



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

TEMA:

“Diseño de un sistemas de abastecimiento de agua de lluvia (SCALL), para el abastecimiento de aparatos sanitarios del edificio de educación física de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi Chico”

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

Autor: Bryan Alexis Medina Paredes

Tutor: Ing. Alex Gustavo López Arboleda

Ambato – Ecuador

Junio-2025

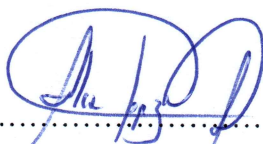
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del proyecto técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LLUVIA (SCALL), PARA EL ABASTECIMIENTO DE APARATOS SANITARIOS DEL EDIFICIO DE EDUCACIÓN FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI CHICO”**., elaborado por el estudiante Bryan Alexis Medina Paredes, portador de la cédula de ciudadanía número 1805502703, 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, junio 2025



.....
Ing. Mg. López Arboleda Alex Gustavo

C.C. 1802919322

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Bryan Alexis Medina Paredes, con C.C. 1805502703 declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente proyecto técnico con el tema: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LLUVIA (SCALL), PARA EL ABASTECIMIENTO DE APARATOS SANITARIOS DE EDIFICIO DE EDUCACION FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMABATO CAMPUS HUACHI CHICO"**. 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 bibliográficas 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, junio 2025



.....
Bryan Alexis Medina Paredes

C.C. 1805502703

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, junio 2025



Medina Paredes Bryan Alexis

C.C. 1805502703

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

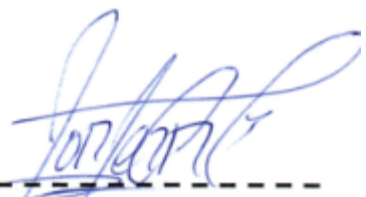
Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del o proyecto técnico, realizado por el estudiante **Bryan Alexis Medina Paredes**, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LLUVIA (SCALL), PARA EL ABASTECIMIENTO DE LOS APARATOS SANITARIOS DE EDIFICIO DE EDUCACION FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMABATO CAMPUS HUACHI CHICO"**.

Ambato, junio 2025

Para constancia firma:



Ing. Galo Wilfrido Núñez Aldas
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO
C.C.:1802229227



Ing. Jorge Javier Guevara Robalino
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO
C.C.:1803250503

DEDICATORIA

Dedico mis logros alcanzados con este proyecto primeramente a Dios, que guía mi vida y me da la sabiduría necesaria para llevar de la mejor manera cada paso en mis estudios.

Dedico con gran afecto y respeto a mis padres, Martha y Segundo quienes me han apoyado y han dado todo lo necesario para mis avances académicos.

Dedico esta tesis a mi hermano que ya no está conmigo, Andrés que siempre fue un apoyo incondicional y un gran ejemplo de perseverancia y esfuerzo el tiempo que Dios me permitió estar a su lado.

Dedico este proyecto a mi hermana mayor quien me apoya y es un gran ejemplo de superación personal.

Dedico este trabajo a mi pareja, María José Núñez por brindarme su cariño sincero y su apoyo aún en los momentos más difíciles, siendo un ejemplo de superación y dedicación para mí.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento sincero a todas aquellas personas que me han brindado su apoyo sincero durante este periodo. Primero a Dios por darme la salud y fortaleza para no rendirme ante las adversidades.

Agradezco a mis padres por ser un apoyo fundamental tanto sentimental como económico en el transcurso de mi desarrollo académico.

Agradezco a mis docentes de la carrera de Ingeniería Civil por brindarme los conocimientos necesarios para mi desarrollo profesional, con una mención especial al ingeniero Jorge Guevara quien me brindo oportunidades de crecimiento en algunas áreas de gran impacto en esta carrera.

Además, quiero agradecer de una manera muy especial y con mucho cariño a María José Núñez por brindarme su cariño y apoyo durante esta etapa, le deseo los mayores éxito y respeto.

Gracias a todos, por creer en mí, les deseo lo mejor y les dedico este logro.

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
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLA	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATUR.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	1
I. JUSTIFICACIÓN	1
II. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	2
III. OBJETIVOS	6
A. OBJETIVO GENERAL.....	6
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.....	7
I. EQUIPOS Y MATERIALES	7
II. MÉTODOS	8
A. FASE1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	8

1)	Investigación Bibliográfica.....	8
2)	Investigación de Campo	8
3)	Datos Pluviométricos.....	9
B.	FASE 2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA.....	9
	9	
a)	Área de captación	9
b)	Coeficiente de escurrimiento	10
c)	Volumen mensual promedio de captación.....	11
1)	RECOLECCIÓN Y CONDUCCIÓN.....	11
a)	Dimensionamiento de canaletas	11
b)	Dimensionamiento de bajantes de agua.....	11
2)	FILTRACIÓN.....	12
a)	Filtro de hojas y sedimentos	12
b)	Eliminación de primeras lluvias	12
3)	ALMACENAMIENTO	12
a)	Demanda de agua.....	12
b)	Volumen de almacenamiento mensual	12
4)	DISTRIBUCIÓN	13
a)	Bomba.....	13
b)	Paneles Solares	13
C.	FASE 3. PLANOS Y ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	13
1)	Elaboración de planos finales	13
2)	Elaboración de análisis de precios unitarios	14
	CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
I.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	15

