodoros, fue suficiente emplear los siguientes filtros, los cuales se describen a continuación:

a) Filtro de hojas y sedimentos

Este filtro se instala en la intersección entre la canaleta y el inicio de las tuberias de bajada, con el propósito de impedir el paso de hojas, ramas, basura y otros residuos sólidos que puedan obstruir el sistema.

Para este proyecto, se propuso la instalación de una rejilla y/o malla en el extremo del tubo, asegurando que el cuadro de malla tenga un excedente en la ampliación para facilitar su mantenimiento y limpieza. Además, se evaluó cuidadosamente la ubiación del filtro de sedimentos para optimizar su eficiencia en la retención de partículas y garantizar un adecuado funcionamiento del sistema de captación.

b) Eliminación de primeras lluvias

Este filtro fue diseñado para eliminar los contaminantes acumulados en la superficie de captación, ya que la primera lluvia suele arrastrar partículas de polvo, hojas y suciedad. Para evitar que estos elementos ingresen al sistema de almacenamiento, el agua inicial es desviada hacia un depósito independiente, donde se acumula y posteriormente se desecha.

El volumen de agua a eliminar es esta fase se determinó en función del área del techo de captación y la cantidad de litros por metro cuadrado que se considera necesario descartar, asegurando así que el agua que ingrese al sistema de almacenamiento sea de mejor calidad.

5. DISTRIBUCIÓN

Esta etapa final abarca el diseño y la operación de una red hidrosanitaria alimentada por un sistema de bombeo impulsado por energía solar, garantizando un abastecimiento eficiente y sostenible de agua.

a) Bomba

Se diseñó la red de distribucion de agua hacia distintos equipos sanitarios mediante un sistema de bombeo, optimizadno el trazado para minimizar la longitud de las tuberías y reducir las pérdidas de presión. Para ello se identificaron las alturas de succión y descarga, se determinaron los diámetros de tuberías y se verificaron los valores de velocidad y presión en cada nivel del edificio.

Tras realizar estos cálculos, se seleccionó una bomba con el caudal y la presión adecuados para garantizar el suministro eficiente en todos los puntos de consumo. Todo el diseño se desarrolló cumpliendo con los requisitos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Capitulo 16: Norma Hidrosanitaria NHE Agua.

b) Paneles solares

Para determinar la viabilidad del sistema fotovoltaico, se realizó un análisis del nivel de irradiación solar en la comunidad, calculando la energía necesaria para el funcionamiento del bombeo. Se evaluó la cantidad de horas del sol pico disponibles en la zona y se determinó la potencia requerida de los paneles solares, así como la cantidad necesaria para satisfacer la demanda energética diaria.

Cabe indicar que se consideraron aspectos claves para la eficiencia del sistema como:

- Ubicación e inclinación óptima de los paneles para poder maximizar la captación de radiación solar y energía fotovoltaica.
- Regulador de carga, que se encarga de controlar, proteger y optimizar la energía almacenada en las baterías.
- Inversor solar, el que se encarga de la conversión de corriente generada en una forma compatible con el sistema de bombeo.

Con esta configuración, podemos garantizar un sistema eficiente y autosuficiente reduciendo el consumo de energía convencional y mejorando la sostenibilidad del abastecimiento de agua en el el edificio.

6. CONTROL Y MONITOREO

El control y monitoreo del sistema de bombeo alimentado por energía solar es crucial para garantizar su funcionamiento óptimo y eficiente a lo largo del tiempo. Esta etapa permite la supervisión en tiempo real del rendimiento del sistema y la detección temprana de cualquier fallo o ineficiencia.

a) Controlador de bomba

Permite la puesta en marcha y automatización del sistema según los niveles de presión y demanda de agua. Es importante conocer que este dispositivo ajusta la velocidad de la bomba si es necesario para manetener un suministro constante

b) Sensores de presión

Son fundamentales para la verificacion en cada piso o area dentro del rango adecuado y que la misma permita el adecuado fujo del agua.

c) Alarmas

Al momento de que los parametros óptimos tengan una variación en sus valores y rangos, se pueda generar una alerta con respuesta inmediata.

3. FASE 3. PLANOS Y ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

1) Elaboración de planos

Para la representación gráfica del Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL), se utilizó el software de Autodesk Civil 3D 2021, el cual permitió la elaboracion de planos detallados en formato Dwg. Cabe mencionar que estos plamos incluyeron el diseño del sistema, especificando las dimensiones del tanque de almacenamiento, varios componentes de sistemas y una evaluación exhaustiva de la capacidad estructural del edificio para el SCALL.

Además se incluyó un análisis para la selección de materiales y posibles equipos adecuados los mismos que permitan el correcto funcionamiento y sobretodo la durabilidad del sistema. La creación de estos planos resultó fundamental, debido a que la visualización clara y precisa es de forma fácil, por ellos esto mejora la constucción y facilita intervenciones de mantenimientos futuros.

2) Elaboración de precios unitarios

Para concluir, se realizó un análisis de precios unitarios que permitió identificar los rubros y actividades esenciales necesarias para completar el proyecto. En este proceso, se consultaron revistas y catálogos especializados en construccion romando en cuenta las valoraciones actuales del mercado. De este modo se obtuvieron los diferentes precios de materiales, mano de obra y costos de instalación como a su vez de mantenimiento del sistema, lo que asegurará que el proyecto sea economicamente viable y tenga una larga vida útil.

Para cada rubro se elaboraron especificaciones técnica detalladas, donde se incluyó la descripción de los trabajos, el procedimiento a seguir, las mediciones y los criterios de pago.

Ademas se creó el presupuesto referencial, el mismo que especifica las cantidades necesarias de cada recurso y desglosa los costos de cada componente del sistema de captacion de agua de lluvia (SCALL). Este análisis permitió una planificación financiera detallada y precisa.

CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de resultados

En el siguiente capítulo, se exponen los resultados obtenidos de las distintas etapas de este proyecto técnico. El análisis se llevó a cabo con el propósito de evaluar si se alcanzaron los objetivos establecidos para verificar la correcta implementación de la metodología propuesta.

A. FASE 1. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

1) Investigación Bibliográfica

Durante el desarrollo del presente trabajo técnico, se estrableció una base conceptual y normativa que sirvió como el pilar del diseño del Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL). En esta fase se realizó un análisis corporativo de normativas internacionales, considerando su aplicabilidad en el contexto ecuatoriano. Como resultado, se seleccionaron los lineamientos emitidos por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) de la ciudad de México, debido a su enfoque integral en captación, almacenamiento, tratamiento y uso eficiente de agua pluvial [8], [9]

Estos documentos proporcionan una metodología clara, adaptable a condiciones climáticas variables y entornos urbanos o rurales, lo cual facilita su transferencia técnica a países como Ecuador que comparten similitudes climáticas y estacionalidad en las precipitaciones. La aplicación de estos lineamientos se ha complementado con criterios locales en sostenibilidad y normativas ambientales, garantizando así un diseño que no solo cumple con requisitos funcionales, sino también con las exigencias legales y de responsabilidad ambiental. [9]

Además, este enfoque contribuye a la implementación de tecnologías apropiadas que promueven la eficiencia hídrica en edificaciones, especialente en servicios sanitarios, alineándose con los principios del Objetivo de Desarrollo Sostenible, enfocado en garantizar la disponibilidad y gestión sostenible del agua y el saneamiento [10]. Así, el sistema propuesto resulta ser técnicamente sólido, económicamente viable y socialmente aceptable, reduciendo la dependencia de fuentes convencionales mediante el aprovechamiento de métodos alternativos de abastecimiento.

2) Investigación de Campo

El edificio de estudio se encuentra ubicado en el Cantón Cevallos, Km 2 de la vía Quero, sector Querochaca, frente al Campus de la Universidad Técnica de Ambato extensión Querochaca.

- Coordenada Norte: 9848654.88 m S
- Coordenada Este: 766057.48 m E
- Elevación: 2889 m



Imagen 1. Edificio Hospital Docente Veterinario de la Universidad Técnica de Ambato

Este edificio se trata de un hospital docente veterinario, el mismo que cuenta con dos plantas y una losa inaccesible.

Es importante mencionar que en el segundo piso, consta de 6 aulas de clases y una sala de profesores correspondiente a la carrera de zootecnia.

Tabla 2.Consideraciones Generales

Días laborables al mes	20	días
Población permanente	26	personas
Frecuencia de uso del WC	30	personas/día
Consumo de la descarga del WC	11.52	lt
Pérdidas en tuberías	10	%
Pendiente de losa inaccesible	2	%
Pendiente de techo	11.36	%
Espacio disponible para instalación	16	m2



Imagen 2.Techo existente accesible



Imagen 3.Losa inaccesible

Es importante mencionar que este techo existente, se encuentra en los rangos de pendiente establecidos, ya que según la INEN 5-207-1 para techos en zinc la pendiente mínima es de 10%

Cabe indicar que se realizó un redibujo, haciendo uso de planos proporcionados por la Direccion de Infraestructura de la Universidad Técnica de Ambato, los que permitieron lograr un mayor enfoque de diseño, este se puede observar en el Anexo

3) Datos Pluviométricos

Se recopiló información sobre los niveles de precipitación anual, utilizando un intervalo de 10 años entre 2013 y 2023. Aquellos datos fueron proporcionados por el (INAMHI), Insituto Nacional de Meteorología e Hidrología y corresponde a la estación ubicada en el sector de estudio denominada estación meterologica Querochaca, detallada en el Anexo 2. Para el análisis se emplearon registros del sitito a estudiar determinando la precipitación anual promedio mediante la siguiente fórmula

$$\bar{p} = \sum_{i=1}^{n} \frac{(p_i)}{n}$$

$\bar{p} = Precipitación\ promedio\ anual\ con\ distribución\ mensual, en\ mm$

$p_i = Precipitación\ en\ el\ año\ i, en\ mm$

$n = Número\ de\ años$

Tabla 3. Precipitación Promedio Mensual

QUEROCHACA (UTA) - CÓDIGO:M0258	
Mes	Promedio Mensual (mm)
Enero	34.6
Febrero	44.4
Marzo	61.6
Abril	56.2
Mayo	67.7
Junio	77
Julio	62.2
Agosto	42.3
Septiembre	34.1
Octubre	44.4
Noviembre	45.5
Diciembre	33.8

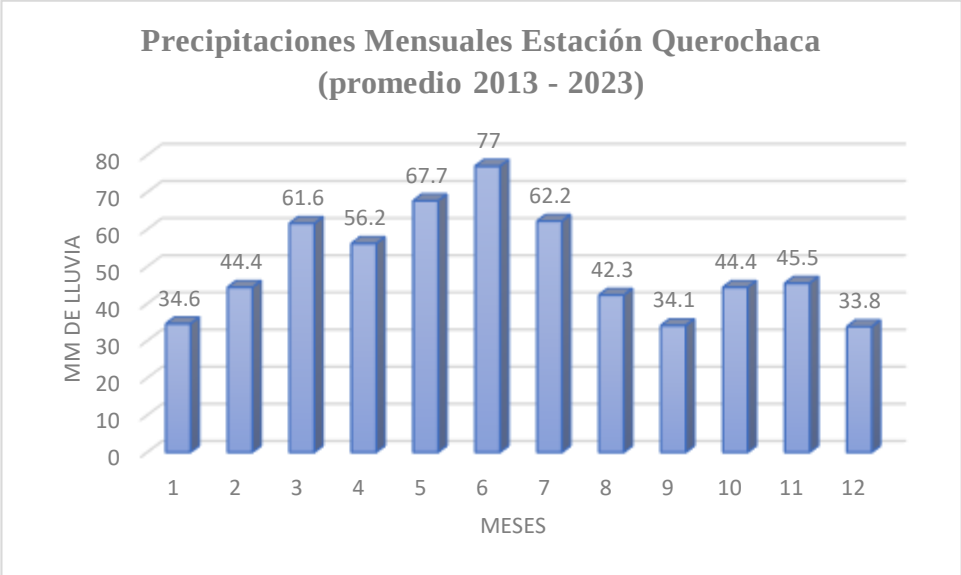


Ilustración 1.Precipitación Promedio Mensual

Es importante mencionar que el análisis de la precipitación promedio mensual registrada en la estación evidencia un patrón climático caracterizado por una estación lluviosa bien definida entre los meses de marzo y julio, con un máximo de precipitación en junio, alcanzando un promedio de 77 mm, cabe indicar que esta representa el periodo con mayor disponibilidad hídrica en el año y es a su vez relevante para el diseño de sistemas de captación y manejo de agua lluvia.

A partir de agosto, la precipitación muestra una tendencia descendente, alcanzando sus valores más bajos en los meses de diciembre con 33.8 mm y septiembre con 34.1 mm, lo que permite identificar una estación seca relativa entre agosto y enero. No obstante en octubre y noviembre se observa un ligero repunte en las precipitaciones, lo que sugiere un patrón bimodal leve.

Un patrón bimodal leve, es decir que tiene dos picos máximos, este patrón es consistente en regiones andinas del Ecuador, lugares donde la topografía y la circulación intertropical influyen en las lluvias.

B. FASE 2. DISEÑO DEL SCALL

Es importante mencionar que se dio uso a lineamiento técnico de México que fueron mencionados anteriormente

1) CAPTACIÓN

a) Área de captación

Para el cálculo del área de captación efectiva de agua lluvia en el Hospital Docente Veterinario de la Universidad Técnica de Ambato, campus Querochaca, se consideró la proyección horizontal de las superficies receptoras, debido a que, en esta zona, la precipitación ocurre predominantemente en forma vertical. Esta característica permite ignorar la inclinación de las cubiertas al momento de estimar la captación. El edificio dispone de una losa inaccesible de 523.78 m², cuya superficie plana favorece la recolección directa del agua lluvia. Asimismo, se consideró una cubierta adyacente de zinc de 190 m², la cual contribuye significativamente a la captación gracias a su sistema de bajantes y canaletas que dirigen el agua hacia los puntos de recolección. Ambas superficies fueron integradas al diseño por ser suficientes para abastecer la demanda mensual establecida, en concordancia con el comportamiento pluviométrico característico de la zona de Querochaca.



Imagen 4. Áreas de captación

b) Coeficiente de escurrimiento

Para la determinación del coeficiente de escurrimiento se consideraron las características del material de cada superficie de captación. La losa inaccesible, construida en concreto, se clasificó como superficie impermeabilizada, asignándose un coeficiente de escurrimiento de 0.90. Por su parte, la cubierta de zinc, al tratarse de una lámina metálica corrugada, fue considerada con un coeficiente de 0.80, en concordancia con lo establecido en la Tabla I para techos metálicos de este tipo. Estos valores permiten estimar de manera realista el volumen efectivo de agua lluvia recolectada en la zona de estudio (Querochaca).

$$k_e = 0.9$$

$$k_{e2} = 0.8$$

c) Volúmen mensual promedio de captación

Para poder calcular, usamos la siguiente fórmula

$$Vc = \frac{\bar{p} \cdot A \cdot k_e}{1000} \; [11]$$

Nomenclatura:

$Vc = Volumen\ promedio\ de\ captación\ anual, en\ m3$

$\bar{p} = Precipitación\ promedio\ anual\ con\ distribución\ mensual, en\ mm$

$A = Área\ del\ proyecto\ horizontal\ de\ captación, en\ mm2$

$ke = Coeficiente\ de\ escurrimiento$

Tabla 4.Volúmen promedio de captación anual

VOLUMEN PROMEDIO DE CAPTACIÓN ANUAL		
MESES	**Vc (Área N°1) m3/mes**	**Vc (Área N°2) m3/mes**
ENERO	16.31	2.63
FEBRERO	20.93	3.37
MARZO	29.04	4.68
ABRIL	26.49	4.27
MAYO	31.91	5.15
JUNIO	36.30	5.85
JULIO	29.32	4.73
AGOSTO	19.94	3.21
SEPTIEMBRE	16.07	2.59
OCTUBRE	20.93	3.37
NOVIEMBRE	21.45	3.46
DICIEMBRE	15.93	2.57

Cabe indicar que para el volúmen de capatación del Área N° 1 con respecto al N°2, tendran una variación significativa ya que el Área N°2 por ser simétrica el área de captación será la mitad.

Es importante mencionar que en los meses de mayo y junio, existe un aumento notable de captación siendo (31.91 y 36.30) m3/mes para el Área N°1 y (5.15 y 5.85) m3/mes respectivamente para el Área N°2, lo que se puede correlacionar con aumento de precipitaciones o un cambio en el flujo; por otro lado en el mes de diciembre los meses con valores más bajos son de (15.93) m3/mes para el Área N°1 y (2.57)m3/mes respectivamente para el Área N°2. Cabe recalcar que el sistema de captación depende mucho de los factores climaticos estacionales, por ello no puede decirse que es de manera constante.

2) CONDUCCIÓN

Debemos saber que la canaleta de recolección debe ser capaz de poder llevar el flujo de agua de manera eficiente, sea o no el estimado sin generar desbordamiento. Por eso, comparamos el flujo estimado con la capacidad máxima de la canaleta y poder garantizar su funcionalidad.

Este flujo se puede calcular mediante la fórmula:

$$Q_e = k_e \cdot A \cdot I \text{ [12]}$$

Nomenclatura:

Qe= Flujo de agua, (m3/s)

Ke= Coeficiente de escurrimiento, adimensional

A= Área de la proyección horizontal de captación, (m2)

I= Intensidad de lluvia, (m/s)

Para la intensidad de lluvia, se usó el valor del mes de junio, debido a que, según los datos revisados, a lo largo de la historia es el mes con mayor precipitación en la zona, lo mismo que nos garantiza que la canaleta de recolección pueda soportar las condiciones extremas.

$$i = \frac{77mm}{h} = \frac{77}{1000x3600} = 2.14x10^{-5}m/s$$

$$Qe1 = 0.90\ x\ 253.78x2.14x10^{-5}$$

$$Qe1 = 0.00488m^3/s$$

$$Qe1 = 0.80\ x\ 95\ x\ 2.14x10^{-5}$$

$$Qe1 = 0.00163m^3/s$$

$$Qtotal = Qe1 + Qe2$$

$$Qtotal = 0.00488 + 0.00163$$

$$Qtotal = 0.00651m^3/s$$

$$Qtotal = 6.51\ lt/s$$

1) Dimensionamiento y diseño de canaleta

Para una intensidad de lluvia de 77mm/h (equivalente a $2.14x10^{-5}$) se calculó el caudal de escorrentía generado de un escurrimiento de 0.90 donde su caudal es de 0.00488 m^3/s, mientras que la cubierta de zinc de 95 m2, aporta con 0.00163m^3/s, cabe indicar que esta superficie tiene distinto coeficiente de escurrimiento con respecto al primer área de estudio. En conjunto el caudal total estimado o esperado es de 0.00651m^3/s, valor que se utilizó como base para el dimensionamiento del sistema de captación y conducción de agua lluvia.

Se diseñó una canaleta en base al caudal total, donde se sugiere un material de PVC, debido a que por durabilidad y disponibilidad inmediata es las más agradable.

Según la normativa técnica NEC Agua Lluvia, la pendiente mínima para canaletas es de 0.5% a 2%. Como propuesta segura se decidió como S=0.01 (pendiente). [13]

Para garantizar una recolección eficiente del caudal de escorrentía pluvial calculado y estimado de 0.00651m^3/s, 6.51 lt/s, el sistema esta compuesto por canaletas, bajantes y un filtro comercial; es importante mencionar que la canaleta es

de tipo U con dimensiones de 100mm de ancho y 75mm de alto, esta se sugiere instalar con una pendiente del 1% según especificaciones técnicas de fabricantes. Cabe recalcar que esta sección hidráulica tiene una capacidad de conducción de hasta 0.0070 m^3/s, suficiente para cubrir con el caudal estimado calculado.