A.	FASE I. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	15
1)	Investigación Bibliográfica.....	15
2)	Investigación de Campo	15
3)	Dato Pluviométricos	17
B.	FASE II. DISEÑO DEL SCALL.....	18
1)	CAPTACIÓN	18
a)	Área de Captación	18
b)	Volumen mensual promedio de captación.....	20
2)	RECOLECCIÓN Y CONDUCCIÓN.....	21
a)	Dimensionamiento de canaletas	21
b)	Dimensionamiento de bajantes	23
3)	FILTRACIÓN	24
a)	Filtro de hojas	24
b)	Tanque de primeras lluvias.....	25
4)	ALMACENAMIENTO	26
a)	Demanda de agua.....	26
b)	Volumen de almacenamiento mensual	26
5)	DISTRIBUCIÓN	28
a)	Bomba.....	28
b)	Paneles Solares	32
C.	FASE III. PLANOS Y ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	36
1)	Elaboración de planos.....	36
2)	Análisis de precios unitarios.....	37
	CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
I.	CONCLUSIONES.....	38
II.	RECOMENDACIONES	39

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
----------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Componentes del SCALL	9
Fig. 2 Consideraciones de techo.....	10
Fig. 3 Ubicación Edificio Cultura Física de la UTA campus Huachi Chico.....	16
Fig. 4 Precipitaciones Promedio Mensuales.....	18
Fig. 5 área destinada a la captación de agua lluvia.....	19
Fig. 6 Detalle de mortero en Terraza inaccesible segundo piso	20
Fig. 7 Dimensión de canaleta	22
Fig. 8 Bajante.	24
Fig. 9 Filtro en bajante.	25
Fig. 10 Tanque de primeras lluvias.	26
Fig. 11 Tanque de almacenamiento de 5000l.	27
Fig. 12 Bomba.	32
Fig. 13 Tanque hidroneumático.....	32
Fig. 14 Mapa de Irradiación solar en Ecuador.	33
Fig. 15 Paneles solares de 580 WP.....	35

ÍNDICE DE TABLA

TABLA I COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO	10
TABLA II DISPOSICIONES GENERALES	16
TABLA III PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES	17
TABLA IV VOLUMEN PROMEDIO DE CAPTACIÓN POR MES	21
TABLA V ESPECIFICACIONES DE LA CANALETA USADA	23
TABLA VI ESPECIFICACIONES DE LA BAJANTE	24
TABLA VII ESPECIFICACIONES DE TANQUE DE PRIMERAS LLUVIAS	25
TABLA VIII ESPECIFICACIONES DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO	27
TABLA IX VOLUMEN ALMACENADO	28
TABLA X DIÁMETROS	29
TABLA XI PRESIONES	30
TABLA XII PRESIÓN TOTAL	31
TABLA XIII ESPECIFICACIONES DE BOMBA	31
TABLA XIV ESPECIFICACIONES DE TANQUE HIDRONEUMÁTICO	32
TABLA XV ESPECIFICACIONES DE PANELES SOLARES	34

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 PLANO ARQUITECTÓNICO	43
ANEXO 2 PLANO HIDROSANITARIO Y DISEÑO DEL SCALL	45
ANEXO 3 PRESUPUESTO REFERENCIAL	49
ANEXO 4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	51
ANEXO 5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	69

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATUR

ONU	Organización de las Naciones Unidas
SCALL	Sistema de captación de agua de lluvia
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
WC	Aparatos sanitarios
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción

RESUMEN EJECUTIVO

En nuestro país el desarrollo de proyectos de carácter ecológico es vital puesto que ya se ha visto envuelta en una crisis energética e hidrológica. El diseño de este tipo de elementos (SCALL) es una clara solución para el aprovechamiento de recursos naturales, el implementar este dispositivo permite la captación para su almacenamiento y posterior distribución en múltiples necesidades. Además, este sistema proporciona un agente preventivo en algunos problemas como inundaciones y el uso correcto de recursos naturales. El presente proyecto tiene como objetivo el diseño del SCALL para aprovechar el líquido captado en aparatos sanitarios de uno de los edificios de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi Chico, con el fin de aprovechar recursos naturales como el agua lluvia y la energía solar, mostrando una conciencia ecológica.

El proyecto presentado contiene múltiples fases que garantiza el diseño correcto, dando uso de una metodología de tipo cualitativa, pues se levantó información bibliográfica y en campo, además de ser complementada de otro de los métodos fundamentales como es la metodología cuantitativa puesto que se calcularon cada uno de los dispositivos para obtener un diseño correcto, y siendo complementada con planos de todo el sistema dando las características a detalle de cada componente del mismo, y como último punto elaborar el presupuesto. El diseño técnico se lo realizó con el uso de normas nacionales e internacionales comprobando su aplicabilidad bajo las condiciones del sitio del proyecto, además del uso de software que permitió el modelado de todo el sistema hidráulico.

Los resultados que se obtuvieron muestran que nuestro sistema de captación cumple su finalidad, que es abastecer los aparatos sanitarios del edificio trabajado durante todo los meses del año. Es importante destacar que, aunque la inversión inicial es elevada se justifica satisfactoriamente por el ahorro de agua, ya que incentiva a la práctica sostenible de recursos naturales. Por lo que se puede concluir, que el SCALL es una solución técnica adaptable a otros edificios en cualquier ubicación del país bajo diversos parámetros, por lo que se promueven las prácticas ecológicas y correcto uso de recursos naturales.

PALABRAS CLAVE: RECURSOS NATURALES, SCALL, SISTEMA DE CAPTACIÓN, SOSTENIBLE.

ABSTRACT

In our country, the development of ecological projects is vital, as we have already experienced an energy and water crisis. The design of this type of element (scall) is a clear solution for the utilization of natural resources. Implementing this device allows for the collection, storage, and subsequent distribution of water for various needs. Additionally, this system acts as a preventive measure against certain problems such as flooding and encourages the proper use of natural resources.

The objective of this Project is to design the SCALL system to take advantage of the water collected in the Sanitary facilities of one of the buildings at the Technical University of Ambato, Huachi Chico campus, with the aim of utilizing natural resources such as rainwater. The Project includes multiple phases to ensure a proper design, using a qualitative methodology, which involved gathering bibliographic and field data. This was complemented by a quantitative methodology, which involved calculating each component of the system to achieve a correct design. Detailed system plans were also developed, showing the characteristics of each component, and finally, a budget was prepared. The technical design was carried out using both national and international standards, verifying their applicability under the specific conditions of the Project site. Additionally, modeling software was used; the results show that our collection system meets its goal, which is to supply the building's sanitary appliances throughout the year. It is important to note that although the initial investment is high, it is justifiably offset by water savings, as it promotes the sustainable use of natural resources. Therefore, it can be concluded that the SCALL system is a technical solution that can be adapted to other buildings in any location within the country, under various conditions, promoting ecological practices and the responsible use of natural resources.

KEYWORDS: NATURAL RESOURCES, SCALL, COLLECTION SYSTEM OR HARVESTING SYSTEM, SUSTAINABLE

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

II. JUSTIFICACIÓN

Ecuador se ha visto envuelto en olas de calor que han desembocado periodos más marcados de estiaje debido a calentamiento global lo que supone una preocupación a futuro de la falta del fluido. El hecho de tener periodos de sequía en el país se nota por la distribución desigual de la disponibilidad de agua además de la ausencia de proyectos de ingeniería, que den mayor alcance a la hora de regular esta distribución del recurso hídrico y de una mayor capacidad de almacenamiento para combatir de mejor manera los niveles bajos de precipitación [1]. Aun cuando nuestro país se encuentra en Latinoamérica donde se encuentra el 65% de agua dulce y destacando a Ecuador como uno de los países con mayor concentración hídrica por unidad de superficie [2].

Además, la inexistencia de agua en periodos donde la falta de presión en tuberías dificulta la llegada de agua se ve como problema destacado a resolver en algunas construcciones de la ciudad por su ubicación geográfica se denota factible la implementación de este tipo de sistemas en edificios de gran tamaño donde la sostenibilidad sea la ventaja principal, para no depender únicamente del sistema actual de abastecimiento de líquido.

La Universidad Técnica de Ambato cuenta con varias edificaciones donde el crecimiento exponencial de la población estudiantil es evidente, lo que supone un consumo mayor de agua agravando los gastos económicos del líquido vital en consecuencia del evidente aumento de la población estudiantil en el edificio en cuestión. Estas construcciones cuentan con potenciales áreas donde se puede recibir líquido precipitado naturalmente, pues es mucho más fácil tratar por la pureza que tiene gracias a la aún no agravada contaminación en el aire a diferencia de algunas ciudades del Ecuador donde por su densidad poblacional ya presentan problemas de contaminación que afecta al agua lluvia[3]

Es por estos motivos que resulta factible para WC pues para este uso no se necesita una pureza extrema del agua, Esto beneficia en gran medida esta alternativa requiriendo el mínimo de filtros como rejillas que retengan partículas medianas o grandes.

La implementación del SCALL en el edificio de Educación Física de la Universidad Técnica de Ambato representa una oportunidad para abordar de manera integral la problemática de suministro de agua y el promover prácticas más sostenibles en la gestión de recursos hídricos y que no tengan impacto ambiental. Este proyecto busca proporcionar una solución innovadora y rentable que no solo reduzca la dependencia de fuentes externas de agua de fuentes donde no siempre se la trata óptimamente el líquido vital.

III. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Los sistemas de captación de agua lluvia ya han sido evidenciados desde la antigüedad en busca de la supervivencia, aplicando el fluidos para diversas actividades, además de que ha ido actualizando sus métodos con tecnología o artefactos más actuales, pero sin perder el principio de recolectar almacenar y distribuir [4]

A nivel mundial, ya existen países sumamente avanzados tecnológicamente con una conciencia ambientalista más presente, pero también países que a pesar de la escases de recursos económicos, donde, a partir de la necesidad ya han implementado sistemas de captación de agua de lluvia, por ejemplo Kibera, uno de los barrios más pobres de África, es un lugar donde muchos residentes no pueden costear sus hogares pues no cuentan ni siquiera con los tres KES (unos 0.03 dólares) que cuestan 20 litros de agua purificada. Debido a esto, se ven obligados a aprovechar las lluvias abundantes de primavera y otoño, recolectando el agua con los techos precarios de plásticos u hojalata de sus chabolas para evitar tener que recurrir al embalse contaminado con material fecal, pues es de donde se obtiene el agua purificada [5]

En Sandakan Malasia, la recolección de agua de lluvia ha satisfecho la demanda de la población en cuanto a recursos hídricos. Se utiliza el agua de lluvia para todos los usos no potables. Sandakan es el primer lugar que, desde 1984, no ha recibido un suministro de agua tratada por parte de la Junta Estatal de Agua en Malasia. La escasez de agua, debido al racionamiento de la junta estatal de agua (alrededor de dos veces por semana), ha concienciado a la población sobre la importancia del sistema de captación de agua de lluvia pues gracias a esta ha mejorado la calidad de vida de la población [6].

Además del aprovechamiento del agua de lluvia recolectada por comunidades e individuos en las grandes ciudades, la captación de agua de lluvia en África también abarca la valiosa experiencia obtenida en pequeños asentamientos urbanos. En estos lugares, se han implementado sistemas comunales de captación de agua de lluvia en áreas que tradicionalmente se considerarían rurales. Esta iniciativa no solo ha permitido satisfacer las necesidades hídricas de estas comunidades, sino que también ha fomentado la cooperación y la gestión comunitaria de recursos. Estos sistemas comunales han demostrado ser una solución eficaz y sostenible para enfrentar la escasez de agua, mejorando la resiliencia de las comunidades frente a las variaciones climáticas y contribuyendo al desarrollo socioeconómico local. Además, la implementación de estos sistemas ha servido como

modelo replicable en otras regiones con desafíos similares, promoviendo así la seguridad hídrica y la sostenibilidad ambiental en el continente africano [7].