El sistema descarga una bajante de PVC de 3" (75 mm) y cuya velocidad de flujo calculada es de 1.47 m/s

$$v = \frac{Q}{A}$$

Nomenclatura:

V=velocidad, (m/s)

Q=caudal

A=Área transversal de tubería

$$Área\ sección\ circular = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$Área\ sección\ circular = \frac{3.1416 \cdot (0.075)^2}{4}$$

$$Área\ sección\ circular = 0.00442 m^2$$

$$Velocidad = \frac{0.00651}{0.00442}$$

$$V = 1.47 m/s$$

Esto garantiza un transporte eficiente sin sedimentación y poder evitar que residuos sólidos ingresen al sistema de almacenamiento, además se incorporó un filtro de malla auto limpiante combinado con un sistema de primera lluvia denominado (first flush) con un volumen mínimo de 20 lt.

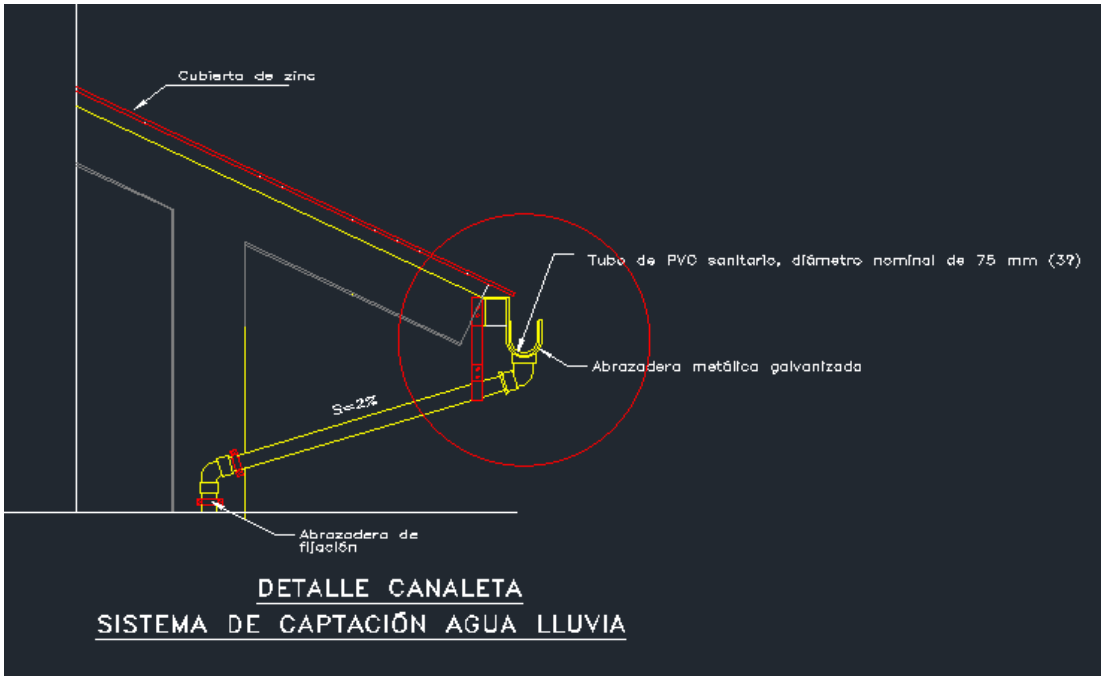


Imagen 5.Detalle canaleta

Tabla 5.Especificaciones de canaleta (Fuente:Plastigama)

PARÁMETROS	OBSERVACIÓN
Material	PVC sanitario clase 10
Diámetro nominal	75 mm
Longitud comercial	3 m
Peso por tubo	3.30 kg
Área de sección transversal	0.00442m2
Pendiente mínima recomendada	2%
Caudal máximo recomendado	7.00 lt/s
Coeficiente de rugosidad	0.02
Temperatura de trabajo	0 a 60°
Color	blanco o gris
Fijaciones	abrazadera metálica @1.5m

[14]

Se calculó la efectividad por medio de la fórmula de Manning, empleada para canales abiertos

$$Q_c = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

Nomenclatura:

Q=Caudal, (m3/s)

N=Coeficiente de rugosidad de Manning

A=Área hidráulica, m2

Rh=Radio hidráulico, m

S= Pendiente

$$Q_c = \frac{1}{0.011} \cdot 0.0075 \cdot (0.05)^{\frac{2}{3}} \cdot (0.01)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_c = 0.0070 m3/s$$

$$Q_c = 7\ lt/s$$

Cabe indica que si cumple debido a que el caudal requerido o calculado es de 0.000651m3/s y la canaleta que se ha seleccionado puede transportar hasta 0.0070m3/s.

2) Dimensionamiento y diseño de bajantes

Es importante mencionar que al ser dos superficies distintas y dos áreas de captación que se unirán en un solo caudal, lo que según normativa NEC [13] la longitud máxima de canaleta por bajante son 12 metros como un valor estandar y en edificaciones hasta 18 m con una buena pendiente.

Debemos conocer y tomar en cuenta que según el diámetro de bajanate sugerido $\emptyset\ 75\ mm$ (3"), el área drenada es de 175m2 c/u.

$$N = \frac{Área\ total}{capacidad\ de\ bajante}$$

$$N = \frac{348.78}{175}$$

$$N = 1.99$$

$$N = 2\ bajantes\ de\ \emptyset 75$$

El sistema de bajantes está compuesto por dos tuberías verticales de PVC sanitario de 75 mm de diámetro (3”), ubicadas estratégicamente en los extremos de las canaletas para asegurar una distribución simétrica de la carga hidráulica. Cada bajante atenderá aproximadamente 174.39 m² de superficie de captación, lo que se encuentra dentro de los límites recomendados para este tipo de tubería según los catálogos técnicos de fabricantes como TIGRE y PAVCO. Las bajantes serán fijadas mediante abrazaderas cada 2.00 m, con descarga directa hacia un sistema de filtración previo al almacenamiento.

Las bajantes han sido dimensionadas conforme a la **Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC SE-HS**, considerando el caudal máximo de escorrentía superficial generado en cada tramo de cubierta. Se ha determinado que un tubo de 75 mm de diámetro es capaz de evacuar eficientemente hasta **5.8 l/s**, lo cual cubre la demanda generada por cada módulo de cubierta asociado.

3) ALMACENAMIENTO

1) Cálculo de la demanda diaria

Según la normativa técnica NEC AALU 2015 y normas INEN, nos permite usar referencias de consumo racional en edificaciones especiales; por ello para edificaciones de salud o veterinarias se puede tomar como base (30-40 lt/día/persona o animal + consumo de limpieza).

Cabe indicar que la demanda base hospitalaria es de 1.0m3/día.

Tabla 6. Volúmen captado

MES	VOLÚMEN CAPTADO (m3)
Enero	5.17
Febrero	4.62
Marzo	5.99
Abril	6.17
Mayo	4.16
Junio	3.09
Julio	2.95
Agosto	2.77
Septiembre	2.13
Octubre	4.04
Noviembre	5.10
Diciembre	4.64
TOTAL	**50.83**

Según el volumen de almacenamiento requerido, la NEC nos dice que se debe dimensionar el almacenamiento en funcion del volumen captado máximo y el balance entre ofertas y demandas mensuales. [13]

El sistema no cubre la demanda mensual, se prioriza almacenar el máximo mensual captado para evitar pérdidas por rebose. El **volúmen máximo recolectado en un mes es abril: 6.17 m**

$$\boldsymbol{V_{almacenamiento} = (Vmáximo\ captado)}$$

$$\boldsymbol{V_{almacenamiento} = (Abril) = 6.17\ m3}$$

Se debe considerar que para poder sugerir un tanque, adicional al valor se debe agregar un 5-10% adicional por seguridad

$$\boldsymbol{V_{tanque} = V_{almacenamiento} x (1 + 0.10)}$$

$$\boldsymbol{V_{tanque} = 6.17 + 1.10}$$

$$\boldsymbol{V_{tanque} = 6.787\ m3}$$

Tabla 7.Especificaicones tanque Rotoplas

Capacidad nominal	Capacidad útil aproximada	Modelo comercial
6000 L	6 m3	Rotoplas 6000 lt
10000 L	10 m3	Rotoplas industrial



[15]

Imagen 6. Tanque Rotoplas

El volumen de almacenamiento fue diseñado en función del mes con mayor captación (abril), durante el cual se recolectan 6.17 m³ de agua lluvia. Considerando un margen de seguridad del 10%, se estimó un volumen de diseño de 6.79 m³. No obstante, al revisar las capacidades comerciales disponibles, se seleccionó un tanque plástico de 6000 litros (Rotoplas), el cual

es ampliamente utilizado en el país y cumple con la normativa INEN 2631. Este volumen permite almacenar la captación máxima mensual sin rebose, cumpliendo con lo dispuesto en la NEC AALU, y permitiendo además hasta 6 días de autonomía si se interrumpe el suministro.

4) FILTRACIÓN Y TRATAMIENTO

a) Sistema de tratamiento

El sistema de tratamiento tiene como finalidad asegurar que el agua lluvia recolectada cumpla condiciones mínimas de calidad para su uso en limpieza, lavado de áreas, irrigación de zonas verdes y posibles tareas indirectas en el Hospital Docente Veterinario. La presencia de contaminantes atmosféricos, polvo, excremento de aves y residuos orgánicos en techos exige aplicar un proceso de filtración en varias etapas que reduzca los riesgos biológicos y materiales en el agua almacenada.

Según la NEC, debemos incorporar dispositivos que nos permitan separar sólidos y contaminantes del agua captada antes de poder ingresar en el tanque. [13]

Cabe mencionar que se debe calcular el filtro de primera lluvia, para poder cubrir la necesidad de la normativa de separacion de agua inicial contaminada**.**

$$\boldsymbol{V = \frac{Acaptación}{100} x20} \text{ [16]}$$

$$\boldsymbol{V = \frac{348.78}{100} x20}$$

$$\boldsymbol{V = 69.76}$$

$$\boldsymbol{V = \cong 70\ litros}$$

El volumen del filtro de primera lluvia fue calculado conforme a las recomendaciones técnicas de la EPA (Rainwater Harvesting Guidelines) y la

normativa australiana AS/NZS 3500, que establecen como parámetro de diseño 20 litros por cada 100 m² de superficie de captación, criterio adoptado también por diversos proyectos de captación en Latinoamérica.

El sistema de filtración y tratamiento de agua lluvia diseñado para el Hospital Docente Veterinario consta de cuatro etapas principales. En primer lugar, se incorpora una rejilla de hojas para retener elementos sólidos gruesos provenientes del techo, como hojas, ramas y partículas grandes. Posteriormente, se integra un filtro de primera lluvia (First Flush) con un volumen de 70 litros, conforme a las recomendaciones de la NEC Agua Lluvia, el cual permite desechar los primeros escurrimientos con mayor carga contaminante. A continuación, el agua pasa por un filtro de sedimentos tipo cartucho de 10", con capacidad para retener partículas finas y sedimentos menores de hasta 20 micras, garantizando una mejora significativa en la calidad del agua recolectada. Finalmente, si el uso del agua lo requiere, se puede aplicar una desinfección química con hipoclorito de sodio, asegurando así condiciones sanitarias adecuadas para el uso previsto en limpieza, lavado y tareas auxiliares en el hospital veterinario.

Tabla 8.Especificaciones de filtro

Filtro Tipo Cartucho de 10 Pulgadas	
Capacidad de desviación:	70 litros
Material:	PVC de alta resistencia
Uso:	Pre-filtrado de agua lluvia
Mantenimiento:	Limpieza periódica manual
Tipo:	Polipropileno (PP) o carbón activado (GAC)
Dimensiones:	10" x 2.5" (estándar Slim)
Micraje:	5 µm
Caudal nominal:	2–6 GPM (7.5–22.7 L/min)
Tiempo de servicio:	3-6 meses
Presión:	15-70 PSI

[17]

5) DISTRIBUCIÓN

El diseño hidráulico del sistema de captación y aprovechamiento de agua lluvia (SCALL) contempla no solo el dimensionamiento adecuado de la red, sino también la verificación de las condiciones operativas que garanticen el correcto funcionamiento de los equipos sanitarios distribuidos en el Hospital Docente Veterinario de la Universidad Técnica de Ambato, ubicado en el Campus Querochaca.

Cabe indicar que la modelación de la red se ha realizado mediante el cálculo de caudales probables y la selección de diámetros comerciales de tubería adecuados, conforme a los principios de la ingeniería hidráulica y a la normativa vigente.

Los resultados obtenidos, resumidos en las tablas técnicas, permiten una lectura detallada del comportamiento hidráulico de la red. Se observa que el caudal en tránsito aumenta gradualmente a medida que los equipos se conectan en los distintos tramos:

AGUA FRIA PISO 1 Y 2

TRAMO		Pieza Sanitaria	Unidades de gasto de la pieza	Unidades de gasto en transito	Unidades de gasto el tramo	Gasto probable (Lt/seg)	Díametro Tubería (mm)	Díametro comercial	Chequeo velocidad	CHECK
LAVAMANOS	N36	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
LAVAMANOS	N36	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N36	N35	-		3	3.00	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
LAVAMANOS	N35	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N35	N34	-		4.5	4.50	0.3200	18.43	13.88	2.11	OK
LAVAMANOS	N34	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N34	N33	-		6	6.00	0.4200	21.11	18.85	1.51	OK
LAVAMANOS	N33	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N33	N19	-		7.5	7.50	0.4750	22.45	18.85	1.70	OK
LAVAMANOS	N32	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
LAVAMANOS	N32	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK

N32	N31	-		3	3.00	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
LAVAMANOS	N31	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N31	N30	-		4.5	4.50	0.3200	18.43	13.88	2.11	OK
LAVAMANOS	N30	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N30	N29	-		6	6.00	0.4200	21.11	18.85	1.51	OK
LAVAMANOS	N29	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N29	N19	-		7.5	7.50	0.4750	22.45	18.85	1.70	OK
INODORO	N28	INODORO	5		5.00	0.3800	20.08	18.85	1.36	OK
INODORO	N28	INODORO	5		5.00	0.3800	20.08	18.85	1.36	OK
N28	N27	-		10	10.00	0.5700	24.59	18.85	2.04	OK
INODORO	N27	INODORO	5		5.00	0.3800	20.08	18.85	1.36	OK
N27	N26	-		15	15.00	0.7300	27.83	24.30	1.57	OK
INODORO	N26	INODORO	5		5.00	0.3800	20.08	18.85	1.36	OK
N26	N25	-		20	20.00	0.8900	30.73	24.30	1.92	OK
URINARIO	N25	URINARIO	3		3.00	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N25	N24	-		23	23.00	1.0000	32.57	24.30	2.16	OK
INODORO	N24	INODORO	5		5.00	0.3800	20.08	18.85	1.36	OK
N24	N23	-		28	28.00	1.1900	35.53	32.46	1.44	OK
URINARIO	N23	URINARIO	3		3.00	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N23	N22	-		31	31.00	1.2850	36.92	32.46	1.55	OK
INODORO	N22	INODORO	5		5.00	0.3800	20.08	18.85	1.36	OK
N22	N21	-		36	36.00	1.4200	38.82	32.64	1.70	OK
URINARIO	N21	URINARIO	3		3.00	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N21	N20	-		39	39.00	1.4900	39.76	32.46	1.80	OK
INODORO	N20	INODORO	5		5.00	0.3800	20.08	18.85	1.36	OK

N20	N19	-		44	44.00	1.6300	41.59	32.46	1.97	OK
N19	MTE	-		59	59.00	2.0520	46.66	32.46	2.48	OK
MTE	N7	MTE	59		59.00	2.0520	46.66	32.46	2.48	OK
LAVAMANOS	N7	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N7	N6	-		60.5	60.50	2.0900	47.09	38.10	1.83	OK
INODORO	N6	INODORO	5		5.00	0.3800	20.08	18.85	1.36	OK
N6	N5	-		65.5	65.50	2.1890	48.19	38.10	1.92	OK
DUCHA	N5	DUCHA	3		3.00	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N5	N4	-		68.5	68.50	2.2430	48.78	38.10	1.97	OK
LAVAMANOS	N4	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N4	N3	-		70	70.00	2.2700	49.08	38.10	1.99	OK
LAVADORA	N3	LAVADORA	3		3.00	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N3	N2	-		73	73.00	2.3120	49.53	38.10	2.03	OK
LAVADORA	N2	LAVADORA	3		3.00	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N2	N1	-		76	76.00	2.3520	49.96	38.10	2.06	OK
LAVAMANOS	N18	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
INODORO	N18	INODORO	5		5.00	0.3800	20.08	18.85	1.36	OK
N18	N17	-		6.5	6.50	0.4400	21.61	18.85	1.58	OK
INODORO	N17	INODORO	5		5.00	0.3800	20.08	18.85	1.36	OK
N17	N16	-		11.5	11.50	0.6150	25.54	18.85	2.20	OK
URINARIO	N16	URINARIO	5		5.00	0.3800	20.08	18.85	1.36	OK
N16	N15	-		16.5	16.50	0.7775	28.72	24.30	1.68	OK
INODORO	N15	INODORO	5		5.00	0.3800	20.08	18.85	1.36	OK
N15	N14	-		21.5	21.50	0.9425	31.62	24.30	2.03	OK
INODORO	N14	INODORO	5		5.00	0.3800	20.08	18.85	1.36	OK

N14	N13	-		26.5	26.50	1.1300	34.63	24.30	2.44	OK
LAVAMANOS	N13	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N13	N12	-		28	28.00	1.1900	35.53	32.46	1.44	OK
LAVAMANOS	N12	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N12	N11	-		29.5	29.50	1.2425	36.31	32.46	1.50	OK
LAVAMANOS	N11	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N11	N10	-		31	31.00	1.2850	36.92	32.46	1.55	OK
LAVAMANOS	N10	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N10	N9	-		32.5	32.50	1.3225	37.46	32.46	1.60	OK
LAVAMANOS	N9	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N9	N8	-		34	34.00	1.3600	37.99	32.46	1.64	OK
LAVAMANOS	N8	LAVAMANOS	1.5		1.50	0.2000	14.57	13.88	1.32	OK
N8	N1	-		35.5	35.50	1.4050	38.61	32.46	1.70	OK
N1	BHDN	-		96	96.00	2.7000	53.52	38.10	2.37	OK
				V	1.2					

En los primeros tramos (N36 a N19), la red abastece principalmente lavamanos, con incrementos moderados en el caudal probable (desde 0.2000 L/s hasta 0.4750 L/s). A partir del tramo N28, con la incorporación de inodoros, el caudal probable experimenta aumentos más significativos (hasta 0.8900 L/s en N25). Los tramos posteriores (N24 a N20) integran equipos de mayor demanda, alcanzando caudales de hasta 1.6300 L/s. El tramo principal (N1-BHDN) culmina con un caudal total de 2.7000 L/s, producto de la integración de todos los equipos sanitarios considerados en el diseño.

La selección de diámetros de tubería responde a la necesidad de garantizar velocidades de flujo dentro de los rangos recomendados (1.0 m/s a 2.5 m/s) para sistemas hidrosanitarios por gravedad, evitando problemas de sedimentación o erosión interna:

- Diámetros seleccionados: 13.88 mm, 18.85 mm, 24.30 mm, 32.46 mm, 38.10 mm.
- Verificación de velocidades: Las velocidades resultantes en cada tramo oscilan entre 1.32 m/s y 2.48 m/s, evidenciando un comportamiento hidráulico eficiente y seguro.

El sistema SCALL ha sido diseñado para complementar el abastecimiento convencional de agua potable, utilizando el recurso pluvial como fuente alternativa. La capacidad de captación proyectada se encuentra en equilibrio con la demanda total estimada del sistema, garantizando un suministro adecuado para los equipos sanitarios durante los periodos de lluvia.

.

Una de las variables críticas en este tipo de instalaciones es la presión disponible en cada punto de consumo, la cual debe cumplir con los valores mínimos establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). En función de ello, se procedió a realizar un análisis detallado de las presiones piezométricas generadas en los terminales del sistema, utilizando como base los datos obtenidos en las hojas de cálculo hidráulico desarrolladas para este fin.