En China existe el programa Ciudad Esponja, este está diseñado para aumentar la resiliencia de las áreas urbanas frente a la expansión urbana y los efectos del cambio climático, permitiendo a las ciudades almacenar y reutilizar el agua de lluvia de manera eficiente. Este enfoque es especialmente vital para ciudades como Beijing y Jina, que enfrentan una escasez de agua a pesar de experimentar graves inundaciones. El programa no solo mitiga las inundaciones urbanas, sino también mejora la gestión del agua y reduce así la dependencia de fuentes externas. Para que el programa funcione correctamente, las ciudades donde se lo ha implementado se han visto en la necesidad de adaptarse en cuanto a la modernización de la infraestructura urbana, la integración de tecnologías avanzadas de gestión de agua (SCALL) y la coordinación de diferentes niveles de gobierno y comunidades locales. Además, ha sido esencial que la ciudadanía tenga conciencia sobre la importancia de la conservación del agua y la adopción de prácticas sostenibles [8].

En Reino Unido, se implementó un sistema de captación de agua de lluvia en más de 300 propiedades, principalmente destinado a la descarga de inodoros, con el objetivo de reducir el consumo de agua de la red principal, que era de hasta 80 litros por persona al día, a este proyecto se lo conoce como Elmsbrook [9].

Los barrios marginales de Kenia muestran que recolectar agua de lluvia puede ser una solución efectiva para el suministro de agua en la agricultura urbana. En Australia, el aumento de los precios en alimentos ha impulsado un crecimiento evidente de este tipo de agricultura, con granjas y jardines ubicadas junto a las carreteras donde se aprovecha al máximo los sistemas de recolección de agua lluvia que abastecen estos espacios demostrando que el uso de este tipo de sistemas cuenta con gran efectividad a la hora de combatir problemas de falta de agua teniendo un enfoque ecológicos y humano pues las personas se ven beneficiadas de manera directa, incluyendo la baja de costos en el pago de servicios como el agua misma [10].

Uno de las aplicaciones más efectivas con resultados totalmente favorables en el mundo es el de la implementación de SCALL en Quíos, una Isla del mediterráneo, donde se ha implementado estos sistemas para escuelas y domicilios donde el agua la falta recurrente de agua es evidente por las constantes interrupciones de suministro durante varias horas y varios días de la semana, gracias a la puesta en funcionamiento de los SCALL se logra recolectar

y abastecer a la ciudadanía mediante bombas que transportan más regularmente hacia grifos de agua, supliendo así la necesidad constante de agua potable [11].

Por otro lado, existen países pertenecientes a Latinoamérica, incluso algunos de ellos bastante cercanos a Ecuador, donde estos sistemas de captación ya se han visto implementados para satisfacer necesidades evidentes a la hora de ocupar el líquido en usos domésticos, un ejemplo de estos es, México, que desde 2023, el proyecto Escuelas de Captación ha implementado más de 2300 sistemas de captación de agua lluvia (SCALL) en más de 1800 instituciones educativas y espacios de aprendizaje de todos los niveles en la ciudad. Esta iniciativa ha beneficiado a más de 1.3 millones de usuarios, incluyendo personal y estudiantes [12].

En ciudad de México se vio la necesidad de la implementación de los sistemas de captación de agua lluvia a partir de la demanda de agua en algunas zonas con alta escasez del recurso hídrico y una población en vulnerabilidad. Por ende, se dieron varios estudios a nivel manzana, íntimamente relacionados al área ocupada por los techos correspondientes a las estructuras que componen la misma evidenciando cuan viable son para la captación de agua lluvia, el consumo y capacidad de almacenamiento [13]. Con lo que se pudo calcular el potencial de captación de líquido pluvial para la CDMX considerando los SCALL de la asociación existente en el país conocida como Isla Urbana [14].

Una de las organizaciones más conocidas por considerar los SCALL como una vista al futuro ecológico y sostenible para la conservación de uno de los recursos indispensables para la vida como es el agua es la Isla Urbana, que corresponde a un organismo conformado por varios países que dan todas las características de los sistemas de captación para reemplazar el uso de agua potabilizada en usos domésticos e incluso implementar filtros que puedan ayudar al consumo humano [15].

En Colombia se ha implementado un sistema de captación de agua lluvia compuesto por múltiples elementos, como bombas de presión, válvulas, tanques de almacenamiento, tuberías entre otras. Los cuales suplen la necesidad de agua potable en el uso de riego de zonas verdes, limpieza de fachadas, limpieza de zonas comunes, demostrando un claro aprovechamiento y empatía con el ámbito ambiental, precautelando la salud [16].

En Ecuador ya se ha realizado un estudio destinado al diseño de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia bajo criterios de eficiencia hídrica, este se lo realizó en la universidad Central del Ecuador, en el mismo destacan la evidente impacto generado por el

uso indiscriminado de agua dulce por la falta de leyes que ayuden a regular el consumo de agua potable. Para evaluar si ya se cuenta con eficiencia hídrica en los edificios donde se analizan el diseño de este sistema son las características arquitectónicas, pues estas se relacionan con la selección de puntos estratégicos para la incorporación de instalaciones sanitarias, además de la caracterización hidrosanitaria, que permite evidenciar el consumo de los edificios. Ya dispuestas las características con las que cuentan las construcciones analizadas nos dan a conocer el cómo dimensionan los componentes que corresponden al SCALL a partir de múltiples factores como el consumo mensual, área de recolección y coeficientes como el de escorrentía. También se menciona y destaca la conservación de algunos elementos con los que cuentan los edificios como cubiertas lo que supone un ahorro económico para el sistema [17].

En base a estos antecedentes esta investigación propone desarrollar un sistema de captación de agua lluvia para el Edificio de Cultura Física de la Universidad Técnica de Ambato, poniendo en evidencia los resultados favorables ya dados en varios países del mundo.

Además la investigación se destaca la Agenda 2030 de la ONU con cuatro Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que se espera cumplir al culminar el proyecto, primero el de AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO, donde se promueve el uso correcto del recurso hídrico garantizando la sostenibilidad y abastecimiento del líquido, promoviendo la participación colectiva de este tipo de actividades para garantizar agua limpia para todos sin excluir la calidad y gestión correcta de ésta [18], como segundo objetivo encontramos el de, GARANTIZAR EL ACCESO A UNA ENERGÍA ASEQUIBLE, SEGURA, SOSTENIBLE Y MODERNA, aquí se busca el acceso universal de energía confiable, y destaca la importancia del uso de energías renovables para el desarrollo de nuevas tecnologías que tengan como fuente principal la energía limpia [19], además tenemos como tercer objetivo, CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES, tiene como punto a destacar la planificación urbana responsable, donde se dé un avance colectivo de ciudades y comunidades en busca de la sostenibilidad e inclusión en vista del aumento de contaminación en ciudades donde el aumento poblacional es inevitable [20], y por último destacamos el objetivo, PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLE, donde destaca el consumo y producción sostenible moderada, para no generar impacto ambiental por el uso de recursos naturales; y además de generar una reducción significativa de desperdicios, promoviendo hábitos de reciclaje y reutilización de elementos. También destaca la implementación de productos duraderos y reparables [21].

IV. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un SCALL, para los aparatos sanitarios del edificio de Educación Física de la Universidad Técnica de Ambato mediante un estudio de viabilidad técnica que permita el aprovechamiento de agua lluvia.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar la viabilidad del SCALL para la recolección de lluvia para el edificio de Cultura Física de la Universidad Técnica de Ambato basado en la recopilación de datos en otros países.
2. Calcular el consumo requerido en los aparatos sanitarios, volumen de almacenamiento y el diseño de componentes necesarios para el montaje del SCALL.
3. Realizar planos y análisis de precios unitarios para el SCALL.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.

I. EQUIPOS Y MATERIALES

Para iniciar con la primera fase se requirió usar los datos correspondientes a la precipitación de la zona en la que se encuentra el proyecto, edificio de Cultura Física, cinta métrica, flexómetro, con los que se midió el área correspondiente a las terrazas destinadas a la captación de agua lluvia, cámara fotográfica, GPS (Garmin Etrex30) para tomar los puntos del sitio exacto a desarrollar el trabajo, plano arquitectónico proporcionado por la DIRIN, y Microsoft Excel, con licencia gratuita otorgada por la Universidad Técnica de Ambato para calcular el promedio mensual de precipitaciones en el lugar.

Ya teniendo los datos necesarios se procede a la fase dos donde se dio desarrollo a los datos obtenidos en la fase 1 con ayuda del programa de cálculo ya mencionado en la fase anterior.

Por último, para la tercera fase se dio uso de Autodesk Civil 3D versión 2023, misma que cuenta con licencia educativa otorgada por la Universidad Técnica de Ambato para realizar el diseño de cada componente del sistema SCALL, además se usó un programa para trabajar precios unitarios y presupuesto referencial del trabajo.

II. MÉTODOS

El edificio Del proyecto cuenta con dos plantas donde encontramos aparatos sanitarios tanto en la planta baja como alta, cuenta con funcionarios permanentes puesto que la construcción es destinada a oficinas del centro de cultura física de la Universidad Técnica de Ambato.

Por otro lado, ya con los equipos y materiales identificados a ser empleados para la correcta ejecución del proyecto técnico, se procede a detallar los tipos de investigación usados en cada una de las fases, mismas que contribuyen a que se logren ejecutar las actividades planteadas en cada objetivo mencionado.

A. FASE1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Para esta fase se dio uso de algunos métodos investigativos que ayudaron a recolectar la información necesaria para llegar al total cumplimiento de las actividades a realizarse.

1) Investigación Bibliográfica

En esta parte se dio uso de métodos secundarios, como el análisis de documentos siendo aquí donde se evaluó registros de este tipo de sistemas en países donde ya existen artículos, libros, e incluso una normativa vigente para la implementación de los SCALL, para acoplar a las necesidades y características de nuestro país.

2) Investigación de Campo

Por otro lado, en este ítem se usó un método primario, como es el de entrevista, dirigida a uno de los funcionarios del edificio en cuestión para recolectar información correspondiente al número de funcionarios considerados como población permanente además de la frecuencia con la que son usados los aparatos sanitarios en el edificio por cada uno.

También se usó otro de los métodos secundarios muy usados en este tipo de proyectos como es el de observación, para recolectar las características del edificio como el área a ser utilizada para la captación de agua lluvia siendo medida de manera precisa, además del material de este, además de verificar la existencia o inexistencia de bajantes, canaletas o sistemas de drenaje y el tipo de sanitarios existentes para verificar el gasto por descarga en cada inodoro.

3) Datos Pluviométricos

Llegado a este punto se usó el método secundario de revisión de registros existentes, pues se dio una revisión de la veracidad y exactitud de los datos correspondientes a la precipitación media mensual de los últimos 10 años, información otorgada por el Honorable Consejo Provincial de Tungurahua, mismos que serán fundamentales a la hora de realizar el cálculo del tamaño y capacidad del sistema.