En síntesis, el sistema propuesto demuestra ser técnicamente viable desde el punto de vista hidráulico. Se asegura el abastecimiento adecuado a cada equipo sanitario mediante presiones superiores a las mínimas exigidas, lo cual respalda la funcionalidad integral del SCALL como alternativa sostenible para el suministro interno de agua en el Hospital Veterinario, reduciendo el consumo de agua potable convencional y fomentando prácticas responsables con el medio ambiente.

Tramo		Diámetros	GASTO (l/s)	Longitud (m)			Perdida Total (m)	Piezométricas iniciales		Altura Tubo Vertical			DIAMETRO (mm)	Pérdida Tubo Vertica (m)	Piezométricas finales		Presión de alimentación en la pieza sanitaria	Presión REQUERIDA según pieza sanitaria (NEC)	
Nodo inicial	Nodo final			Real	Equivalente (30% al 50%)	Cálculo		Nodo inicial	Nodo final	Real (Norma)	Equivalente (40%60&)	Calculo (Total)			Nodo inicial	Nodo final			
					40%						50%								
BH DN	N1	38.10	2.7000	0.15	0.06	0.21	0.0390	100.00	99.96						10.26	10.22			
N1	N8	32.46	1.4050	5.41	2.16	7.57	0.9148	99.96	99.05						10.22	9.30			
N8	LAVAMANOS	13.88	0.2000	0.05	0.02	0.07	0.0143	99.05	99.03	0.60	0.30	0.90	13.88	0.1843	9.30	9.29	8.5038	2	OK
N8	N9	32.46	1.3600	0.98	0.39	1.37	0.1560	99.05	98.89						9.30	9.15			
N9	LAVAMANOS	13.88	0.2000	0.25	0.10	0.35	0.0717	98.89	98.82	0.60	0.30	0.90	13.88	0.1843	9.15	9.07	8.2904	2	OK
N9	N10	32.46	1.3225	3.31	1.32	4.63	0.5004	98.89	98.39						9.15	8.65			
N10	LAVAMANOS	13.88	0.2000	0.25	0.10	0.35	0.0717	98.39	98.32	0.60	0.30	0.90	13.88	0.1843	8.65	8.57	7.7900	2	OK
N10	N11	32.46	1.2850	0.88	0.35	1.23	0.1261	98.39	98.26						8.65	8.52			
N11	LAVAMANOS	13.88	0.2000	0.05	0.02	0.07	0.0143	98.26	98.25	0.60	0.30	0.90	13.88	0.1843	8.52	8.51	7.7212	2	OK
N11	N12	32.46	1.2425	9.74	3.90	13.64	1.3117	98.26	96.95						8.52	7.21			
N12	LAVAMANOS	13.88	0.2000	0.25	0.10	0.35	0.0717	96.95	96.88	0.60	0.30	0.90	13.88	0.1843	7.21	7.14	6.3522	2	OK

N12	N13	32.46	1.19 00	1.5 4	0.62	2.16	0.19 15	96.9 5	96. 76						7.2 1	7.0 2			
N13	LAVAMA NOS	13.88	0.20 00	2.5 0	1.00	3.50	0.71 66	96.7 6	96. 04	0.60	0.30	0.90	13.88	0.18 43	7.0 2	6.3 0	5.5157	2	OK
N13	N14	24.30	1.13 00	3.2 1	1.28	4.49	1.48 58	96.7 6	95. 27						7.0 2	5.5 3			
N14	INODOR O	18.85	0.38 00	0.2 5	0.10	0.35	0.05 30	95.2 7	95. 22	0.20	0.10	0.30	18.85	0.04 54	5.5 3	5.4 8	5.2325	3	OK
N14	N15	24.30	0.94 25	1.0 7	0.43	1.50	0.35 39	95.2 7	94. 92						5.5 3	5.1 8			
N15	INODOR O	18.85	0.38 00	0.2 5	0.10	0.35	0.05 30	94.9 2	94. 87	0.20	0.10	0.30	18.85	0.04 54	5.1 8	5.1 2	4.8786	3	OK
N15	N16	24.30	0.77 75	0.4 7	0.19	0.66	0.10 88	94.9 2	94. 81						5.1 8	5.0 7			
N16	URINARI O	18.85	0.38 00	3.3 9	1.36	4.75	0.71 84	94.8 1	94. 09	1.10	0.55	1.65	18.85	0.24 98	5.0 7	4.3 5	3.0000	3	OK
N16	N17	18.85	0.61 50	0.6 6	0.26	0.92	0.34 11	94.8 1	94. 47						5.0 7	4.7 3			
N17	INODOR O	18.85	0.38 00	0.2 5	0.10	0.35	0.05 30	94.4 7	94. 42	0.20	0.10	0.30	18.85	0.04 54	4.7 3	4.6 7	4.4286	3	OK
N17	N18	18.85	0.44 00	1.0 7	0.43	1.50	0.29 75	94.4 7	94. 17						4.7 3	4.4 3			
N18	INODOR O	18.85	0.38 00	0.2 5	0.10	0.35	0.05 30	94.1 7	94. 12	0.20	0.10	0.30	18.85	0.04 54	4.4 3	4.3 8	4.1311	3	OK
N18	LAVAMA NOS	13.88	0.20 00	3.7 9	1.52	5.31	1.08 64	94.1 7	93. 09	0.60	0.30	0.90	13.88	0.18 43	4.4 3	3.3 4	2.5588	2	OK
N1	N2	38.10	2.35 20	6.3 3	2.53	8.86	1.27 37	99.9 6	98. 69						10. 22	8.9 4			
N2	LAVADO RA	13.88	0.20 00	0.0 5	0.02	0.07	0.01 43	98.6 9	98. 67	0.90	0.45	1.35	13.88	0.27 64	8.9 4	8.9 3	7.7528	3	OK

N2	N3	38.10	2.31 20	0.7 8	0.31	1.09	0.15 20	98.6 9	98. 54						8.9 4	8.7 9			
N3	LAVADO RA	13.88	0.20 00	0.0 5	0.02	0.07	0.01 43	98.5 4	98. 52	0.90	0.45	1.35	13.88	0.27 64	8.7 9	8.7 8	7.6008	3	OK
N3	N4	38.10	2.27 00	1.3 6	0.54	1.90	0.25 62	98.5 4	98. 28						8.7 9	8.5 4			
N4	LAVAMA NOS	13.88	0.20 00	0.0 5	0.02	0.07	0.01 43	98.2 8	98. 26	0.60	0.30	0.90	13.88	0.18 43	8.5 4	8.5 2	7.7367	2	OK
N4	N5	38.10	2.24 30	5.1 0	2.04	7.14	0.93 98	98.2 8	97. 34						8.5 4	7.6 0			
N5	DUCHA	13.88	0.20 00	0.0 5	0.02	0.07	0.01 43	97.3 4	97. 32	2.10	1.05	3.15	13.88	0.64 50	7.6 0	7.5 8	4.8362	3	OK
N5	N6	38.10	2.18 90	1.1 0	0.44	1.54	0.19 38	97.3 4	97. 15						7.6 0	7.4 0			
N6	INODOR O	18.85	0.38 00	0.0 5	0.02	0.07	0.01 06	97.1 5	97. 13	0.20	0.10	0.30	18.85	0.04 54	7.4 0	7.3 9	7.1457	3	OK
N6	N7	38.10	2.09 00	0.5 7	0.23	0.80	0.09 22	97.1 5	97. 05						7.4 0	7.3 1			
N7	LAVAMA NOS	13.88	0.20 00	2.4 2	0.97	3.39	0.69 37	97.0 5	96. 36	0.60	0.30	0.90	13.88	0.18 43	7.3 1	6.6 2	5.8316	2	OK
N7	MTE	32.46	2.05 20	0.2 5	0.10	0.35	0.08 53	97.0 5	96. 97	3.20	1.60	4.80	32.46	1.16 93	7.3 1	7.2 2			
MT E	N19	32.46	2.05 20	0.1 8	0.07	0.25	0.06 14	96.9 7	96. 91						7.2 2	7.1 6			
N19	N20	32.46	1.63 00	0.2 3	0.09	0.32	0.05 12	96.9 1	96. 86						7.1 6	7.1 1			
N20	INODOR O	18.85	0.38 00	0.1 0	0.04	0.14	0.02 12	96.8 6	96. 83	0.20	0.10	0.30	18.85	0.04 54	7.1 1	7.0 9	6.8451	3	OK
N20	N21	32.46	1.49 00	0.1 3	0.05	0.18	0.02 45	96.8 6	96. 83						7.1 1	7.0 9			

N21	URINARIO	13.88	0.20000	0.10	0.04	0.14	0.02887	96.83	96.80	1.10	0.55	1.65	13.88	0.33778	7.09	7.06	5.6207	3	OK
N21	N22	32.64	1.42000	0.67	0.27	0.94	0.11225	96.83	96.72						7.09	6.97			
N22	INODORO	18.85	0.38000	0.10	0.04	0.14	0.02112	96.72	96.70	0.20	0.10	0.30	18.85	0.04554	6.97	6.95	6.7081	3	OK
N22	N23	32.46	1.28550	0.40	0.16	0.56	0.05773	96.72	96.66						6.97	6.92			
N23	URINARIO	13.88	0.20000	0.10	0.04	0.14	0.02887	96.66	96.63	1.10	0.55	1.65	13.88	0.33778	6.92	6.89	5.4509	3	OK
N23	N24	32.46	1.19000	0.86	0.34	1.20	0.10069	96.66	96.55						6.92	6.81			
N24	INODORO	18.85	0.38000	0.10	0.04	0.14	0.02112	96.55	96.53	0.20	0.10	0.30	18.85	0.04554	6.81	6.79	6.5439	3	OK
N24	N25	24.30	1.00000	0.12	0.05	0.17	0.04443	96.55	96.51						6.81	6.77			
N25	URINARIO	13.88	0.20000	0.10	0.04	0.14	0.02887	96.51	96.48	1.10	0.55	1.65	13.88	0.33778	6.77	6.74	5.2997	3	OK
N25	N26	24.30	0.89000	0.70	0.28	0.98	0.20882	96.51	96.30						6.77	6.56			
N26	INODORO	18.85	0.38000	0.10	0.04	0.14	0.02112	96.30	96.28	0.20	0.10	0.30	18.85	0.04554	6.56	6.54	6.2913	3	OK
N26	N27	24.30	0.73000	0.25	0.10	0.35	0.05115	96.30	96.25						6.56	6.51			
N27	INODORO	18.85	0.38000	0.10	0.04	0.14	0.02112	96.25	96.23	0.20	0.10	0.30	18.85	0.04554	6.51	6.49	6.2398	3	OK
N27	N28	18.85	0.57000	0.57	0.23	0.80	0.25559	96.25	95.99						6.51	6.25			
N28	INODORO	18.85	0.38000	0.10	0.04	0.14	0.02112	95.99	95.97	0.20	0.10	0.30	18.85	0.04554	6.25	6.23	5.9839	3	OK

N28	INODORO	18.85	0.3800	0.32	0.13	0.45	0.0678	95.99	95.93	0.20	0.10	0.30	18.85	0.0454	6.25	6.18	5.9373	3	OK
N19	N29	18.85	0.4750	5.03	2.01	7.04	1.6114	96.91	95.30						7.16	5.55			
N29	LAVAMANOS	13.88	0.2000	0.10	0.04	0.14	0.0287	95.30	95.27	0.60	0.30	0.90	13.88	0.1843	5.55	5.52	4.7386	2	OK
N29	N30	18.85	0.4200	1.43	0.57	2.00	0.3647	95.30	94.93						5.55	5.19			
N30	LAVAMANOS	13.88	0.2000	0.10	0.04	0.14	0.0287	94.93	94.90	0.60	0.30	0.90	13.88	0.1843	5.19	5.16	4.3739	2	OK
N30	N31	13.88	0.3200	1.00	0.40	1.40	0.6845	94.93	94.25						5.19	4.50			
N31	LAVAMANOS	13.88	0.2000	0.10	0.04	0.14	0.0287	94.25	94.22	0.60	0.30	0.90	13.88	0.1843	4.50	4.47	3.6893	2	OK
N31	N32	13.88	0.2000	1.00	0.40	1.40	0.2867	94.25	93.96						4.50	4.22			
N32	LAVAMANOS	13.88	0.2000	0.10	0.04	0.14	0.0287	93.96	93.93	0.60	0.30	0.90	13.88	0.1843	4.22	4.19	3.4027	2	OK
N32	LAVAMANOS	13.88	0.2000	1.10	0.44	1.54	0.3153	93.96	93.64	0.60	0.30	0.90	13.88	0.1843	4.22	3.90	3.1160	2	OK
N19	N33	18.85	0.4750	4.73	1.89	6.62	1.5153	96.91	95.39						7.16	5.65			
N33	LAVAMANOS	13.88	0.2000	0.10	0.04	0.14	0.0287	95.39	95.36	0.60	0.30	0.90	13.88	0.1843	5.65	5.62	4.8347	2	OK
N33	N34	18.85	0.4200	1.00	0.40	1.40	0.2551	95.39	95.14						5.65	5.39			
N34	LAVAMANOS	13.88	0.2000	0.10	0.04	0.14	0.0287	95.14	95.11	0.60	0.30	0.90	13.88	0.1843	5.39	5.36	4.5796	2	OK
N34	N35	13.88	0.3200	1.00	0.40	1.40	0.6845	95.14	94.45						5.39	4.71			

N35	LAVAMANOS	13.88	0.20000	0.10	0.04	0.14	0.02887	94.45	94.42	0.60	0.30	0.90	13.88	0.18443	4.71	4.68	3.8951	2	OK
N35	N36	13.88	0.20000	1.00	0.40	1.40	0.28667	94.45	94.17						4.71	4.42			
N36	LAVAMANOS	13.88	0.20000	0.10	0.04	0.14	0.02887	94.17	94.14	0.60	0.30	0.90	13.88	0.18443	4.42	4.39	3.6085	2	OK
N36	LAVAMANOS	13.88	0.20000	1.10	0.44	1.54	0.31553	94.17	93.85	0.60	0.30	0.90	13.88	0.18443	4.42	4.11	3.3218	2	OK

El comportamiento de las presiones en el sistema de captación y distribución de agua lluvia (SCALL), diseñado para el Hospital Docente Veterinario de la Universidad Técnica de Ambato, se evaluó mediante un cálculo exhaustivo que considera las pérdidas de carga lineales y localizadas, así como los efectos de la altura piezométrica disponible en cada tramo de la red.

Los resultados obtenidos demuestran un comportamiento hidráulico robusto del sistema, evidenciado por los siguientes aspectos clave:

- Las **presiones piezométricas iniciales** en los primeros tramos principales (BHDN a N1) superan los 10 m.c.a. (metros de columna de agua), garantizando una base sólida para el suministro de toda la red.
- A medida que se incorporan los equipos y se suman pérdidas de carga a lo largo de la red, la **presión final disponible** en las piezas sanitarias se mantiene **por encima de los valores mínimos requeridos** en todos los casos, con márgenes de seguridad adecuados.
- En tramos terminales, como los correspondientes a lavamanos (por ejemplo, N36), las presiones finales están en torno a 3.3 a 3.6 m.c.a., cumpliendo con el requisito mínimo de 2.0 m.c.a. para este tipo de equipo.
- Para los inodoros, las presiones finales oscilan entre 5.9 y 6.2 m.c.a., claramente superiores a los 3.0 m.c.a. requeridos, asegurando un adecuado funcionamiento del sistema de descarga.
- Los urinarios presentan presiones finales en el rango de 5.2 a 5.6 m.c.a., igualmente dentro del rango recomendado para un funcionamiento eficiente.

Se verifica que el sistema SCALL cumple de manera integral con los requisitos de presión establecidos en la normativa vigente (NEC). El diseño garantiza que cada equipo sanitario recibe un caudal y una presión suficientes para su operación, sin riesgo de funcionamiento deficiente ni de cavitación en la red.

Además, el margen de presión observado en la mayoría de los tramos permite prever una buena capacidad de adaptación del sistema ante eventuales fluctuaciones en el régimen de captación de agua lluvia.



[18]

Imagen 7.Bomba de Agua Centrífuga Serie CEP de 1 a 1.5 Hp, Pearl

Tabla 9. Especificaciones de bomba

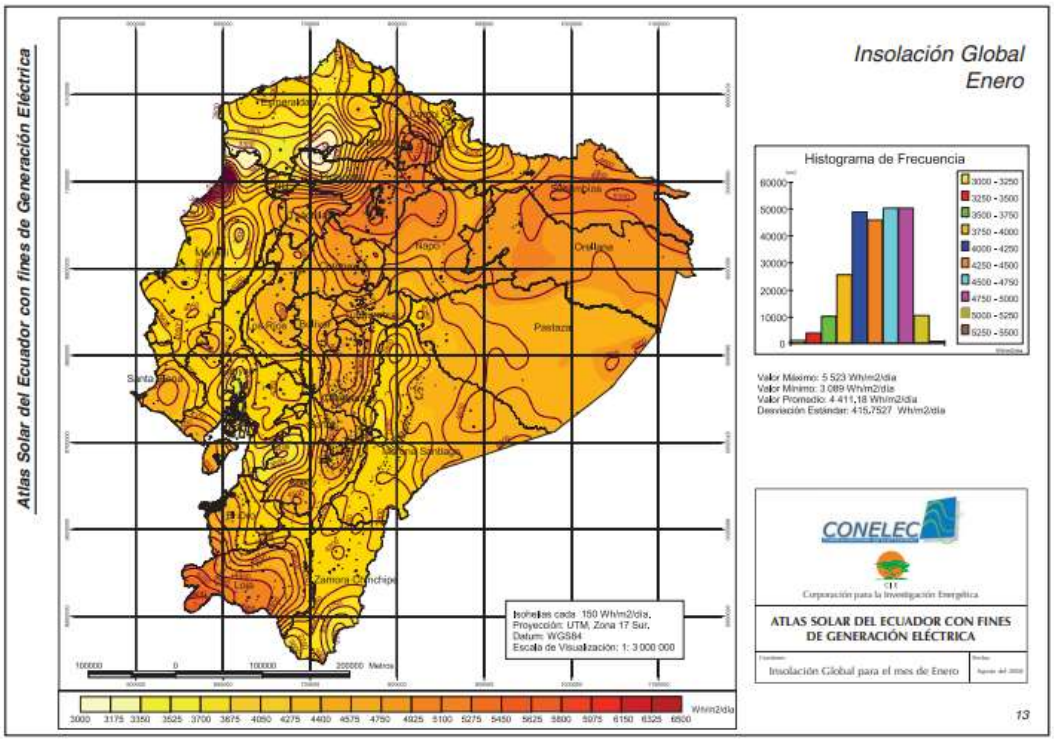
ESPECIFICACIONES DE LA BOMBA CENTRÍFUGA	
Potencia	1.5 hp
Voltaje	110/120 monofásica
Diámetro de boca	Succión: 1¼″ (≈ 32 mm); Descarga: 1″ (≈ 25 mm
Flujo máximo	100-120 l/min (≈ 26.4 – 31.7 GPM)
Altura máxima	35-40 mca

Es importante recalcar dentro del diseño del sistema hidrosanitario para el Hospital Docente Veterinario de la Universidad Técnica de Ambato, la incorporación de paneles fotovoltaicos se plantea como una solución eficiente para abastecer de energía limpia y renovable los equipos hidráulicos del proyecto. Estos paneles convierten la luz solar en electricidad mediante células semiconductoras, proporcionando una fuente energética sostenible que contribuye a reducir la huella ambiental del hospital

.

Considerando la alta disponibilidad de radiación solar en la región, los paneles fotovoltaicos permiten alimentar bombas y sistemas de control asociados al manejo del agua, garantizando una operación confiable sin depender exclusivamente de la red eléctrica convencional. Esta independencia energética favorece tanto la continuidad del servicio como la disminución de costos operativos a mediano y largo plazo.

Por ello se ha analizado en base a historiales recientes de la radiación y el aprovechamiento fotovoltaico en la zona.



El dimensionamiento de la instalación fotovoltaica se realiza con base en el consumo energético estimado del sistema, asegurando que la capacidad generada cubra las necesidades diarias del sistema hidrosanitario. De esta manera, se promueve un uso responsable de los recursos y se alinean los objetivos del proyecto con criterios de sustentabilidad y eficiencia energética.

Se definió el consumo en función de horas de operación diarias.

$$Etotal = P \cdot H \text{ [19]}$$

NOMENCLATURA:

***Etotal*=** Energía total en Kw/día

***P*=**Potencia

***H*=** horas al día

$$Etotal = P \cdot H$$

$$Etotal = 1.10 \cdot 2$$

$$Etotal = 2.2\ kWh/día$$

Para conocer la potencia requerida y poder cubrir la demanda se conoce mediante la fórmula.

$$Psolar = \frac{Etotal}{I \cdot \eta}\ [20]$$

NOMENCLATURA:

***Psolar*=** Potencia solar en Kw

***Etotal*=**Energía total en kWh/día

***I*=** Irradiación promedio del lugar en kWh/m2/día

η = Eficiencia del sistema

$$Psolar = \frac{2.2\ kWh/día}{4.22\text{kWh/m}2/\text{dia} \cdot 15\%}$$

Se utilizó un valor de 8.8 kWh/día en potencia y trabajamos con un 4.22 kWh/m2/dia en cuanto a la zona de estudio, para este tipo de diseños es recomendable usar el 15% como eficiencias comerciales típicas

$$Psolar = 3.47\ kWh/día$$

Para poder conocer el número de paneles que necesitamos usamos la fórmula:

Un panel fotovoltaico de 330 Wp policristalino genera 1.65 kWh/día

$$N = \frac{Psolar}{Ppanel}$$

$$N = \frac{3.47}{1.65}$$

$$N = 2.10$$

El número de paneles que necesitamos para abastecer la energía del sistema es de 2.

NOMENCLATURA:

***Psolar*=** Potencia solar en W

***Ppanel*=** Potencia del panel en W

En base a los cáculos obtenemos las siguientes especificaciones para los paneles solares:

Tabla 10. Especificaciones de panel solar

ESPECIFICACIONES DE PANEL SOLAR	
Consumo diario kWh	13.2
Energía a generar kWh	16.5
Radiacón solar kWh/m2/día	4.22
Potencia pico requerida kWp	3.9
Área de paneles m2	25
Tipo de panel recomendado	POLICRISTALINO



Imagen 8. Panel Policristalino de 330Wp

Cabe indicar que cada panel mide 1.7 m2, lo que el área estimada será de 20.4m2.

Es importante tomar en cuenta que por costos, se debe adoptar un panel de 330Wp, lo que reduce a 2 paneles solares y que cubre la demanda de potencia y energía necesitada por la bomba de 1.5 Hp.

Para poder calcular la corriente diaria utilizamos la siguiente fórmula:

$$Id = \frac{Edx100}{Vsistema}$$

NOMENCLATURA:

Ed= Consumo diario

Vsistema= Voltaje recomendado del sistema

$$Id = \frac{13200}{48}$$

$$Id = 275\,\frac{Ah}{dia}$$

Para poder dimensionar las baterías debemos considerar al menos un día de autonomía y un porcentaje de descarga de almenos el 50% para prolongar la vida útil de las mismas, realizamos el siguiente cálculo.

$$Capacidad = \frac{Id}{Dod}$$

NOMENCLATURA:

Id= Corriente diaria

Dod= porcentaje de descarga

$$Capacidad = \frac{275}{0.5}$$

$$Capacidad = 550\ Ah$$

Cabe indicar que la bomba del sistema tiene una potencia de 1.5 HP, para poder saber el dimensionamiento del inversor debemos conocer el valor en WATSS

$$P = 1.5Hp \cdot \frac{746W}{Hp}$$

$$P = 1119W$$

Este valor se debe multiplicar por un factor de seguridad por sobrecargas de arranque o picos de energía, este factor es de 1.5 a 2 la potencia nominal.

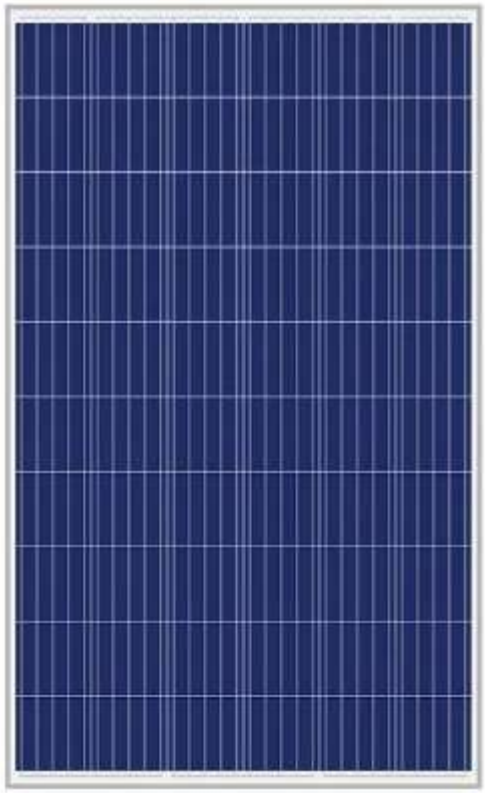
$$P = 1119 \cdot 2$$

$$P = 2238\ W$$

Tabla 11. Especificaciones de panel Luxen

Panel solar Policristalino de 330W LUXEN	
Potencia nominal	330 Wp
Tipo	Policristalino
Eficiencia	17.01%
Voltaje de circuito abierto	46.1V
Coriente de cortocircuito	8.83 A

Dimensiones	1956 x 992 x 35 mm
Peso	21.01 kg
Garantia	10 años
Certificaciones	RETIE



[21]

Imagen 9.Panel Luxen 330Wp

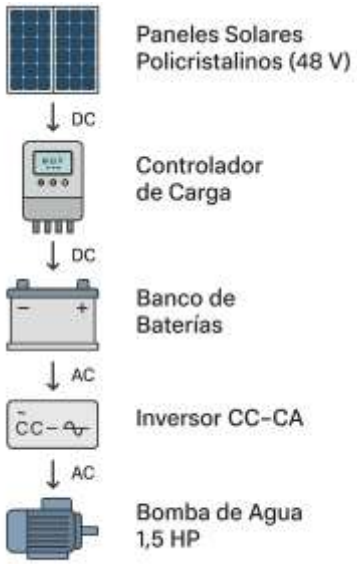


Imagen 10. Esquema básico de panel solar y captación de energía fotovoltaica

6. CONTROL Y MONITOREO

El control y monitoreo del diseño e implementación del Sistema de Captación de Agua Lluvia (SCALL) es una etapa clave que garantiza el cumplimiento de los objetivos técnicos, funcionales y ambientales del proyecto. Su correcta aplicación permite validar que la instalación de cada componente hidráulico se realice conforme a lo planificado y que el sistema funcione eficientemente durante su operación.

Desde la perspectiva de la ingeniería civil, el **control de obra** contempla la verificación técnica de cada elemento constructivo: canaletas, bajantes de PVC, filtros de primera descarga, tanque de almacenamiento intermedio, sistema de bombeo fotovoltaico y red de distribución. Para este fin, se recomienda el uso de una **bitácora técnica diaria**, donde se documenten actividades realizadas, cantidades de obra ejecutadas, condiciones del clima, incidentes técnicos y decisiones correctivas.

En cuanto al monitoreo del funcionamiento del sistema, se sugiere implementar un método de seguimiento básico pero eficiente, utilizando dispositivos

accesibles. Una propuesta viable consiste en instalar un medidor de caudal digital tipo paleta a la salida del filtro o al ingreso del tanque de almacenamiento, el cual registre el volumen acumulado de agua recolectada. Estos datos pueden ser descargados manualmente de forma semanal o mensual, permitiendo elaborar reportes de eficiencia del SCALL.

Además, puede complementarse con un sensor ultrasónico de nivel dentro del tanque de almacenamiento, conectado a un microcontrolador (como Arduino o ESP32), que registre el comportamiento del volumen almacenado tras cada evento de lluvia. Esta información puede visualizarse localmente mediante una pantalla LCD, o exportarse a un sistema de hojas de cálculo para análisis y decisiones futuras.

El mantenimiento también es parte del monitoreo. Se debe establecer un cronograma de inspección para la limpieza de canaletas, revisión de los filtros, pruebas de funcionamiento de la bomba y control del sistema eléctrico solar. Estas acciones preventivas permiten mantener la eficiencia hidráulica y prolongar la vida útil del sistema.

Por su enfoque sostenible, este sistema no solo reduce el consumo de agua potable sino que promueve la resiliencia hídrica institucional, pudiendo ser replicado en otras infraestructuras públicas con condiciones similares. El monitoreo continuo no solo valida su efectividad, sino que también genera datos clave para futuras investigaciones sobre el aprovechamiento del recurso hídrico pluvial en edificaciones institucionales de bajo impacto ambiental.

C. FASE III. PLANOS Y ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

1) Elaboración de planos finales

Al haber concluido el proceso de cálculo, se procedió a la eleboración de los planos técnicos definitivos del sistema, los mismos que representan con precisión cada uno de sus elementos constructivos. En esta etapa se desarrollaron representaciones detalladas en planta,

elevación e isometría, utilizando herramientas especializadas de Autodesk.

La ubicación de las canaletas y bajantes fueron dispuestas tomando como referencia las proyecciones horizontales del área efectiva de captación en la cubierta del hospital, incorporando las pendientes requeridas para asegurar un flujo continuo y eficiente hacia el sistema de almacenamiento.

El tanque de almacenamiento fue ubicado estrategicamente cerca de las bajantes de la unidad de bombeo, con el propósito de reducir pérdidas por conducción y facilitar el mantenimiento. En los planos se incorporaron también válvulas, registros y accesos operativos que permitirán la supervisión y limpieza del sistema.

Adicionalmente, se detallaron las conexiones hidruáulicas entre el tanque, la bomba y los puntos de uso del hospital, así como la red eléctrica que permite la operación del sistema de bombeo mediante energía solar fotovoltaica. Los paneles solares fueron posicionados sobre la cubierta en un punto con alta exposición solar, garantizando así un buen rendimiento energético e integración arquitectónica. También se representó el esquema de conexión serie-paralelo de los paneles con su respectivo inversor, regulador de carga y banco de batería.

Cada elemento fue especificado en cuanto a dimensiones, materiales y ubicación dentro del sistema y su detalle técnico puede consultarse en los Anexos 4 y 5 de este trabajo.

Como complemento del sistema de distribución, se integró una salida específica para un sistema de riego por microaspersión, destinado a áreas verdes o espacios exteriores del hospital. Este sistema se conecta al tanque mediante la bomba existente y cuenta con válvulas de control y distribución, permitiendo una utilización eficiente del agua lluvia en

períodos de baja demanda interna. Su incorporación fortalece el enfoque sostenible del proyecto y amplía las funciones operativas del sistema diseñado.

2) **Análisis de precios unitarios**

Con el propósito de viabilizar económicamente el proyecto, se elaboró un presupuesto referencial sustentado en el análisis detallado de precios unitarios. Este procedimiento permitió establecer una estimación financiera integral, asegurando la inclusión de cada actividad, recurso y componente necesario para la implementación del Sistema de Captación y Aprovechamiento de Agua Lluvia (SCALL). El costo total estimado asciende a **$ 8920.00**, para el abastecimiento del hospital docente veterinario. La desagregación de esta información se encuentra documentada en los Anexos 1, 2 y 3.

Los costos de inversión fueron determinados en función de los precios unitarios vigentes en el mercado local, así como de los requerimientos constructivos y de equipamiento.

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

1) El diseño del sistema SCALL para el Hospital Docente Veterinario de la Universidad Técnica de Ambato demuestra que es técnicamente factible captar, almacenar, tratar y distribuir agua lluvia para usos no potables, reduciendo la presión sobre el sistema público de abastecimiento.

2) El sistema SCALL aporta directamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente en el uso eficiente del agua (ODS 6) y en infraestructura sostenible (ODS 9). Además, incrementa la resiliencia del hospital frente a racionamientos o cortes en el suministro público.

3) El diseño del Sistema de Captación de Agua Lluvia (SCALL) demuestra ser una alternativa técnica factible y ambientalmente responsable para el abastecimiento de agua no potable en el Hospital Docente Veterinario de la Universidad Técnica de Ambato. Las condiciones climáticas de la zona de Querochaca, junto con la disponibilidad de superficies captadoras, permiten recuperar un volumen significativo de agua, reduciendo la presión sobre las redes tradicionales.

4) El proyecto es técnicamente viable, dado que la precipitación promedio anual del sector (superior a 800 mm) garantiza el abastecimiento parcial del sistema, y la topografía del sitio permite instalar el tanque elevado sin necesidad de estructuras complejas. Además, todos los componentes propuestos (canaletas, filtros, válvulas, tuberías) están disponibles en el mercado local y cumplen normativa nacional e internacional.

5) La reutilización de agua lluvia reduce la dependencia del sistema público, disminuye el consumo de agua potable tratada y promueve una gestión descentralizada del recurso. Además, al disminuir los escurrimientos superficiales, se reduce la carga en el sistema de drenaje pluvial.

6) Este proyecto representa un paso hacia una infraestructura más eficiente en el uso de recursos naturales. Al integrar componentes hidráulicos correctamente dimensionados con energía renovable (paneles solares), se logra un sistema autónomo, alineado con los objetivos de sostenibilidad institucional y con una menor huella ambiental.

7) Los cálculos realizados permitieron dimensionar con precisión los elementos del sistema: desde canaletas y bajantes, hasta filtros, cisterna, bomba de 1.5 HP y sistema de presión. La energía necesaria para operar el sistema se abastece mediante un arreglo fotovoltaico, asegurando eficiencia operativa durante el año.

8) Gracias a la elaboración de planos constructivos, análisis de precios unitarios y justificación técnica, el sistema propuesto puede ser adaptado a otros entornos institucionales similares, tanto en zonas rurales como urbanas, contribuyendo a una gestión más consciente y sostenible del agua.

4.2. Recomendaciones

1) Una vez implementado, se sugiere instalar instrumentos de medición (pluviómetros, caudalímetros, medidores de nivel) que permitan evaluar la eficiencia del sistema en tiempo real, lo cual facilitará futuras mejoras y la toma de decisiones basadas en evidencia.

2) Se recomienda poner en marcha el SCALL de manera progresiva, priorizando las zonas de mayor consumo y observando el comportamiento del sistema bajo distintas condiciones climáticas. Un seguimiento técnico ayudará a validar los supuestos del diseño.

3) A futuro, se recomienda analizar la posibilidad de utilizar el agua captada también para lavado de implementos veterinarios, siempre que se garantice su calidad mediante tratamientos adicionales.

4) Es recomendable monitorear de forma periódica los volúmenes recolectados, la reducción del consumo de agua potable y la energía eléctrica ahorrada. Estos datos permitirán cuantificar el beneficio ambiental y económico del sistema, justificando su mantenimiento y expansión.

5) El proyecto puede ser replicado en otras unidades de la universidad como parte de un plan institucional de gestión hídrica, contribuyendo a una imagen ambiental responsable y al cumplimiento de compromisos climáticos.

6) Es fundamental que el personal administrativo y operativo reciba capacitación básica sobre el uso, control y mantenimiento del sistema, con el fin de garantizar su funcionamiento continuo y eficiente.

7) A futuro, se debe considerar la ampliación del sistema fotovoltaico para asegurar el funcionamiento de la bomba en días nublados o de alta demanda, garantizando una operación continua sin depender de la red eléctrica convencional.

8) Se sugiere presentar los resultados de este proyecto a instancias superiores de la Universidad Técnica de Ambato, como ejemplo de infraestructura sostenible aplicable a otras facultades, laboratorios o espacios académicos.

Bibliografía

[1] M. d. A. y. Agua, "Plan nacional de sequía," 2021. [Online]. Available: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/05/plan-nacional-de-sequia.pdf. [Accessed 12 Enero 2025].

[2] F. a. A. O. (FAO), "El agua para un mundo sostenible," 2022.

[3] A. Smith, "Rainwater Harvesting Systems: Design and Applications," *Journal of Water Management*, vol. 10, pp. 45-56, 2020.

[4] U. N. (UN), "Sustainable Development Goals: Clean Water and Sanitation," 2021.

[5] J. D. e. at, "Water Reuse in Institutional Buildings," *Environmental Studies Journal*, vol. 15, no. 3, pp. 210-220, 2019.

[6] I. R. C. S. A. (IRCSA), *Rainwater Harvesting: An Alternative for Water Scarcity*, 2021.

[7] M. d. Ambiente, Código Orgánico del Ambiente, 2020.

[8] CONAGUA, Lineamientos técnicos para sistemas de captación de agua de lluvia, México: Comisión Nacional del Agua, 2019.

[9] SEMARNAT, Manual de captación de agua de lluvia para uso domiciliario y comitario, México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales , 2020.

[10] ONU, "Objetivos de Desarrollo Sostenible: Agua limpia y saneamiento," Organización de las Naciones Unidas, 2023.

[11] A. Fries, M. Chamba-Ontaneda and P. Massa-Sanchez, "Presión demográfica sobre el agua: un análisis regional para Ecuador," *Geográfica Venezolana*, vol. 60, 2019.

[12] C. Solano, F. Gonzaga, F. Espinoza and J. Espinoza, "Sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico, Isla Jambelí, cantón Santa Rosa," *CUMBRES*, vol. 3, 2017.

[13] M. d. D. U. y. V. (MIDUVI), "Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC – Agua Lluvia," MIDUVI, Quito, 2015.

[14] P. Wavin, "Catálogo Técnico de Productos: Tuberías y accesorios PVC sanitario y pluvial," Plastigama Ecuador, 2021. [Online]. Available: https://www.plastigama.com.ec. [Accessed 12 05 2025].

[15] R. Ecuador, "Rotoplas Ecuador," 4 junio 2023. [Online]. Available: https://www.rotoplas.com.ec/productos/tanque-de-agua/tricapa-1100-litros. [Accessed 2024 mayo 11].

[16] U. E. P. Agency, "Rainwater Harvesting: Conservation, Credit, Codes and Cost," U.S. EPA, Washington, D.C., 2013.

[17] PuriPlus, "Filtro de agua 3 etapas conexión de media ½ PuriPlus carcasa 10 pulgadas," PuriPlus, marzo 2023. [Online]. Available: https://puriplus.com.co/productos/filtro-de-agua-3-etapas-conexion-de-media-puriplus-carcasa-10-pulgadas/. [Accessed 2025 mayo 11].

[18] P. O. Ecuador, "PumpStopOnline," Bomba de Agua Centrífuga CEP 0.5–1.5 HP 110/220V Pearl, 12 junio 2024. [Online]. Available: https://www.pumpstoponline.com.ec/products/bomba-de-agua-centrifuga-cep-0-5-1-5hp-110-220v-pearl. [Accessed 15 mayo 2025].

[19] L. Martínez, A. Torres and J. Delgado, "Photovoltaic Systems for Remote Areas," *Renewable Energy Journal*, vol. 33, no. 6, pp. 1215-1228, 2020.

[20] L. Martínez, A. Torres and J. Delgado, "Photovoltaic Systems for Remote Areas," *Renewable Energy Journal*, vol. 33, no. 6, pp. 1215-1228, 2020.

[21] INELDEC, "INELDEC Ecuador," Panel Solar 330W Policristalino LNSF330P, 13 junio 2024. [Online]. Available: https://ineldec.com/producto/panel-solar-330w-policristalino-lnsf330p/. [Accessed 12 junio 2025].

[22] A. Nuñez, "Evolución historica de los presupuestos," Academia.edu, 11 08 2015. [Online]. Available: https://www.academia.edu/35561234/Evolución_histórica_de_los_presupuestos_Ensayo. [Accessed 14 12 2023].

[23] H. H. Elmousalami, "Inteligencia artificial y modelado paramétrico de estimación de costos de construcción: revisión del estado del arte," *Journal of Construction Engineering and Management.,* vol. 146, no. 1, pp. 15-17, 2019.

[24] D. Makovsek, "Systematic construction risk, cost estimation mechanism and unit price movements, transport policy," *IEEE Explore,* vol. 35, no. 10, pp. 135-145, 2014.