B. FASE 2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA



Fig. 1 Componentes del SCALL

En esta fase se va a dar uso de métodos cuantitativos, pues se procesarán los datos obtenidos en la fase anterior, pues son cálculos indispensables a la hora de diseñar el SCALL, a continuación, se muestra la secuencia cronológica para diseñar correctamente el sistema.

CAPTACIÓN

a) Área de captación

Superficie sin un funcionamiento definido por lo que se empleara para la recolección del

líquido pluvial, misma que permitió determinar cuanta agua lluvia que se pudo captar y posterior almacenar, Se consideró la pendiente suficiente para que el agua circule con mayor facilidad hacia los dispositivos que conducen la misma. Este parámetro es indispensable para el dimensionamiento de todo el sistema. El área contemplada en el edificio en cuestión cuenta con 2 terrazas de un agua que recolecta el líquido a través de un sistema de drenaje ya implementado dentro de la losa y un techo de un agua donde se implementará una pendiente de mortero suficiente para conducir el agua hacia canaletas y posterior bajantes.

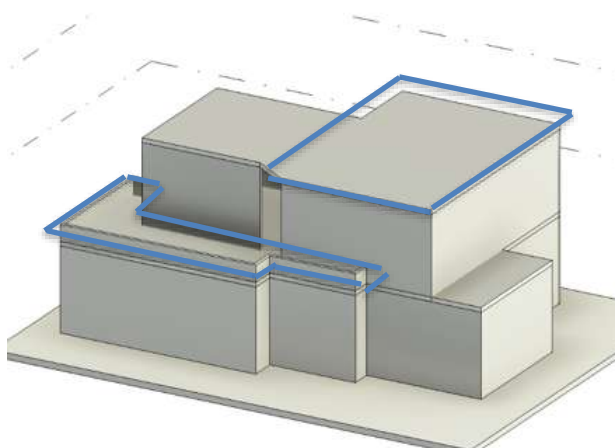


Fig. 2 Consideraciones de techo

b) Coeficiente de escurrimiento

Se debe tener en cuenta que el agua lluvia que cae sobre la superficie no es recolectada, por ende, se toma un valor correspondiente al agua lluvia que se capta realmente, misma que tiene consideraciones como las pérdidas por infiltración, evaporación e incluso absorción. Este coeficiente depende del material del que está construida el área de captación, a continuación, se muestran las especificaciones según el tipo.

TABLA 1

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

Tipo de material	Coeficiente de escurrimiento
Cubiertas metálicas o plásticas (lámina de fibras de plástico)	0,95
Techos impermeabilizantes o cubiertas 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 [22].

c) Volumen mensual promedio de captación

Es un valor que se calcula a partir de la precipitación anual, área de captación disponible y el coeficiente de escurrimiento. Estos parámetros se tienen en cuenta pues el sistema propone recolectar durante los 12 meses del año.

1) RECOLECCIÓN Y CONDUCCIÓN

Todo el sistema tanto de recolección y conducción consta de canaletas y tuberías además de los sistemas de drenaje ya incorporados dentro de la estructura del edificio que llevan el líquido desde las terrazas hacia el tanque de almacenamiento. Para identificar el lugar más adecuado además del dimensionamiento de estos elementos se tomó en cuenta la forma y la dirección de escurrimiento del agua.

a) Dimensionamiento de canaletas

Se analizó la longitud necesaria de canaleta a implementarse donde no existe un sistema de conducción. Se vio si tiene una funcionalidad correcta con el cálculo correspondiente al caudal en la canaleta seleccionada.

b) Dimensionamiento de bajantes de agua

Para las bajantes se realizaron a partir de los lados con pendiente para escurrir del área de captación, se calculó el número de bajadas necesarias para drenar el líquido. Se identificó la porción de área de techo que desagua por cada una, para finalmente ver el diámetro necesario del tubo de bajada, que garantice un flujo continuo y evite sobrecargas. La tubería debe estar sujeta a paredes siempre y cuando no interrumpan ventanas ni puertas.

2) FILTRACIÓN

Esta parte del sistema es indispensable puesto que garantiza la calidad del agua. Se va a implementar mecanismos que eliminen residuos sólidos, lo que supone un correcto almacenaje del líquido y posterior uso. Para el caso de este proyecto se usaron dos tipos de filtro mencionados a continuación, mismo satisfacen el uso de inodoros:

a) Filtro de hojas y sedimentos

Es un dispositivo instalado en la conexión de la canaleta y el inicio de bajadas de agua, su uso principal es el de retener hojas, basura o desechos sólidos que puedan obstruir el paso del líquido. Para nuestro caso se propuso la instalación de una malla y/o rejilla, se colocó el trozo de malla en el extremo del tubo siempre dejando un excedente en la aplicación.

b) Eliminación de primeras lluvias

Este filtro es diseñado para eliminar la contaminación existente que puede estar acumulada en la superficie, en la etapa de captación el área destinada conduce suciedad como polvo o desechos de otro tipo, estas primeras aguas se conducen hacia un depósito de un tamaño inferior al de almacenamiento con el fin de ser eliminadas y por consiguiente almacenar agua limpia que eviten problemas en los dispositivos de distribución hacia los aparatos sanitarios.

3) ALMACENAMIENTO

a) Demanda de agua

Corresponde a la cantidad de agua que requiere cada persona para cumplir sus necesidades diarias, se contempló la existencia de una población permanente y flotante e el edificio, la frecuencia de uso y el volumen por descarga, además del porcentaje de pérdidas de líquido en las tuberías. Para la obtención de este parámetro se multiplica el valor ya obtenido bajo los factores mencionados por el número de días laborables al mes en el edificio.

b) Volumen de almacenamiento mensual

Es la cantidad de agua almacenada para satisfacer la demanda mensual. El valor obtenido es comparado con la capacidad del dispositivo de almacenamiento instalado, Se tiene en cuenta que existen meses donde el volumen recolectado mensualmente sobrepasa la capacidad del tanque, dado ese caso se tomó el valor del tanque propuesto, de no ser así se mantiene el valor calculado. El volumen propuesto satisface os doce meses del año, es por ello por lo que el

sistema se considera como apto. El tanque implementado tiene parámetros que contribuyen al almacenaje como tener resistencia a la corrosión y a los rayos UV.