[25] R. Deutsch, BIM and Integrated Design: Strategies for Architectural Practice, New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.

[26] S. C. Plotner, RSMeans Building Construction Cost Data, Estados Unidos: RS Means, 2014.

[27] D. A. N. Gregory K. Mislick, Cost Estimation: Methods and Tools, New Jersey: Wiley, 2015.

[28] B. O'donnell, Cost Estimating for the Handyman Business, Estados Unidos : lulu.com, 2015.

[29] D. N. Karen Kensek, Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice, New Jersey: Wiley, 2014.

[30] D. M. Brad Hardin, BIM and construction management: proven tools, methods and workflows, Indianapolis : Copyright, 2015.

[31] F. D. Steven Peterson MBA PE, Construction Estimating Using Excel (What's New in Trades & Technology, Reino Unido : Pearson, 2017.

[32] J. E. S. D. G. Leonard Holm, Construction Cost Estimating: Process and Practices, Reino Unido : Pearson, 2004.

[33] S. P. Allan Ashworth, Cost Studies of Buildings, Salford: Routledge, 2015.

[34] E. T. Jurado, Gestión de control de costes en empresas constructoras de edificación españolas, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2014.

[35] K. A. Leena Pekkinen, "Risk Management in Project Networks: An Information Processing View," *Technology and Investment,* vol. 6, no. 1, pp. 75-76, 2015.

[36] A. S. Luis García, Organización, planificación y control de obras y tajos, España: Fundación Laboral de la Construcción, 2007.

[37] J. L. A. S. Daniel Castro Fresno, ORGANIZACIÓN Y CONTROL DE OBRAS, Cantabria: Calima S.A, 2006.

[38] T. A. A. Omar El-Anwar, "Un Marco Integrado de Planificación Urbana y Construcción para Proyectos de Mejoramiento de Barrios Vulnerables," *Journal of Construction Engineering and Management,* vol. 140, no. 4, 2014.

[39] A. A. A. y. M. A. H. y. R. I. A. y. K. A. T. Aziz, "Control de los factores de sobrecostos en proyectos de construcción en Malasia," *Revista de Investigación en Ciencias Aplicadas, Ingeniería y Tecnología,* vol. 05, no. 08, pp. 2621-2629, 2013.

[40] F. y. S. A. N. D. Yean Yng Ling, "Estrategias para la gestión de residuos de construcción en la ciudad de Ho Chi Minh, Vietnam," *Proyecto de entorno construido y gestión de activos,* vol. 3, no. 1, pp. 141-156, 2013.

[41] V. G. Pachón, Los proyectos de construcción con BIM según ISO 19650, Madrid: AENOR, 2021.

[42] E. Mendes, Cost Estimation Techniques for Web Projects, New Zeland: Copyright, 2007.

[43] J. K. Martin Fischer, The Scope and Role of Information Technology, Stanford : COPYRIGHT, 2004.

[44] UNWTO, "Tourism and the Sustainable Development Goals," World Tourism Organization, 2019.

[45] J. Gómez and L. Rivera, "Eco-Friendly Materials in Tourism," *Journal of Sustainable Tourism,* vol. 28, no. 4, pp. 432-446, 2020.

[46] R. König, F. Schneider and H. Braun, "Low-Emissivity Coatings: Applications and Benefits," *Energy Efficient Architecture,* vol. 15, no. 2, pp. 67-79, 2022.

[47] M. Hassan and S. Lee, "Reducing Carbon Footprints with Low-E Materials," *Journal of Green Building,* vol. 14, no. 1, pp. 102-117, 2021.

[48] A. Pérez and M. Rodríguez, "Innovative Designs in Sustainable Tourism," *Architectural Review,* vol. 56, no. 3, pp. 88-97, 2021.

[49] P. Lozano, G. Márquez and R. Ruiz, "Community-Based Construction in Sustainable Tourism," *Sustainable Development Review,* vol. 18, no. 5, pp. 345-359, 2019.

[50] C. Jiménez and M. Vargas, "Social and Environmental Impacts of Sustainable Tourism," *Tourism Studies,* vol. 25, no. 7, pp. 556-572, 2022.

[51] F. González, " Ecoturismo y Glamping en Ecuador," *Revista Andina de Turismo,* vol. 12, no. 3, pp. 45-58, 2021.

[52] R. König, F. Schneider and H. Braun, "Low-Emissivity Coatings: Applications and Benefits," *Energy Efficient Architecture,* vol. 15, no. 2, pp. 67-79, 2022.

[53] P. Lozano, G. Márquez and R. Ruiz, "Community-Based Construction in Sustainable Tourism," *Sustainable Development Review,* vol. 18, no. 5, pp. 345-359, 2019.

[54] A. Osterwalder and Y. Pigneur, Business Model Generation, Wiley, 2010.

[55] A. y. T. E. Ministerio del Ambiente, TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE, Quito: LexisFinder, 2003.

[56] A. W. We, "Captación de agua de lluvia, un recurso necesario," Junio 2022. [Online]. Available: https://www.wearewater.org/es/insights/captacion-de-agua-de-lluvia-un-recurso-necesario/.

[57] F. a. A. O. (FAO), El agua para un mundo sostenible, 2022.

[58] A. Smith, "Rainwater Harvesting Systems: Design and Applications," *Journal of Water Management* , vol. 10, pp. 45-56, 2020.

[59] U. N. (UN), "Sustainable Development Goals:Clean Water and Sanitation," 2021.

[60] J. e. a. Doe, "Water Reuse in Institutional Buildings," *Environmental Studies Journal,* vol. 15, no. 3, pp. 210-220, 2019.

[61] IRCSA, Rainwater Harvesting: An Alternative for Water Scarcity, International Rainwater Catchment Systems Association, 2011.

[62] M. d. Ambiente, Código Orgánico del Ambiente, Gobierno de Ecuador, 2020.

[63] P. Gonzálex, "Evaluación de la captación de agua pluvial en la región Andina," *Revista de Ingeniería Ambiental* , vol. 8, no. 2, pp. 35-42, 2011.

[64] L.Johnson, "Rainwater Treatment Technologies," *Water Science & Technology,* vol. 12, pp. 78-89, 2020.

[65] U. T. d. Ambato, Plan de sostenibilidad institucional, Ambato: UTA, 2023.

ANEXO 1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO REFERENCIAL DE OBRA CIVIL EN EL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 1 DE 17

RUBRO : 1
DETALLE : Limpieza y desbroce del terreno

UNIDAD: m2

EQUIPO DESCRIPCION	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.06
SUBTOTAL M					**0.06**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		*CANTIDAD A*	*JORNAL/HR B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Mestro mayor en ejecución de obras civiles	EO C1	1.00	4.75	4.75	0.128	0.61
Albañil	EO D2	1.00	4.28	4.28	0.128	0.55
SUBTOTAL N						**1.16**

MATERIALES DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*PRECIO UNIT. B*	*COSTO C=AxB*
				0.00
SUBTOTAL O				**0.00**

TRANSPORTE DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO C=AxB*
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1.21
INDIRECTOS (%)	15.00%	0.18
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		1.40
VALOR UNITARIO		**1.40**

SON: UN DÓLAR CON TREINTA Y TRES CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, Mayo 2025

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

HOJA 2 DE 17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 2 UNIDAD: ml
DETALLE : Picado y resane de pared para instalaciones

EQUIPO DESCRIPCION	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.06
Amoladora eléctrica	1.00	3.50	3.50	0.125	0.44
SUBTOTAL M					**0.49**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		*CANTIDAD A*	*JORNAL/HR B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Mestro mayor en ejecución de obras civiles	EOC1	1.00	4.75	4.75	0.125	0.59
Peón	EOE2	1.00	4.23	4.23	0.125	0.53
SUBTOTAL N						**1.12**

MATERIALES DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*PRECIO UNIT. B*	*COSTO C=AxB*
SUBTOTAL O				

TRANSPORTE DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO C=AxB*
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1.62
INDIRECTOS (%)	15.00%	0.24
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		1.86
VALOR UNITARIO		**1.86**

SON: UN DÓLAR CON OCHENTA Y SESIS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, Mayo 2025

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

HOJA 3 DE 17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 3 UNIDAD: ml
DETALLE : Retiro de canaletas existentes

EQUIPO DESCRIPCION	***CANTIDAD A***	***TARIFA B***	***COSTO HORA C=AxB***	***RENDIMIENTO R***	***COSTO D=CxR***
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03
Seguridad industrial 5% M.O	1	1	1	0.12	0.03
Andamios	1	2	2	0.29	0.58
SUBTOTAL M					**0.64**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		***CANTIDAD A***	***JORNAL/HR B***	***COSTO HORA C=AxB***	***RENDIMIENTO R***	***COSTO D=CxR***
Albañil	EO D2	1.00	4.28	4.28	0.125	0.54
Hojalatero	EO D2	0.08	4.28	0.32	0.125	0.04
Peón	EO E2	0.05	4.23	0.21	0.125	0.03
SUBTOTAL N						**0.60**

MATERIALES DESCRIPCION	***UNIDAD***	***CANTIDAD A***	***PRECIO UNIT. B***	***COSTO C=AxB***
SUBTOTAL O				

TRANSPORTE DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO C=AxB*
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1.24
INDIRECTOS (%)	15.00%	0.19
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		1.43
VALOR UNITARIO		**1.43**

SON: UN DÓLAR CON CUARENTA Y TRES CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, Mayo 2025

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

HOJA 4 DE 17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 4 UNIDAD: m2

DETALLE : Impermeabilización de losa inacccesible

EQUIPO DESCRIPCION	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.11
Seguridad industrial (5% M.O)	5.00	0.00	0.00	0.00	0.11
SUBTOTAL M					**0.22**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		*CANTIDAD A*	*JORNAL/HR B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	EO C1	1.00	4.75	4.75	0.350	1.66
Albañil	EO D2	0.18	4.28	0.75	0.350	0.26
Peón	EO E2	0.18	4.23	0.74	0.350	0.26
SUBTOTAL N						**2.18**

MATERIALES DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*PRECIO UNIT. B*	*COSTO C=AxB*
Impermeabilizante acrílico	gl	0.300	12.00	3.60
Imprimante asfáltico	gl	0.300	8.00	2.40
Brocha	u	1.000	3.00	3.00
Rodillo	u	1.000	5.00	5.00
SUBTOTAL O				**14.00**

TRANSPORTE DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO C=AxB*
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		16.40
INDIRECTOS (%)	15.00%	2.46
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		18.86
VALOR UNITARIO		**18.86**

SON: DIECIOCHO DÓLARES CON OCHENTA Y SEIS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, Mayo 2025

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

HOJA 5 DE 17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 5 UNIDAD: m3
DETALLE : Base de concreto resistencia fc 180 Kg/cm2

EQUIPO DESCRIPCION	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.36
Concretera	1.00	5.60	5.60	0.80	4.48
Vibrador	1.00	3.50	3.5	0.80	2.80
SUBTOTAL M					**7.64**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		*CANTIDAD A*	*JORNAL/HR B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	EOC1	1.00	4.75	4.75	0.800	3.80
Albañil	EOD2	1.00	4.28	4.28	0.800	3.42
SUBTOTAL N						**7.22**

MATERIALES DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*PRECIO UNIT. B*	*COSTO C=AxB*
Cemento Portland	kg	200.00	0.13	26.00
Arena	m3	0.60	15.00	9.00
Grava	m3	0.85	18.00	15.30
Agua	m3	110.0	0.001	0.11
SUBTOTAL O				**50.41**

TRANSPORTE DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO C=AxB*
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		65.28
INDIRECTOS (%)	15.00%	9.79
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		75.07
VALOR UNITARIO		**75.07**

SON: SETENTA Y CINCO DÓLARES CON SIETE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
Ambato, Mayo 2025

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

HOJA 6 DE 17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 6 UNIDAD: ml

DETALLE : Sum/coloc de canaletas de agua lluvia

EQUIPO DESCRIPCION	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.05
Seguridad industrial 5% M.O					0.05
Andamios	1.0	1.0	0.8	0.5	0.4
Taladro	1.0	1.0	1.1	0.5	0.05
SUBTOTAL M					**0.56**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		*CANTIDAD A*	*JORNAL/HR B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	EOC1	1.00	4.75	4.75	0.500	2.38
Peón	EOE2	0.25	4.23	1.06	0.500	0.53
Hojalatero	EOD2	0.25	4.28	1.07	0.500	0.54
SUBTOTAL N						**1.06**

MATERIALES DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*PRECIO UNIT. B*	*COSTO C=AxB*
Canaleta PVC 3"	ml	1.00	6.50	6.50
Soportes	u	2.00	1.60	3.20
Tornillos y fijaciones	u	2.00	0.30	0.60
Codo/union/salida	ml	0.50	0.35	0.18
Sellados impermeable (silicona)	cartucho	0.50	0.23	0.12
SUBTOTAL O				**10.59**

TRANSPORTE DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO C=AxB*
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		12.21
INDIRECTOS (%)	15.00%	1.83
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		14.05
VALOR UNITARIO		**14.05**

SON: CATORCE DÓLARES CON CINCO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, Mayo 2025

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

HOJA 7 DE 17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 7 UNIDAD: ml

DETALLE : Colocación de bajantes de agua lluvia

EQUIPO DESCRIPCION	***CANTIDAD A***	***TARIFA B***	***COSTO HORA C=AxB***	***RENDIMIENTO R***	***COSTO D=CxR***
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.05
Seguridad Industrial 5% de M.O.					0.05
Taladro	1.00	1.00	1.10	0.50	0.03
Andamios	1.00	0.80	0.80	0.50	0.40
SUBTOTAL M					**0.53**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		***CANTIDAD A***	***JORNAL/HR B***	***COSTO HORA C=AxB***	***RENDIMIENTO R***	***COSTO D=CxR***
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	EO C1	1.00	4.75	4.75	0.500	2.38
Peón	EO E2	0.25	4.23	1.06	0.500	0.53
Albañil	EO D2	0.25	4.28	1.07	0.500	0.54
SUBTOTAL N						**1.06**

MATERIALES DESCRIPCION	***UNIDAD***	***CANTIDAD A***	***PRECIO UNIT. B***	***COSTO C=AxB***
Tubería PVC 3”	m	1.00	5.20	5.20
Abrazaderas	u	2.00	0.60	1.20
Codo 3” 90°/45°	u	0.10	1.80	0.18
Pegamento PVC	u	0.02	8.00	0.16
Tornilos+fijaciones	u	2.00	0.10	0.20
Tee 3”	u	0.05	3.50	0.18
SUBTOTAL O				**7.12**

TRANSPORTE DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO C=AxB*
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		8.71
INDIRECTOS (%)	15.00%	1.31
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		10.02
VALOR UNITARIO		**10.02**

SON: DIEZ DÓLARES CON DOS CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
Ambato, Mayo 2025

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

HOJA 8 DE 17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 8 UNIDAD: u

DETALLE : Sum/coloc de filtro de sedimentos tipo cartucho de 10”

EQUIPO DESCRIPCION	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.21
Seguridad Industrial 5% de M.O.					0.21
SUBTOTAL M					**0.43**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		*CANTIDAD A*	*JORNAL/HR B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Plomero	EO D2	1.00	4.28	4.28	0.500	2.14
Ayudante de plomero	EO E2	1.00	4.23	4.23	0.500	2.12
SUBTOTAL N						**4.26**

MATERIALES DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*PRECIO UNIT. B*	*COSTO C=AxB*
Filtro de sedimento cartucho 10”	u	1.00	40.00	40.00
Conexiones PVC	u	3.00	2.50	
Sellador	ml	2.00	0.10	
SUBTOTAL O				**40.00**

TRANSPORTE DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO C=AxB*
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		44.68
INDIRECTOS (%)	15.00%	6.70
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		51.38
VALOR UNITARIO		**51.38**

SON: CINCUENTA Y UN DÓLARES CON TREINTA Y OCHO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
Ambato, Mayo 2025

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

HOJA 9 DE 17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 9 UNIDAD: u

DETALLE : Sum/colc de tanque Rotoplas 6000 lt

EQUIPO DESCRIPCION	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.22
Seguridad Industrial 5% de M.O.					0.22
Andamios	1.00	0.80	0.80	0.50	0.40
SUBTOTAL M					**0.45**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		*CANTIDAD A*	*JORNAL/HR B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Peón	EO E2	1.00	4.23	4.23	0.500	2.12
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	EO C1	1.00	4.75	4.75	0.500	2.38
SUBTOTAL N						**4.49**

MATERIALES DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*PRECIO UNIT. B*	*COSTO C=AxB*
Tanque rotoplas 6000lt	u	1.000	1,100.00	1,100.00
Tornillos y accesorios	u	1.000	30.00	30.00
SUBTOTAL O				**1,130.00**

TRANSPORTE DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO C=AxB*
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1,134.94
INDIRECTOS (%)	15.00%	170.24
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		1,305.18
VALOR UNITARIO		**1,305.18**

SON: MIL TRECIENTOS CINCO DÓLARES CON DIECIOCHO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
Ambato,Mayo 2025

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

HOJA 10 DE 17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 10 UNIDAD: ml

DETALLE : Sum/ colo de tubería PVC 3"

EQUIPO DESCRIPCION	***CANTIDAD A***	***TARIFA B***	***COSTO HORA C=AxB***	***RENDIMIENTO R***	***COSTO D=CxR***
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.22
Seguridad Industrial 5% de M.O.					0.22
Andamios	1.00	0.80	0.80	0.50	0.40
MANO DE OBRA DESCRIPCION	***CANTIDAD A***	***JORNAL/ HR B***	***COSTO HORA C=AxB***	***RENDIMIENTO R***	***COSTO D=CxR***
Maestro mayor en ejecución de obras civiles EO C1	1.00	4.75	4.75	0.500	2.38
Peón EO E2	1.00	4.23	4.23	0.500	2.12
SUBTOTAL N					**4.49**

MATERIALES DESCRIPCION	***UNIDAD***	***CANTIDAD A***	***PRECIO UNIT. B***	***COSTO C=AxB***
Tubería PVC 3¨	m	1.000	5.50	5.50
Codos PVC 3¨	u	0.100	1.80	0.18
Uniones PVC 3¨	u	0.050	1.50	0.08
Pegamento PVC	m	0.020	8.00	0.16
Tornillos + fijaciones	u	2.000	0.10	0.20
Abrazaderas	u	2.000	0.60	1.20
SUBTOTAL O				**7.32**

TRANSPORTE DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO C=AxB*
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		12.21
INDIRECTOS (%)	15.00%	1.83
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		14.04
VALOR UNITARIO		**14.04**

SON: CATORCE DÓLARES CON CUATRO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
Ambato, Mayo 2025

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

HOJA 11 DE 17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 11 UNIDAD: ml
DETALLE : Sum/ colo de tubería PVC 1/2"

EQUIPO DESCRIPCION	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.22
Seguridad Industrial 5% de M.O.					0.11
Andamios	1.00	0.80	0.80	0.50	0.40
SUBTOTAL M					**0.73**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		*CANTIDAD A*	*JORNAL/HR B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	EO C1	1.00	4.75	4.75	0.500	2.38
Peón	EO E2	1.00	4.23	4.23	0.500	2.12
SUBTOTAL N						**4.49**

MATERIALES DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*PRECIO UNIT. B*	*COSTO C=AxB*
Tubería PVC 1/2¨	m	1.000	1.20	1.20
Codos PVC 1/2¨ 90°/45°	u	0.100	0.15	0.02
Uniones PVC 1/2¨	u	0.050	0.10	0.01
Pegamento PVC	u	0.020	8.00	0.16
Tornillos + fijaciones	u	2.000	0.10	0.20
Abrazaderas	u	2.000	0.40	0.80
SUBTOTAL O				**2.38**

TRANSPORTE DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO C=AxB*
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		7.60
INDIRECTOS (%)	15.00%	1.14
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		8.74
VALOR UNITARIO		**8.74**

SON: OCHO DÓLARES CON SESENTA Y CUATRO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
Ambato, Mayo 2025

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

HOJA 12 DE 17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 12 UNIDAD: ml
DETALLE : Sum/ colo de tubería PVC 3/4"

EQUIPO DESCRIPCION	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.22
Seguridad Industrial 5% de M.O.					0.11
Andamios	1.00	0.80	0.80	0.50	0.40
SUBTOTAL M					**0.73**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		*CANTIDAD A*	*JORNAL/HR B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	EO C1	1.00	4.75	4.75	0.500	2.38
Peón	EO E2	1.00	4.23	4.23	0.500	2.12
SUBTOTAL N						**4.49**

MATERIALES DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*PRECIO UNIT. B*	*COSTO C=AxB*
Tubería PVC 3/4¨	m	1.000	1.60	1.60
Codos PVC 3/4¨ 90°/45°	u	0.100	0.25	0.03
Pegamento PVC	u	0.050	8.00	0.40
Uniones PVC 3/4¨	u	0.020	0.15	0.003
Tornillos + fijaciones	u	2.000	0.20	0.40
Abrazaderas PVC	u	2.000	0.50	1.00
SUBTOTAL O				**3.43**

TRANSPORTE DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO C=AxB*
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		8.65
INDIRECTOS (%)	15.00%	1.30
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		9.95
VALOR UNITARIO		**9.95**

SON: NUEVE DÓLARES CON NOVENTA Y CINCO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
Ambato, Mayo 2025

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

HOJA 13 DE 17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 13 UNIDAD: ml
DETALLE : Sum/ colo de tubería PVC 1"

EQUIPO DESCRIPCION	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.22
Seguridad Industrial 5% de M.O.					0.11
Andamios	1.00	0.80	0.80	0.50	0.40
SUBTOTAL M					**0.73**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		*CANTIDAD A*	*JORNAL/ HR B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	EO C1	1.00	4.75	4.75	0.500	2.38
Peón	EO E2	1.00	4.23	4.23	0.500	2.12
SUBTOTAL N						**4.49**

MATERIALES DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*PRECIO UNIT. B*	*COSTO C=AxB*
Tubería PVC 1¨	m	1.000	1.80	1.80
Codos PVC 1¨ 90°/45°	u	0.100	0.40	0.04
Uniones PVC1¨	u	0.050	0.25	0.01
Pegamento PVC	u	0.020	8.00	0.16
Tornillos + fijaciones	u	2.000	0.10	0.20
Abrazaderas	u	2.000	0.60	1.20
SUBTOTAL O				**3.41**

TRANSPORTE DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO C=AxB*
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		8.63
INDIRECTOS (%)	15.00%	1.29
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		9.93
VALOR UNITARIO		**9.93**

SON: NUEVE DÓLARES CON NOVENTA Y TRES CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, Mayo 2025

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

HOJA 14 DE 17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 14 UNIDAD: U
DETALLE : Bomba centrífuga

EQUIPO DESCRIPCION	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.21
Seguridad Industrial 5% de M.O.					0.21
SUBTOTAL M					**0.43**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		*CANTIDAD A*	*JORNAL/HR B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Plomero	EOD2	1.00	4.28	4.28	0.50	2.14
Ayudante de plomero	EOE2	1.00	4.23	4.23	0.50	2.12
SUBTOTAL N						**4.26**

MATERIALES DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*PRECIO UNIT. B*	*COSTO C=AxB*
Bomba centrífuga 1.5 HP	u	1.00	480.00	480.00
Cinta teflón	rollo	1.00	2.00	2.00
Pegamento PVC	u	0.25	3.00	0.75
Cable eléctrico THHNC#12	ml	10.00	0.50	5.00
Interruptor termomagnético	ml	1.000	10.00	10.00
Anclajes metálicos	u	1.000	0.50	0.50
Abrazaderas	u	1.000	0.70	0.70
Válcula de retención	u	1.000	20.00	20.00
Válcula de compuerta	u	1.000	18.00	18.00
Válvula de purga	u	1.000	16.00	16.00
SUBTOTAL O				**552.95**

TRANSPORTE *DESCRIPCION*	*UNIDAD*	*CANTIDAD* *A*	*TARIFA* *B*	*COSTO* *C=AxB*
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		557.63
INDIRECTOS (%)	15.00%	83.64
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		641.28
VALOR UNITARIO		**641.28**

SON: SEISCIENTOS SETENTA Y CINCO DÓLARES CON SETENTA Y OCHO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
Ambato, Mayo 2025

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

HOJA 15 DE 17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 15 UNIDAD: u
DETALLE : Sum/col de paneles solares

EQUIPO DESCRIPCION	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.80
Seguridad Industrial 5% de M.O.					0.24
SUBTOTAL M					**1.03**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		*CANTIDAD A*	*JORNAL/HR B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Electricista	EO D2	1.00	4.28	4.28	1.500	6.42
Ayudante de electricista	EO E2	0.75	4.23	3.17	1.500	4.76
Peón	EO E2	0.75	4.23	3.17	1.500	4.76
SUBTOTAL N						**15.94**

MATERIALES DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*PRECIO UNIT. B*	*COSTO C=AxB*
Panel solar 550 wp monocristalino	u	1.000	190.00	190.00
Cable solar 6mm2	ml	10.000	1.50	15.00
Conectores MC4	par	1.000	4.00	4.00
Controlador de carga MPPT 60A	u	1.000	90.00	90.00
Canaleta PVC3/4	ml	5.000	1.00	5.00
Conectores / terminales eléctricos	set	1.000	4.00	4.00
SUBTOTAL O				**308.00**

TRANSPORTE DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO C=AxB*
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		324.97
INDIRECTOS (%)	15.00%	48.75
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		373.72
VALOR UNITARIO		**373.72**

SON: TRECIENTOS CINCUENTA Y SEIS DÓLARES CON CATORCE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
Ambato, Mayo 2025

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

HOJA 16 DE 17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 16 UNIDAD: punto

DETALLE : Instalación de puntos de energía

EQUIPO DESCRIPCION	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.04
Seguridad Industrial 5% de M.O.					0.23
SUBTOTAL M					**0.23**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		*CANTIDAD A*	*JORNAL/HR B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Electricista	EO D2	1.00	4.28	4.28	0.650	2.78
Ayudante de electricista	EO E2	0.33	4.23	1.37	0.650	0.89
Peón	EO E2	0.33	4.23	1.37	0.650	0.89
SUBTOTAL N						**4.57**

MATERIALES DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*PRECIO UNIT. B*	*COSTO C=AxB*
Tomacorrrientes bipolar + tierra 15A	u	1.00	3.50	3.50
Caja plástica de embutir	u	1.00	1.00	1.00
Conduit PVC 1/2	ml	2.00	0.80	1.60
Codo PVC 1/2	u	2.00	0.30	0.60
Cable THHN #12 (fase y neutro)	ml	4.00	0.50	2.00
Cable THHN #12 (tierra)	ml	2.00	0.50	1.00
Canaleta	ml	1.00	1.00	1.00
Tornillos/paquete	set	1.00	0.20	0.20
SUBTOTAL O				**10.90**

TRANSPORTE DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO C=AxB*
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		15.70
INDIRECTOS (%)	15.00%	2.35
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		18.05
VALOR UNITARIO		**18.05**

SON: DIECIOCHO DÓLARES CON CINCO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
Ambato, Mayo 2025

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

HOJA 17 DE 17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 17 UNIDAD: m2
DETALLE : Acabado superficial y revestimiento en general

EQUIPO DESCRIPCION	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.56
SUBTOTAL M					**0.56**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		*CANTIDAD A*	*JORNAL/HR B*	*COSTO HORA C=AxB*	*RENDIMIENTO R*	*COSTO D=CxR*
Peón	EO E2	1.00	4.23	4.23	1.500	6.35
Albañil	EO D2	0.75	4.35	3.26	1.500	4.89
SUBTOTAL N						**11.24**

MATERIALES DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*PRECIO UNIT. B*	*COSTO C=AxB*
				0.00
SUBTOTAL O				**0.00**

TRANSPORTE DESCRIPCION	*UNIDAD*	*CANTIDAD A*	*TARIFA B*	*COSTO C=AxB*
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		11.80
INDIRECTOS (%)	15.00%	1.77
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		13.57
VALOR UNITARIO		**13.57**

SON: TRECE DÓLARES CON CINCUENTA Y SIETE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
Ambato, Mayo
2025

ANEXO 2

PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN AGUA LLUVIA (SCALL) PARA EL ABASTECIMIENTO DE EQUIPOS SANITARIOS EN EL EDIFICIO DEL HOSPITAL DOCENTE VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS QUEROCHACA

No.	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Global
OBRAS PRELIMINARES					
1	Limpieza y desbroce del terreno	m2	3.72	1.40	5.19
2	Picado y resane de pared para instalaciones	ml	45.00	1.86	83.63
3	Retiro de canaletas existentes	ml	4.38	1.43	6.25
SUBTOTAL OBRAS PRELIMINARES					95.08
ALBAÑILERÍA					
4	Impermeabilización de losa inaccesible	m2	10.0	18.86	188.62
5	Base de concreto resistencia fc 180 Kg/cm2	m3	0.4	75.07	27.92
SUBTOTAL ALBAÑILERÍA					216.55
RECOLECCIÓN Y CONDUCCIÓN					
6	Sum/coloc de canaletas de agua lluvia	ml	13.0	14.05	182.59
7	Sum/coloc de bajantes de agua lluvia	ml	13.0	10.02	130.24
SUBTOTAL RECOLECCIÓN Y CONDUCCIÓN					745.93
FILTRACIÓN					
8	Sum/colc. filtro de sedimentos tipo cartucho de 10”	u	1.00	51.38	51.38
9	Sum/coloc. tanque Rotoplas 6000 lt	u	1.00	1305.18	1,305.18
SUBTOTAL FILTRACIÓN					1,356.56
DISTRIBUCIÓN					
10	Sum/ colo de tubería PVC 3"	ml	14.50	14.04	203.52
11	Sum/ colo de tubería PVC 1/2"	ml	14.00	8.74	122.36
12	Sum/ colo de tubería PVC 3/4"	ml	14.00	9.95	139.24
13	Sum/ colo de tubería PVC 1"	ml	14.50	9.93	143.95
14	Bomba centrífuga	u	1.00	641.28	641.28
SUBTOTAL DISTRIBUCIÓN					3,963.47

ELÉCTRICO					
15	Sum/col de paneles solares	u	2.00	373.72	747.4
16	Instalación de puntos de energía	pto	4.00	18.05	72.21
				SUBTOTAL ELÉCTRICO	6,033.46
ACABADOS					
17	Acabado superficial y revestimiento en general	m2	20	13.5707906	271.416
				SUBTOTAL ACABADOS	271.42
				SUBTOTAL	7756.52
				IVA 15%	1163.48
				TOTAL	8920.00

Sebastián Morales
TESISTA

ANEXO 3

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. Limpieza y desbroce del terreno

Descripción:

Esta actividad consiste en la ejecución de la limpieza superficial del terreno destinado a la implementación del sistema de captación de agua lluvia. Incluye el desbroce manual de vegetación baja, retiro de residuos orgánicos, materiales sueltos y cualquier elemento que represente un obstáculo para las siguientes fases constructivas. La intervención será realizada con sumo cuidado, evitando causar daños a estructuras existentes, redes de servicios u otros elementos permanentes.

Materiales:

No se requiere el suministro de materiales constructivos para esta actividad, dado que las labores son netamente manuales y se enfocan en la preparación básica del terreno.

Equipo mínimo:

- Herramientas manuales: machetes, escobas, palas, carretillas, rastrillos y costales reutilizables.
- Elementos de seguridad: guantes de trabajo, botas con punta reforzada, casco de protección y gafas transparentes.
- Cinta de señalización o estacas para delimitación del área de intervención.

Procedimiento de trabajo:

1. Delimitación del área de trabajo según los planos de diseño.
2. Desbroce y limpieza de residuos orgánicos y basura superficial.
3. Acopio de residuos en zonas autorizadas.
4. Limpieza final dejando el área libre de obstáculos.

Ensayos y tolerancias:

N/A

Medición y forma de pago:

Unidad de medida: m² efectivamente limpiado. El pago incluye mano de obra, herramientas menores y disposición temporal de residuos.

2. Picado y resane de pared para instalaciones

Descripción:

Consiste en realizar el picado localizado de muros de hormigón o bloque para permitir el paso de tuberías, ductos u otros elementos necesarios para el sistema de captación de agua lluvia. Posteriormente, se ejecuta el resane con mortero a fin de restituir la superficie afectada y dejarla lista para su acabado final.

Materiales:

- Mortero cemento-arena dosificación 1:4 preparado en obra.
- Agua limpia.
- Puente de adherencia (si lo requiere el tipo de muro).
- Elementos a empotrar: tuberías, cajas, accesorios (provistos por otros rubros).

Equipo mínimo:

- Herramientas: combo, cincel, esmeril angular, paleta, cuchara de albañil
- Recipientes para mezcla.
- EPP: guantes, gafas, respirador, casco y protectores auditivos.

Procedimiento de trabajo:

1. Trazado sobre el muro de las zonas a intervenir, conforme planos.
2. Picado del área sin afectar elementos estructurales.
3. Instalación de los elementos requeridos (tuberías o cajas).
4. Limpieza de la superficie, aplicación de puente de adherencia si es necesario.
5. Resane con mortero en capas, procurando nivelar y alisar.

Ensayos y tolerancias:

Inspección de nivelación, alineación y adherencia del mortero. La superficie debe quedar uniforme y lista para recibir el acabado final.

Medición y forma de pago:

Unidad de medida: m² efectivamente picado y resanado. Incluye preparación, ejecución, materiales, limpieza y restitución del muro.

3. Retiro de canaletas existentes

Descripción:

Actividad que comprende el desmontaje controlado de canaletas pluviales existentes en cubiertas, ya sean metálicas o de PVC, incluyendo el retiro de elementos de fijación y limpieza del área intervenida. El proceso debe realizarse de forma segura, sin dañar estructuras ni acabados del edificio existente.

Materiales:

No se contemplan materiales específicos para este ítem, ya que se trata de un trabajo de desinstalación.

Equipo mínimo:

- Escaleras o andamios certificados.
- Herramientas manuales: destornilladores, llaves, martillo, palanca.
- Esmeril (en caso de puntos soldados o corroídos).
- EPP: casco, guantes, gafas, arnés de seguridad.
- Lona o carretilla para acopio temporal de materiales desmontados.

Procedimiento de trabajo:

1. Verificación de las canaletas a desmontar y su estado.
2. Retiro de tornillos, abrazaderas y soportes de manera secuencial.
3. Desmontaje controlado de cada tramo, asegurando el descenso seguro.
4. Acopio en zona destinada por la supervisión o retiro del sitio.
5. Limpieza del área de intervención.

Ensayos y tolerancias:

La superficie debe quedar limpia, sin residuos de fijaciones o elementos punzantes. Se verificará que no existan daños en el soporte estructural.

Medición y forma de pago:

Unidad de medida: ml de canaleta efectivamente retirada. El valor unitario incluye mano de obra, herramientas, equipos de protección y disposición del material desmontado.

4. Impermeabilización de losa inaccesible

Descripción:

Este ítem contempla la aplicación de un sistema impermeabilizante sobre una losa de hormigón que no será utilizada como superficie transitable, con el fin de evitar filtraciones hacia los niveles inferiores del edificio. El tratamiento debe garantizar una cobertura continua, adherente y resistente a la intemperie.

Materiales:

- Impermeabilizante líquido (acrílico, poliuretano o cementicio flexible, según ficha técnica).
- Imprimante o promotor de adherencia (si lo requiere el sistema).
- Malla de refuerzo (fibra de vidrio o geotextil) para esquinas y juntas.
- Agua limpia, sellador para fisuras menores de 2 mm.

Equipo mínimo:

- Rodillos, brochas, espátulas, recipiente para mezcla.
- Cepillo metálico, escoba.
- EPP: guantes de nitrilo, botas, gafas y mascarilla.

Procedimiento de trabajo:

1. Limpieza exhaustiva de la losa, eliminando polvo, grasas o materiales sueltos.
2. Reparación de grietas y aplicación de imprimante si corresponde.
3. Aplicación del impermeabilizante en dos o más capas cruzadas.
4. Refuerzo en zonas críticas con malla de fibra de vidrio.
5. Curado y protección final según instrucciones del fabricante.

Ensayos y tolerancias:

Se verificará uniformidad, ausencia de fisuras visibles, adherencia adecuada y estanqueidad. Se podrá realizar prueba de estanqueidad superficial si lo requiere la supervisión.

Medición y forma de pago:

Unidad de medida: m² de superficie tratada. El precio incluye materiales, mano de obra, preparación de superficie, refuerzos, herramientas y elementos auxiliares.

5. Base de concreto f'c = 180 kg/cm2

Descripción:

Este ítem comprende la ejecución de una base de concreto simple con una resistencia característica de f'c = 180 kg/cm², vaciada en sitio, destinada a servir como fundación para elementos del sistema de captación de agua lluvia (tanques, casetas, cajas de inspección, etc

Materiales:

- Cemento Portland tipo I (NTE INEN 2380).
- Arena limpia libre de materia orgánica (NTE INEN 872).
- Grava angular de 1" como máximo (NTE INEN 872).
- Agua potable.
- Aditivos plastificantes o retardantes (si aplica).

Equipo mínimo:

- Mezcladora de concreto.
- Palas, carretillas, vibrador de aguja, nivel y fratacho.
- Moldes de madera o metálicos.
- EPP: botas, casco, guantes, gafas.

Procedimiento de trabajo:

1. Preparación y compactación del terreno base.
2. Instalación de moldes perimetrales nivelados.
3. Dosificación, mezcla y vaciado del concreto.
4. Compactación con vibrador (si es requerido).
5. Nivelación superficial y acabado con fratacho.
6. Curado húmedo por al menos 5 días.

Ensayos y tolerancias:

Diseño de mezcla verificado. Inspección visual del acabado, nivelación y dimensiones.

Medición y forma de pago:

Unidad de medida: m³ de concreto colocado y curado. Incluye materiales, encofrado, mano de obra, herramientas y curado.

6. Sum/coloc de canaletas de agua lluvia

Descripción:

Se comprende el suministro, transporte, almacenamiento, y colocación de canaletas para la captación y conducción de aguas pluviales en edificaciones, conforme a planos y normas técnicas vigentes. El sistema deberá garantizar una evacuación eficiente, sin filtraciones ni obstrucciones, asegurando su durabilidad y funcionalidad durante la vida útil proyectada.

Materiales:

- **Canaletas:** PVC rígido o aluminio anodizado, con espesor mínimo según diseño, resistencia UV y anticorrosión.
- **Accesorios:** Codos, uniones, bajantes, tapas y soportes metálicos o plásticos, tornillos inoxidables, y sellantes siliconados.
- **Sellantes:** Compatibles con el material de canaletas, flexibles, resistentes a la intemperie y al envejecimiento.
- **Normas:** Materiales deben cumplir con la normativa NTE INEN, ASTM, o equivalente.

Equipo mínimo:

- Escaleras y andamios para acceso a la zona de instalación.
- Herramientas manuales: taladro eléctrico, destornilladores, nivel, cinta métrica, sierra para corte de canaletas.
- Equipos de protección personal (EPP): casco, guantes, gafas de seguridad, arnés si es necesario.
- Equipos para prueba hidráulica (mangueras o sistema de simulación de lluvia).

Procedimiento de trabajo:

1. Verificación previa del área y planos.
2. Transporte y almacenamiento cuidadoso de canaletas y accesorios para evitar daños.
3. Preparación y limpieza de superficies de fijación
4. Instalación de soportes con separación máxima de 0.5 m, asegurando correcta fijación.
5. Colocación y unión de canaletas y accesorios, aplicando sellante en uniones y juntas.
6. Instalación de bajantes y conexión con sistema de descarga de aguas pluviales.
7. Ajuste de pendientes mínimas del 2% para asegurar flujo.
8. Limpieza y retiro de residuos de instalación.