4) DISTRIBUCIÓN

Esta etapa corresponde al diseño y operación correcta de una red hidrosanitaria con bombeo, que es accionado con paneles solares.

a) Bomba

Se instauró un diseño correspondiente a la red de distribución dirigidos hacia los diferentes equipos sanitarios del edificio, esta red es accionada con bombeo, se realizó el trazo minimizando la longitud de las tuberías además de las pérdidas de presión, contemplando las alturas tanto de succión como descarga, los diámetros de tubería, chequeos de velocidad y las presiones por cada piso, ya teniendo todos y cada uno de estos cálculos, se eligió una bomba que brinde el caudal y presión que garanticen el abastecimiento sin interrupciones en los puntos de consumo, todos los cálculos mencionados son regidos con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) Capítulo 16: Norma Hidrosanitaria NHE Agua [23].

b) Paneles Solares

Para este parámetro se analizó la cantidad de irradiación solar en la zona de estudio, para el cálculo de energía solar, aquí se consideró la cantidad de horas de máxima irradiación en el sector y la energía total que se requiere, luego se determinó cuanta potencia tienen los paneles y la cantidad de los mismo para un funcionamiento ininterrumpido. Por otro lado, se tomaron consideraciones importantes para su instalación como son la ubicación puesto que se debe considerar los puntos cardinales para entrada y salida de sol con su inclinación necesaria para aprovechar al máximo la luz solar, un regulador de carga que controle y optimice la energía que será almacenada en las baterías, también un inversor solar que transforme esta energía natural a energía compatible con el sistema de almacenamiento.

C. FASE 3. PLANOS Y ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

1) Elaboración de planos finales

Para mostrar gráficamente el SCALL, se dio uso de un programa de ingeniería para crear planos en formato DWG, como es AutoCAD en su versión 2021. Se realizó el diseño detallado con sus dimensiones tanto del tanque como de sus componentes, y las posibles modificaciones en la estructura del edificio, además de sus equipos y materiales que se adecuen perfectamente

con el edificio.

El crear planos del sistema contribuye a la mejor comprensión del mismo puesto que muestra todos los elementos, detalles e incluso medidas, facilitando la construcción de éste.

2) Elaboración de análisis de precios unitarios

Como punto final se elaboró un análisis de los precios unitarios, identificando los rubros y actividades más importantes que den por completo la resolución del sistema, se dio uso de revistas y catálogos actualizados del país para la construcción, verificando que los precios estén actualizados y vigentes en el mercado actual, además se consideró mano de obra, materiales y equipos, garantizando la vida útil y denotando el costo de instalación del SCALL.

Para todos y cada uno de los rubros implementados se mostraron especificaciones técnicas a detalle, donde se denota el procedimiento, descripción y proceso cronológico a seguir, además de la medición y criterio de pagos; por otro lado, se plasmó un presupuesto referencial, que detallan el costo de cada componente del sistema.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Abordando el siguiente capítulo se evidencian los resultados de las tres fases propuestas en el proyecto de investigación. El análisis de estos tiene como fin la evaluación de cumplimiento de todos los objetivos que se plantearon, siguiendo la metodología impuesta anteriormente.

A. FASE I. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

1) Investigación Bibliográfica

En todo el proyecto de investigación se muestra un marco investigativo y conceptual correspondiente al diseño del SCALL, se consideraron regulaciones internacionales teniendo en consideración los diferentes aspectos para su incorporación a nivel local. Como resultado de esto se eligieron los lineamientos técnicos ya desarrollados y establecidos por la **Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)** y la **Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)**, este es el organismo que regula a México, estos lineamientos se tomaron como base técnica para desarrollar el sistema de captación. Los lineamientos mencionados se destacan ante otros por su metodología detallada y específica en la captación, almacenamiento, también brindan disposiciones adaptables a diferentes entornos con diversas condiciones ya sean climáticas o geográficas contribuyendo así al análisis en cualquier punto del planeta [24]

Tanto Ecuador como México tienen características similares en cuanto al tema climático, pues en ambos países existen lluvias estacionales en las diferentes regiones que componen el territorio, esto facilita la adaptación de cada uno de los lineamientos establecidos en la norma extranjera, todo el contenido técnico se lo puede integrar con criterios y especificaciones locales, ligados al manejo correcto de los recursos hídricos y creando una conciencia ambiental sostenible. Esto para mostrar que no solo tiene un enfoque técnico funcional sino también ambiental. El implementar el sistema permite maximizar el uso de agua lluvia y así optimizar su uso tanto en los equipos sanitarios como en espacios verdes del edificio mediante aspersión [25].

Con el uso de métodos no convencionales como es el mencionado en el proyecto se contribuye a disminuir el uso de recursos hídricos de fuentes comunes garantizando su funcionalidad y con un enfoque amigable con el ambiente.