Ensayos y tolerancias:

- **Prueba hidráulica:** Se realizará simulación de lluvia con agua para verificar evacuación sin filtraciones o reboses.
- **Control de pendiente:** La pendiente instalada debe estar dentro de ±0.5% del diseño.
- **Revisión de fijaciones:** Soportes y fijaciones deben soportar cargas sin deformación ni desprendimiento.
- **Inspección visual:** Ausencia de fisuras, daños o defectos en canaletas y accesorios.

Medición y forma de pago:

La medición se realizará en metros lineales (m) de canaletas instaladas y comprobadas según especificación. El precio unitario incluirá suministro, transporte, almacenamiento, mano de obra, materiales auxiliares, herramientas y equipos para la instalación completa y puesta en marcha. El pago se efectuará contra la presentación de acta de conformidad de la instalación y pruebas realizadas, conforme a los avances certificados en obra.

7. Sum/coloc de bajantes de agua lluvia

Descripción:

El presente rubro comprende el suministro, transporte, montaje y fijación de bajantes para la evacuación de aguas pluviales, desde las canaletas del techo hasta el sistema de drenaje o puntos de descarga establecidos en el proyecto. Los bajantes deben garantizar un flujo adecuado, evitando filtraciones, obstrucciones o daños, y cumplir con la normativa vigente en materia de captación y evacuación de aguas lluvia.

Materiales:

- **Bajantes:** Tubos PVC rígido de alta resistencia, color blanco o gris (según especificación del proyecto), con diámetro nominal según diseño hidráulico (ej. 75 mm, 100 mm, 125 mm).
- **Accesorios:** Codos, uniones, abrazaderas, manguitos de unión, soportes y tapones fabricados en material compatible con el PVC, resistentes a la intemperie y rayos UV.
- **Sellantes y adhesivos:** Pegamento especial para PVC (cemento solvente) para asegurar uniones estancas y duraderas.
- **Anclajes y fijaciones:** Tornillos y tacos apropiados para el soporte y fijación de los bajantes a la estructura (muro, columna, etc.).
- **Elementos complementarios:** Sellos de goma para conexiones donde sea necesario evitar filtraciones.

Equipo mínimo:

- Herramientas manuales: Sierra para PVC, nivel de burbuja, cinta métrica, taladro eléctrico, destornilladores, espátulas para adhesivo.
- Equipos de seguridad: Arnés, casco, guantes, gafas de protección.
- Equipos auxiliares: Escaleras o andamios para acceso a alturas.
- Vehículo para transporte del material.

Procedimiento de trabajo:

1. **Verificación del diseño:** Confirmar dimensiones, ubicación y pendientes de los bajantes según planos.
2. **Preparación del área:** Limpieza del área de trabajo y puntos de fijación.
3. **Suministro del material:** Recepción y verificación del material conforme a las especificaciones.
4. **Corte y montaje:** Corte de tubos a medida con sierra para PVC. Aplicación de cemento solvente en uniones para garantizar estanqueidad. Montaje progresivo asegurando la alineación y pendiente para un flujo adecuado.
5. **Fijación:** Instalación de abrazaderas y soportes a intervalos definidos (normalmente cada 1.5 a 2 metros), asegurando que el bajante quede fijo y sin movimientos.
6. **Prueba de funcionamiento:** Verificar el correcto flujo del agua, sin filtraciones ni fugas.
7. **Limpieza:** Retirar restos de adhesivos y limpiar el área al finalizar.

Ensayos y tolerancias:

1. **Ensayo de estanqueidad:** Se realizará un ensayo de paso de agua, verificando que no existan fugas en uniones ni perforaciones en el tubo.
2. **Pendiente:** La pendiente mínima será del 1% para garantizar el drenaje por gravedad, tolerancia ±0.5%.
3. **Fijación:** Verificar que las fijaciones soporten la carga del bajante lleno de agua, sin desplazamientos.
4. **Revisión visual:** Ausencia de deformaciones, golpes o daños en los tubos y accesorios.
5. **Ensayo de resistencia del pegamento:** Uniones firmes sin desprendimiento al aplicar tracción manual moderada.

Medición y forma de pago:

Se medirá por metro lineal de bajante instalado y fijado, considerando diámetros especificados. Se contabilizarán las piezas especiales (codos, uniones) como elementos adicionales o incluidos según pliego. La medición incluye suministro, transporte, corte, montaje, fijación y limpieza. El pago se realizará contra entrega certificada de la cantidad instalada y aprobada mediante acta de conformidad. Se podrá acordar un pago parcial (adelanto) del 30% a la entrega del material en obra, y el saldo al finalizar la instalación y pruebas satisfactorias. La medición será realizada por el supervisor de obra o responsable técnico, validando cantidades según avances.

8. Sum/colc. filtro de sedimentos tipo cartucho de 10”

Descripción:

Este ítem comprende el suministro, transporte, montaje y correcta instalación de un filtro de sedimentos tipo cartucho de 10 pulgadas, destinado a la eliminación de partículas sólidas suspendidas en el agua. Este filtro se instalará en el sistema de captación o distribución para proteger equipos posteriores (bombas, tuberías, válvulas) y mejorar la calidad del agua tratada.

Materiales:

- Filtro de sedimentos tipo cartucho de 10” fabricado con materiales resistentes a la corrosión, preferiblemente polipropileno o acero inoxidable, según especificación técnica.
- Cartuchos filtrantes de polipropileno con grado de filtración acorde al diseño (generalmente 5 a 20 micrones).
- Accesorios para la conexión (bridas, válvulas, juntas de goma o teflón).
- Tubería compatible para conexión al sistema existente (PVC, CPVC, acero galvanizado, según proyecto).

Equipo mínimo:

- Herramientas manuales básicas: llaves, destornilladores, cortatubos, nivel de burbuja.
- Equipos para transporte y manipulación de la unidad (carretillas, polipastos si es necesario).
- Equipo de seguridad personal (guantes, casco, gafas).
- Equipo para prueba de presión (manómetro).

Procedimiento de trabajo:

1. Verificar que las dimensiones del filtro y las conexiones coincidan con el proyecto.
2. Inspeccionar el filtro y cartuchos para asegurar que estén en buen estado y sin daños.
3. Preparar el área de instalación limpiando y nivelando la superficie o estructura de soporte.
4. Instalar válvulas de aislamiento antes y después del filtro para facilitar el mantenimiento.
5. Montar el filtro de sedimentos asegurando conexiones herméticas y alineación correcta.
6. Instalar los cartuchos filtrantes dentro del filtro siguiendo indicaciones del fabricante.
7. Realizar prueba hidráulica de presión para detectar fugas en conexiones.
8. Registrar todas las actividades y entregarlas para la aprobación.

Ensayos y tolerancias:

- Prueba hidráulica de estanqueidad a la presión nominal del sistema sin fugas.
- Verificación visual de montaje correcto y ausencia de vibraciones o deformaciones.
- Cumplimiento con la capacidad nominal de filtración según ficha técnica (micrones).
- Tolerancia en las dimensiones y conexiones ± 5 mm.

Medición y forma de pago:

Se medirá por unidad instalada y puesta en funcionamiento correctamente. Incluye el suministro de los cartuchos filtrantes iniciales. Pago parcial al suministro del equipo (50% previa entrega y aprobación). Pago final al completar la instalación, pruebas y recepción definitiva sin observaciones (50%).

9. Sum/coloc. tanque Rotoplas 6000 lt

Descripción:

Este rubro comprende el suministro, transporte, montaje, y colocación en obra de un tanque de almacenamiento de agua marca Rotoplas con capacidad de 6000 litros, fabricado en polietileno de alta densidad (PEAD), destinado para la captación, almacenamiento y distribución de agua potable o aguas lluvias según el proyecto. El tanque deberá cumplir con las normativas técnicas vigentes, garantizando durabilidad, resistencia a agentes químicos, radiación UV, y capacidad adecuada para el uso especificado.

Materiales:

- Tanque Rotoplas de 6000 litros, fabricado en polietileno de alta densidad (PEAD), con aditivos anti UV.
- Válvulas, conexiones y accesorios compatibles para la instalación, preferiblemente de PVC o material homologado.
- Base o plataforma para montaje, que podrá ser de concreto armado o estructura metálica, según diseño.
- Selladores y adhesivos recomendados por el fabricante para garantizar estanqueidad en conexiones.

Equipo mínimo:

- Vehículo o camión para transporte del tanque hasta obra.
- Equipos de izaje o grúa pequeña (según condiciones de acceso y peso) para manejo seguro durante la colocación.
- Herramientas manuales básicas: llaves, destornilladores, taladros, nivel, cinta métrica.
- Equipos de seguridad para el personal (cascos, guantes, arnés si aplica).

Procedimiento de trabajo:

1. **Revisión previa:** Verificación de la base o plataforma de apoyo que debe estar nivelada, limpia y con la capacidad estructural suficiente para soportar el tanque lleno.
2. **Transporte:** Llevar el tanque desde el punto de almacenamiento hasta la obra con cuidado para evitar daños o deformaciones.
3. **Colocación:** Utilizando el equipo de izaje, posicionar el tanque sobre la base preparada. Asegurar que quede nivelado y estable.
4. **Conexiones:** Instalar las conexiones de entrada, salida y rebose, aplicando los selladores recomendados para evitar fugas.
5. **Prueba de estanqueidad:** Llenar parcialmente el tanque y revisar que no existan fugas en soldaduras, uniones o el cuerpo del tanque.
6. **Entrega:** Limpieza del área y entrega del tanque instalado listo para uso.

Ensayos y tolerancias:

- **Ensayo visual:** Verificar integridad física, sin grietas ni deformaciones.
- **Prueba de estanqueidad:** Llenar el tanque con agua y mantenerlo por un período mínimo de 24 horas para observar fugas.
- **Nivelación:** La base debe presentar tolerancia máxima de ± 2 mm por metro lineal para asegurar estabilidad.
- **Resistencia UV:** El tanque debe estar certificado por el fabricante para resistencia a radiación ultravioleta para uso exterior.
- **Capacidad:** Confirmar que el volumen neto sea de 6000 litros ± 3%.

Medición y forma de pago:

La medición se realizará por unidad instalada y funcionando, verificando:

- Tanque suministrado y colocado según especificaciones.
- Accesorios y conexiones instaladas y probadas.
- Base o plataforma terminada y apta para soporte.
- Pago parcial del 70% a la entrega y colocación del tanque en obra, tras aprobación técnica.
- Pago final del 30% una vez realizado el ensayo de estanqueidad y verificada la correcta instalación, con informe de conformidad aprobado por el supervisor de obra.

10. Sum/ coloc de tubería PVC 3"

Descripción:

Este rubro comprende el suministro, transporte, manejo y colocación de tubería de PVC (cloruro de polivinilo) con diámetro nominal de 3 pulgadas (3"), para la conducción de agua potable o aguas residuales, según corresponda al proyecto. Incluye el corte, ensamblaje, uniones, soporte, y pruebas de estanqueidad conforme a normas técnicas vigentes.

Materiales:

- **Tubería:** PVC rígido, grado sanitario o para uso hidráulico, conforme a norma NTE INEN o ASTM D1785/D2729, con espesor y presión nominal acorde al diseño (generalmente PN 10 o PN 16).
- **Accesorios:** Codos, tees, uniones, adaptadores, bases y abrazaderas en PVC compatibles con la tubería.
- **Adhesivos:** Cemento solvente para PVC compatible y aprobado para uso hidráulico.
- **Otros:** Selladores y accesorios complementarios según el diseño.

Equipo mínimo:

- Cortadora de tubos para PVC (cortatubos o sierra manual).
- Equipo para limpieza y preparación de superficies (lijas finas, trapos limpios).
- Equipo para aplicación de cemento solvente.
- Niveles, cintas métricas y herramientas manuales básicas (llaves, martillos de goma).
- Equipos para pruebas de presión y estanqueidad (bomba de prueba, manómetros).
- Carretillas o equipos para transporte interno.

Procedimiento de trabajo:

1. **Revisión previa:** Verificar condiciones del terreno, alineamiento y cotas de instalación.
2. **Suministro:** Recibir tuberías y accesorios verificando que cumplan con las especificaciones y sin daños.
3. **Preparación:** Cortar tubería a medida según planos, limpiar y desbarbar extremos.
4. **Unión:** Aplicar adhesivo solvente en ambas superficies (tubería y accesorio) y ensamblar respetando tiempo de fraguado indicado por el fabricante.
5. **Colocación:** Instalar la tubería en la zanja o soporte, asegurando alineación, pendiente y soporte adecuado para evitar desplazamientos o tensiones.
6. **Soporte:** Fijar la tubería con abrazaderas o bases a estructuras o superficies que aseguren estabilidad.
7. **Prueba:** Realizar pruebas hidráulicas de presión y estanqueidad según norma, con registro y aprobación antes de cubrir.
8. **Acabados:** Rellenar zanjas y compactar, dejando la instalación en condiciones óptimas.

Ensayos y tolerancias:

- **Ensayo de presión:** Prueba hidráulica a una presión mínima de 1.5 veces la presión de servicio por un tiempo mínimo de 30 minutos, sin fugas o deformaciones.
- **Control dimensional:** Diámetro exterior e interior de la tubería con tolerancia ±2% según norma.
- **Alineamiento:** Desviación máxima en línea y nivel de ±1 cm por cada 5 metros de tubería.

- **Adherencia:** Unión sin desprendimiento ni fallas durante prueba de presión.
- **Revisión visual:** Ausencia de grietas, golpes o deformaciones visibles.

Medición y forma de pago:

Se medirá en metros lineales (m) de tubería instalada y aprobada, desde el punto inicial hasta el punto final según planos. Se incluirán las uniones y accesorios básicos para la medición, salvo los accesorios especiales que se paguen por separado. La medición se realizará en presencia del supervisor o inspector de obra. Pago conforme al avance medido y certificado por el supervisor. Se efectuará el pago parcial proporcional al porcentaje de tubería instalada, ensayada y aceptada. El pago final se realizará luego de la entrega de la instalación en condiciones operativas y la aprobación de todas las pruebas. Los materiales suministrados y almacenados en obra podrán ser considerados para pago previo al montaje si así lo establece el contrato, bajo condiciones de resguardo y aceptación previa.

11. Sum/ coloc de tubería PVC 1/2"

Descripción:

Este rubro comprende el suministro, transporte, almacenamiento, corte, unión, montaje y colocación en obra de tubería de PVC rígido de 1/2" de diámetro, para sistemas de conducción de agua potable, aguas residuales o sistemas hidráulicos según el diseño. La tubería debe cumplir con las normas técnicas vigentes y garantizar la estanqueidad, resistencia y durabilidad durante la vida útil del sistema.

Materiales:

- **Tubería:** PVC rígido, clase y espesor según norma INEN o equivalente, con resistencia a presión adecuada para el sistema (mínimo PN 10 o PN 16 según requerimiento).
- **Accesorios:** codos, tees, uniones, conexiones, adaptadores, y demás accesorios en PVC compatibles, de igual calidad y resistencia.
- **Adhesivos y sellantes:** pegamentos para PVC certificados para unión solvente, en conformidad con normas técnicas nacionales o internacionales.
- **Otros:** Cinta de teflón para roscados, material de soporte (abrazaderas), y elementos de protección para la tubería.

Equipo mínimo:

- Cortatubos manual o eléctrico específico para PVC.
- Lijadora o papel de lija para preparación de superficies de unión.
- Equipo para limpieza (paños limpios, solventes).
- Equipo de transporte adecuado para tuberías (carretillas, vehículos).
- Herramientas manuales: llaves, destornilladores, niveles.
- Equipo de seguridad personal (casco, guantes, botas).

Procedimiento de trabajo:

1. **Recepción y almacenamiento:** Verificar que la tubería y accesorios estén en buen estado, sin fisuras ni deformaciones. Almacenarlos en lugar limpio, seco y protegido de la luz solar directa.
2. **Medición y corte:** Medir y marcar la tubería según el diseño, cortarla con herramienta adecuada para evitar rebabas o deformaciones.
3. **Preparación de uniones:** Lijar y limpiar las superficies a unir para asegurar una correcta adhesión.
4. **Unión:** Aplicar adhesivo solvente en ambas superficies (tubería y accesorio) y unir inmediatamente, manteniendo presión hasta el secado inicial.
5. **Montaje:** Colocar la tubería en la posición definida, fijándola con abrazaderas o soportes según el diseño, asegurando pendiente o nivelación conforme al plano.
6. **Inspección:** Verificar que las uniones estén firmes y sin fugas visibles.
7. **Pruebas preliminares:** Realizar pruebas de estanqueidad antes de cubrir o pintar.
8. **Protección y limpieza:** Limpiar el área de trabajo y proteger la tubería contra impactos o daños hasta la finalización de la obra.

Ensayos y tolerancias:

- **Prueba de estanqueidad:** El sistema instalado debe someterse a prueba hidráulica con presión de ensayo recomendada (usualmente 1.5 veces la presión de servicio), sin presentar fugas ni deformaciones por un tiempo mínimo de 30 minutos.
- **Dimensional:** Las tolerancias para diámetro, espesor y longitud deben cumplir con la norma técnica vigente (por ejemplo, INEN 287 o ASTM D1785).
- **Visual:** Las tuberías deben estar libres de grietas, fisuras, deformaciones y manchas que puedan comprometer su resistencia.

- **Pendiente:** La inclinación debe ajustarse a ±2% de la especificada en los planos para garantizar el correcto flujo.

Medición y forma de pago:

La medición se realizará por metro lineal de tubería instalada y aceptada, incluyendo el corte, unión, montaje y accesorios simples (no incluyendo accesorios especiales que se medirán por separado). El metro lineal se tomará desde la primera conexión hasta la última, incluyendo curvas y tramos rectos. Los accesorios (codos, tees, válvulas) deben considerarse en rubros específicos. El pago se efectuará contra presentación de acta de conformidad y certificación de avance emitida por la supervisión. El pago será proporcional a la medición aprobada en obra, aplicando el precio unitario por metro lineal establecido en el contrato. Se incluirá el costo de materiales, mano de obra, equipos y herramientas necesarios para la correcta instalación. El pago podrá ser en una o varias etapas, según avance de obra y programación financiera acordada en el contrato.

12. Sum/ coloc de tubería PVC 3/4"

Descripción:

Este rubro comprende el suministro, transporte, almacenamiento, y la instalación de tubería de PVC de diámetro nominal 3/4" (veintitrés milímetros aproximadamente), para sistemas de conducción de agua potable, aguas residuales, riego u otros usos hidráulicos. La tubería deberá cumplir con normas nacionales e internacionales que garantizan la calidad y durabilidad para el uso previsto.

Materiales:

- Tubería de PVC rígido, clase o presión adecuada para la aplicación (por ejemplo, PN10 o PN16), según norma INEN o ASTM D1785 o similar.

- Accesorios de unión: codos, tees, uniones, adaptadores, con anillo o junta de goma para asegurar estanqueidad.
- Adhesivo solvente para PVC (si corresponde, según tipo de unión).
- Elementos de fijación y soporte (grapas, abrazaderas, etc.) adecuados para tubería de PVC.
- Materiales auxiliares: cinta teflón para roscas, siliconas o sellantes compatibles, según sea necesario.

Equipo mínimo:

- Equipo de transporte (camión o camioneta para movilizar tubería y accesorios).
- Herramientas manuales: cortatubos, sierras de mano, limas, llaves ajustables, destornilladores.
- Equipo para limpieza de tubos y preparación de uniones (paños, solventes).
- Nivel de burbuja o láser para garantizar la correcta pendiente y alineación.
- Equipo de protección personal (EPP): guantes, casco, botas, gafas.

Procedimiento de trabajo:

1. **Revisión y preparación del área:** Verificar la trazabilidad y ubicación exacta de la tubería según planos y especificaciones.
2. **Recepción y almacenamiento:** Recibir tubería y accesorios, inspeccionando daños o defectos; almacenar en lugar plano, seco y protegido de la luz solar directa.
3. **Corte y preparación:** Cortar la tubería a medida con herramienta adecuada, limar bordes para evitar daños en juntas.
4. **Unión y montaje:**
   - Para unión por adhesivo: limpiar y aplicar solvente según especificación; unir con presión hasta el tope; dejar secar el tiempo recomendado.
   - Para unión con junta elástica: limpiar superficies, insertar junta y asegurar encaje correcto.
5. **Instalación:** Colocar tubería alineada y con pendiente adecuada; fijar con soportes a intervalos recomendados (aprox. cada 1.5 m).
6. **Pruebas:** Realizar pruebas de estanqueidad y presión según normativa (ver punto 5).
7. **Limpieza y entrega:** Limpiar el área, retirar restos y preparar para inspección final.

Ensayos y tolerancias:

- **Prueba de estanqueidad:** Presión mínima recomendada para tubería PN10 es de 10 atm durante al menos 2 horas sin pérdida de presión ni fugas.
- **Verificación de alineación:** La pendiente debe estar dentro de ±2% según diseño para asegurar el correcto flujo.
- **Tolerancias dimensionales:** El diámetro exterior e interior debe cumplir las especificaciones técnicas de la norma vigente (±2%).
- **Control visual:** Sin fisuras, golpes o deformaciones.

- **Ensayo de presión:** Puede realizarse con aire o agua, respetando las normas INEN o ASTM pertinentes.

Medición y forma de pago:

La medición del rubro se hará por **metro lineal de tubería instalada y aceptada**. Se deberá considerar:

- Longitud total de tubería suministrada e instalada en obra, incluyendo cortes y uniones.
- No incluye accesorios ni mano de obra adicional si estos se presentan en otro rubro.
- El pago se efectuará contra presentación y aceptación de informe de avance y conformidad de obra, con base en medición certificada por el supervisor.
- Se podrá realizar un anticipo del 30% al inicio, con garantía respectiva.
- El saldo se cancelará en forma proporcional al avance certificado hasta la entrega final.
- Se debe incluir en la factura el detalle de cantidades y valores unitarios conforme al contrato.

13. Sum/ coloc de tubería PVC 1"

Descripción:

Esta actividad comprende el suministro, transporte, manejo, almacenamiento y colocación en obra de tubería de PVC rígido de 1 pulgada de diámetro nominal, destinada para conducciones hidráulicas internas o externas, conforme a las especificaciones técnicas y normativas vigentes. La tubería debe ser resistente a la corrosión, fácil de instalar, y apta para el transporte de agua potable o aguas limpias.

Materiales:

- **Tubería:** PVC rígido, de alta calidad, con certificado de conformidad según norma ASTM D1785 o equivalente nacional, diámetro nominal 1 pulgada (25 mm).
- **Accesorios:** Codos, tees, uniones, conexiones y adaptadores del mismo material y diámetro, compatibles con la tubería.
- **Adhesivos:** Cemento solvente para unión de PVC con especificaciones ASTM D2564 o equivalentes nacionales.
- **Juntas:** Anillos de goma o sellos para asegurar hermeticidad en conexiones, si se requiere sistema de junta flexible.
- **Protección:** Materiales para protección de tubería enterrada o expuesta (arena fina, relleno, cinta para señalización).

Equipo mínimo:

- Herramientas manuales: cortatubos para PVC, llaves ajustables, nivel de burbuja, cinta métrica.
- Equipo para transporte: carretillas o medios manuales para traslado dentro de obra.
- Equipo para limpieza y preparación de uniones: papel de lija o trapo para limpiar superficies.
- Equipo para manipulación segura: guantes, gafas de protección.

Procedimiento de trabajo:

- **Revisión y recepción:** Verificar que la tubería y accesorios recibidos correspondan a las especificaciones técnicas (diámetro, tipo, certificados).
- **Almacenamiento:** Mantener tuberías y accesorios en lugar protegido, evitando exposición prolongada al sol directo y golpes.
- **Preparación:** Cortar la tubería a la medida requerida, limpiando y desbarbando los extremos para asegurar buen acople.

- **Ensamble:** Aplicar adhesivo solvente en las superficies a unir, siguiendo las recomendaciones del fabricante. Unir las piezas de inmediato, manteniendo alineación y presión hasta fijar.
- **Colocación:** Instalar tubería según trazado aprobado, asegurando pendientes y fijaciones adecuadas para evitar movimientos.
- **Protección:** En caso de enterramiento, realizar cama de arena fina, rellenar con material seleccionado y compactar cuidadosamente.
- **Limpieza y prueba preliminar:** Limpiar residuos de adhesivo y preparar para pruebas de estanqueidad.

Ensayos y tolerancias:

- **Ensayo de estanqueidad:** Realizar prueba hidráulica a presión mínima de 1.5 veces la presión de servicio, durante al menos 30 minutos, sin presentar fugas ni deformaciones.
- **Revisión dimensional:** Las tuberías deberán tener diámetros y espesores dentro de tolerancia ±5% según norma.
- **Alineación y pendiente:** La tubería debe instalarse con pendiente mínima según diseño, con tolerancia ±0.5%.
- **Fijaciones y soporte:** Deben soportar la tubería sin deformaciones ni desplazamientos visibles.

Medición y forma de pago:

- La medición se efectuará en metros lineales (m) de tubería colocada y aceptada, medida desde la cara interna de los accesorios finales o puntos de conexión.
- Se incluirán accesorios siempre que estén especificados en el mismo rubro, o se medirá por separado según el contrato.
- La medición considerará solo tubería efectiva instalada y probada, excluyendo cortes o sobras.
- El pago se realizará contra presentación de informes de avance, certificados de calidad y aceptación de pruebas de estanqueidad.

- Se aceptará el pago proporcional a metros instalados y aprobados en obra.
- El pago incluirá suministro, transporte, mano de obra, materiales y accesorios.
- Cualquier defecto detectado deberá ser corregido sin costo adicional antes del pago final.

14. Sum/coloc bomba centrífuga

Descripción:

Este rubro comprende el suministro, transporte, instalación, puesta en marcha y pruebas de funcionamiento de una bomba centrífuga para el sistema hidráulico del proyecto, asegurando que cumpla con las especificaciones técnicas de diseño y operación exigidas. La bomba será utilizada para el bombeo de agua potable / agua lluvia / aguas residuales (según aplique), garantizando el caudal y presión establecidos.

Materiales:

- Bomba centrífuga de fabricación reconocida, con certificación ISO o equivalente.
- Cuerpo y carcasa en acero inoxidable o hierro fundido con recubrimiento anticorrosivo.
- Impulsor balanceado dinámicamente, material resistente a la corrosión.
- Eje de acero inoxidable.
- Sello mecánico o empaquetadura según especificación técnica.
- Motor eléctrico acoplado, monofásico o trifásico, según diseño.
- Válvulas de retención y aislamiento conforme a norma.
- Accesorios de montaje, tuberías, bridas, juntas y soportes de acero.

Equipo mínimo:

- Herramientas básicas de mecánica y electricidad (llaves, destornilladores, multímetro).
- Grúa pequeña o equipo de izaje para manipulación de la bomba.
- Equipos de alineación para acoplamiento motor-bomba.
- Equipo para pruebas hidráulicas (manómetros, medidor de caudal).
- Equipo para puesta en marcha y ajustes eléctricos.

Procedimiento de trabajo:

1. Recepción y verificación de la bomba y sus componentes según ficha técnica y certificado de calidad.
2. Preparación de la base o estructura de soporte, nivelación y anclaje según planos.
3. Montaje de la bomba sobre la base y alineación del eje con el motor.
4. Conexión hidráulica con tuberías, válvulas y accesorios, asegurando sellos y estanqueidad.
5. Conexión eléctrica conforme a planos eléctricos y normas vigentes.
6. Realización de pruebas de vacío, presión y flujo para comprobar el correcto funcionamiento.
7. Ajustes finales y entrega formal del equipo, con reporte de pruebas y certificación.
8. Capacitación básica al personal operativo, si aplica.

Ensayos y tolerancias:

- Ensayo hidráulico para verificar caudal y presión nominal especificada en la ficha técnica.
- Verificación de alineación y vibración dentro de tolerancias permitidas (vibración < 2 mm/s RMS).
- Prueba de estanqueidad sin fugas.
- Control eléctrico de la corriente nominal y protección contra sobrecargas.
- La bomba debe operar sin ruidos anormales o calentamientos excesivos.
- Tolerancia de caudal ±5% respecto a lo diseñado.

Medición y forma de pago:

La medición se realizará por unidad de bomba instalada y puesta en marcha, verificando:

- Entrega conforme a especificaciones técnicas.
- Instalación completa con pruebas funcionales.
- Informe de pruebas y puesta en marcha aprobado.

El pago se efectuará en dos etapas:

- 50% tras la entrega en obra y verificación documental (certificados y garantía).
- 50% tras la instalación, puesta en marcha y aprobación de pruebas funcionales.

Los pagos estarán sujetos a la presentación de la factura correspondiente y el acta de conformidad firmada por el supervisor de obra.

15. Sum/coloc de panles solares

Descripción:

Este rubro comprende el suministro, transporte, almacenamiento, montaje y conexión eléctrica de paneles solares fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica limpia y renovable. El sistema incluirá todos los componentes necesarios para la instalación completa y funcionamiento óptimo, tales como paneles solares, estructuras de soporte, cableado, conectores, y dispositivos de protección.

Se garantiza que los materiales y la instalación cumplen con las normas nacionales e internacionales vigentes y que el sistema será instalado en el lugar designado, asegurando la seguridad, durabilidad y rendimiento energético esperado.

Materiales:

- **Paneles solares fotovoltaicos**: Policristalinos o monocristalinos con certificación IEC 61215, potencia nominal mínima especificada en el proyecto (ej. 350 Wp).
- **Estructura metálica de soporte**: Aluminio anodizado o acero galvanizado, resistente a la corrosión y adecuada para el ángulo de inclinación y ubicación geográfica.
- **Cableado eléctrico**: Cable solar tipo PV, aislado y resistente a rayos UV, con sección adecuada para la corriente del sistema.
- **Conectores MC4**: Para conexiones seguras y herméticas entre paneles.
- **Inversores y reguladores de carga** (si aplican, según alcance del rubro).
- **Elementos de protección**: Fusibles, interruptores DC, protecciones contra sobretensiones.
- **Tornillería y fijaciones**: Acero inoxidable para garantizar durabilidad.

Equipo mínimo:

- Equipos de seguridad personal: casco, guantes, arnés de seguridad.
- Herramientas manuales: destornilladores, llaves, taladro inalámbrico.
- Equipos de elevación: escaleras, andamios o plataformas según altura de instalación.
- Equipos eléctricos: multímetro, pinza amperimétrica.
- Equipo para manipulación y traslado: carros o montacargas (si aplica).

Procedimiento de trabajo:

1. **Revisión previa** del área de instalación y plano de ubicación de paneles.
2. **Recepción y almacenamiento** de materiales en lugar seguro, protegido de la intemperie.
3. **Montaje de estructura soporte**, nivelando y fijando firmemente al soporte estructural.
4. **Instalación de paneles solares** en la estructura, asegurando fijaciones y alineación correcta.
5. **Conexión eléctrica** entre paneles mediante cableado y conectores MC4, respetando polaridad.
6. **Instalación de elementos de protección** y conexión al inversor o sistema de almacenamiento (si aplica).
7. **Verificación y pruebas** eléctricas iniciales para asegurar continuidad, aislamiento y funcionamiento.
8. **Limpieza y orden final** del área de trabajo.

Ensayos y tolerancias:

- **Prueba de continuidad eléctrica**: Debe garantizarse sin interrupciones ni cortocircuitos.
- **Medición de voltaje y corriente nominal**: Debe estar dentro del ±5% de la especificación del fabricante.
- **Inspección visual**: Sin daños físicos, corrosión o deformaciones en paneles y estructura.
- **Tolerancias en montaje**: La inclinación y orientación deben respetar ±2° según diseño.
- **Ensayo de aislamiento eléctrico**: Resistencia mínima según norma IEC 61215 (>40 MΩ).
- **Revisión de fijaciones**: Tornillería apretada y segura, sin juego.

Medición y forma de pago:

- La medición se realizará por **unidad instalada y funcionando**, es decir, cada panel solar completamente instalado, conectado y probado.
- Se considerará para el pago la entrega completa del sistema con todos sus componentes, instalados según especificaciones.
- Se podrá medir adicionalmente por metros lineales de cableado instalado y asegurado, si así se indica en el contrato.

El pago se efectuará según avance de obra, previo informe técnico y aprobación de la supervisión.

- Se establece un anticipo del 30% al inicio del suministro de materiales.
- Un 50% al finalizar la instalación y pruebas satisfactorias.
- El 20% restante se cancelará tras la entrega formal, recepción y aceptación definitiva.
- Todos los pagos estarán sujetos a la presentación de facturas y certificaciones que acrediten cumplimiento técnico y normativo.

16. Instalación de puntos de energía

Descripción:

Este rubro comprende el suministro, instalación, conexión, pruebas y puesta en servicio de puntos de energía eléctrica para iluminación y tomas eléctricas, incluyendo canalizaciones, tuberías, cajas, conductores, interruptores, enchufes y tableros eléctricos. Los puntos de energía se instalarán conforme a las normas técnicas nacionales e internacionales vigentes, garantizando seguridad, funcionalidad y durabilidad.

Materiales:

- Conductores eléctricos: Cables de cobre aislados tipo THHN o equivalente, calibre según diseño eléctrico y normativas (NTE INEN 2220, NEC o similar).
- Tubos conduit: PVC rígido o metálico galvanizado según especificaciones, con diámetros acorde al número de conductores y normativa.
- Cajas eléctricas: Metálicas o PVC para empotrar o superficie, adecuadas al tipo de instalación.
- Interruptores, tomacorrientes y enchufes: De buena calidad, certificados y adecuados a la carga y uso previsto (220V/110V según normativa).
- Accesorios de fijación: Tornillería, abrazaderas, conectores, etc., de calidad compatible con los materiales.
- Tableros eléctricos: Tableros de distribución con protecciones, breakers y barra de tierra, conforme a diseño.
- Material de puesta a tierra: varillas de cobre o acero galvanizado, conductores de tierra y conectores.

Equipo mínimo:

- Taladro eléctrico y brocas para cajas empotradas.
- Pelacables, pinzas de presión y herramientas de mano para conexiones eléctricas.
- Equipo para doblado de tubos conduit.
- Multímetro o tester para pruebas eléctricas.
- Escaleras y andamios para acceso seguro.
- Equipo de protección personal (EPP): guantes aislantes, casco, gafas, calzado dieléctrico.

Procedimiento de trabajo:

1. **Preparación**:

- Verificar planos eléctricos y ubicación de puntos.
- Revisar que todos los materiales cumplan normas y estén certificados.

2. **Instalación de canalizaciones**:

- Fijar tubos conduit en paredes, techos o suelos según especificaciones.
- Instalar cajas eléctricas en las posiciones señaladas.

3. **Tendido y conexión de conductores**:

- Pasar conductores dentro de los tubos conduit, identificando fases, neutro y tierra.
- Realizar conexiones en cajas, interruptores, tomacorrientes y tableros, asegurando buen contacto y aislamiento.

4. **Montaje de dispositivos eléctricos**:

- Instalar interruptores, tomacorrientes y enchufes.
- Montar tapas y asegurar fijaciones.

5. **Puesta a tierra**:

- Instalar sistema de puesta a tierra y conectar a todos los puntos necesarios.

6. **Pruebas y verificación**:

- Realizar pruebas de continuidad, resistencia de aislamiento y funcionalidad de cada punto.
- Corregir observaciones antes de la entrega.

7. **Limpieza y entrega**:

- Retirar restos de materiales y ordenar áreas de trabajo.
- Entregar documentación y manuales de usuario.

Ensayos y tolerancias:

Ensayos eléctricos:

- Prueba de continuidad de conductores y puesta a tierra (resistencia menor a 5 ohmios).
- Prueba de aislamiento con megóhmetro (mínimo 1 megaohmio).
- Prueba funcional de interruptores y tomacorrientes.

Tolerancias:

- Las cajas y dispositivos deben instalarse dentro de ±10 mm en la ubicación señalada en planos.
- Las fijaciones deben resistir cargas y cumplir normativa de seguridad eléctrica.
- El sistema debe estar libre de chispas, ruidos y fallas.

Medición y forma de pago:

- Se medirá por cada punto de energía instalado y completamente funcional, incluyendo todos sus componentes y conexiones.
- La medición incluye material, mano de obra, equipos y pruebas necesarias para la entrega del punto operativo.
- Pago en base a avance certificado de puntos instalados y verificados.

- Se realizará una retención del 10% para garantía por defectos durante el período establecido en el contrato.
- Se emitirá certificado de conformidad previa aprobación de pruebas y recepción de obra.

17. Acabado superficial y revestimiento en general

Descripción:

Este rubro comprende la ejecución de los acabados superficiales y revestimientos en muros, pisos y techos, tanto interiores como exteriores, mediante la aplicación de materiales como morteros, pinturas, revestimientos cerámicos, pinturas especiales, texturizados, entre otros, para proteger, embellecer y garantizar la durabilidad de las estructuras.

Materiales:

- **Morteros para revestimiento:** Cemento, arena fina, aditivos impermeabilizantes y/o pigmentos según especificación.
- **Pinturas:** Pintura vinílica, esmalte, epóxica o según requerimiento del proyecto, certificadas y con resistencia a la intemperie si aplica.
- **Revestimientos cerámicos:** Baldosas, azulejos, pastinas y adhesivos compatibles.
- **Primers y selladores:** Para mejorar la adherencia y sellado previo.
- **Aditivos y selladores:** Impermeabilizantes, fungicidas, anticorrosivos según el caso.
- **Agua potable:** Para mezclas y limpieza.

Equipo mínimo:

- Paletas, llana lisa y dentada, espátulas.
- Mezcladora de mortero (manual o eléctrica).
- Rodillos, brochas y pistolas para pintura.
- Nivel de burbuja, reglas y escuadras para verificación de planos y niveles.
- Equipos de protección personal (EPP): guantes, mascarillas, gafas, casco.
- Equipos de limpieza: baldes, esponjas, trapos.
- Equipos de lijado o pulido si es necesario.

Procedimiento de trabajo:

1. **Preparación de superficies:**

- Limpieza de polvo, grasa, residuos y partes sueltas.
- Reparación previa de fisuras o imperfecciones con morteros de reparación.
- Aplicación de primer o sellador si se requiere.

2. **Preparación de materiales:**

- Dosificación y mezcla de morteros conforme a especificaciones técnicas.
- Preparación de pintura según indicaciones del fabricante.

3. **Aplicación de revestimiento o acabado:**

- Aplicar capa base de mortero o adhesivo de forma uniforme.
- Colocación de revestimientos cerámicos si corresponde, con correcta alineación y nivelación.
- Aplicación de la pintura o revestimiento final con espátula, brocha, rodillo o pistola.
- Realizar texturizados o acabados especiales según diseño.

4. **Curado y secado:**

- Mantener humedad controlada si aplica para morteros.
- Evitar la exposición directa al sol o lluvia durante el secado.

5. **Limpieza final:**

- Retirar restos de materiales y proteger superficies terminadas.

Ensayos y tolerancias:

- **Adherencia del revestimiento:** Prueba de tracción o corte según norma técnica aplicable.
- **Espesor de capa:** ±2 mm sobre espesor especificado.
- **Planicidad:** No debe superar desviaciones mayores a 5 mm en una regla de 2 metros.
- **Acabado superficial:** Sin grietas, burbujas, descascarillados o manchas visibles.
- **Color y textura:** Conforme a muestra aprobada.

- **Resistencia a la abrasión:** Según norma técnica o requerimiento del proyecto.
- La medición se efectuará en **metros cuadrados (m²)** de superficie revestida y terminada, con la superficie efectiva sin descontar aberturas menores al 0.5 m².
- Se descontarán aberturas mayores a 0.5 m² (puertas, ventanas) según plano.
- El pago será por unidad de superficie acabada, previa verificación de calidad y conformidad de la inspección técnica.
- Se podrán pactar entregas parciales o hitos conforme al avance de obra.
- Los valores incluyen materiales, mano de obra, equipos, herramientas, limpieza y protección de la obra.

ANEXO 4

PLANOS