2) Investigación de Campo

El edificio de estudio se encuentra en la Universidad Técnica de Ambato, campus Huachi

Chico, del cantón Ambato, provincia de Tungurahua, Ecuador, a continuación, se adjuntan las coordenadas geográficas del mismo:

- Norte: 9859457.00 m S
- Este: 764385.00 m E
- Elevación: 2727 msnm



Fig. 3 Ubicación Edificio Cultura Física de la UTA campus Huachi Chico

Es un edificio universitario, cuneta con dos plantas, en el primer piso se encuentran bodegas y un aula, en el segundo piso existen oficinas, en la tercera planta se encuentra una terraza inaccesible. Se encontraron las siguientes consideraciones:

TABLA II

DISPOSICIONES GENERALES

Días laborables al mes	20	Días
Población permanente	26	Personas
Frecuencia de uso de los aparatos sanitarios	2	persona/día
Consumo por descarga de los aparatos sanitarios	4,8	litros
Pérdidas en tubería	5	%
Pendiente de techo en balcones	1	%
Pendiente de techo 1 agua	1	%
Espacio disponible para la instalación	10	m ²

Además, se redibujó el plano arquitectónico en planta que nos fue proporcionado por la Dirección de Infraestructura de la Universidad Técnica de Ambato para denotar mejor cada espacio, el mismo se lo puede evidenciar en el Anexo 1.

3) Dato Pluviométricos

La información correspondiente a la precipitación anual fue adquirida con un historial de 10 años de servicio, siendo así un periodo histórico de 2014 a 2024. Los datos otorgados por el Honorable Gobierno Provincial corresponden a cuatro de las muchas estaciones existentes en nuestro territorio, mismas que se adjuntan en el Anexo 2. La estación elegida es la ubicada en la parroquia Izamba de Ambato, encontrada como Estación meteorológica Aeropuerto Ambato, misma que se encuentra menos distante al lugar del proyecto. Gracias a esta información se obtuvo un promedio anual de precipitación, usando la siguiente expresión.

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

Dónde:

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

p_i = Precipitación en el año i , en mm

n = Número de años.

TABLA III

PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES

Mes	Promedio Mensual (mm)
Enero	57,69
Febrero	55,20
Marzo	59,97
Abril	81,11
Mayo	76,25
Junio	70,38
Julio	60,10
Agosto	59,27
Septiembre	45,20
Octubre	69,09
Noviembre	69,19
Diciembre	75,51

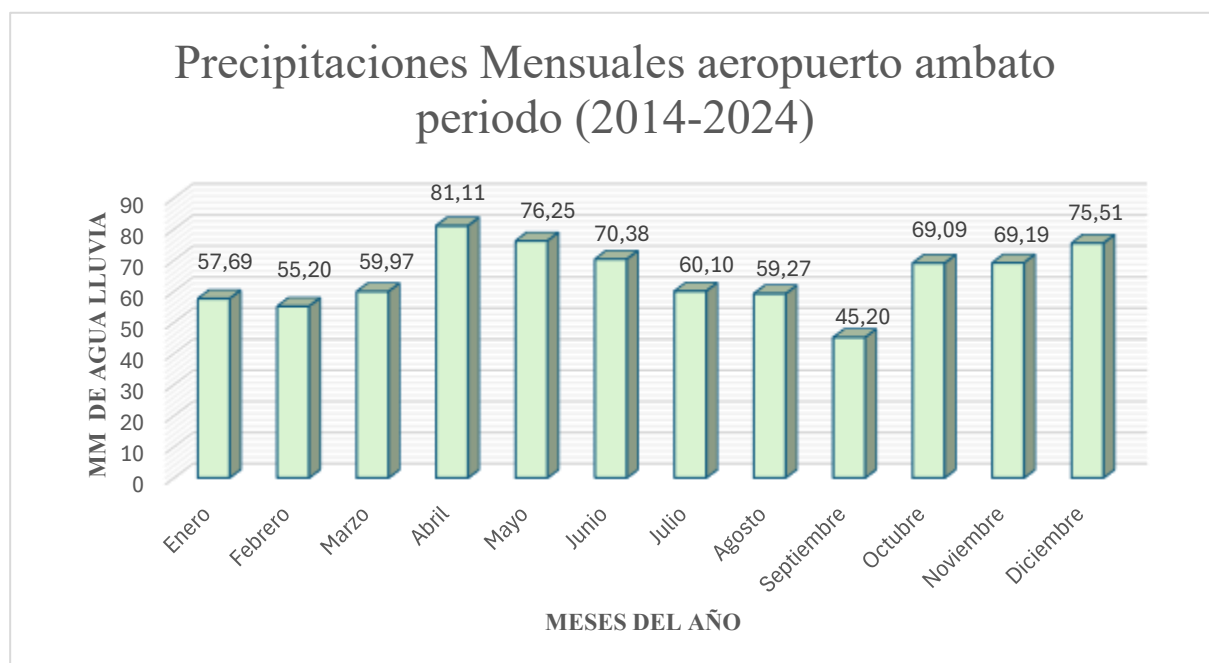


Fig. 4 Precipitaciones Promedio Mensuales.

Como se evidencia en la gráfica y tabla el promedio precipitado mensualmente tiene variaciones a lo largo del año, denotando como los primeros cuatro meses con mayor cantidad de agua precipitada, volviendo a elevarse en noviembre y diciembre; los meses con una precipitación más grande son los de abril y mayo, con 81.11 mm y 76.25 mm. Contrario a esto vemos que en entre mayo y octubre el valor de agua lluvia baja llegando hasta un mínimo de 45.20 mm en el mes de septiembre. Es por ello por lo que la media anual tiende a ser baja a moderada, esto es bastante común en zonas andinas.

B. FASE II. DISEÑO DEL SCALL

Para realizar el diseño del sistema se dio uso de los lineamientos técnicos mexicanos ya mencionados [26][27]:

1) CAPTACIÓN

a) Área de Captación

Para el área de captación efectiva se consideró los tejados correspondientes al primero y segundo piso de la edificación, considerando además la creación de una pendiente más pronunciada en la terraza inaccesible correspondiente al segundo piso para recolectar la cantidad máxima de líquido precipitado, para cumplir la demanda mensual de los usuarios.

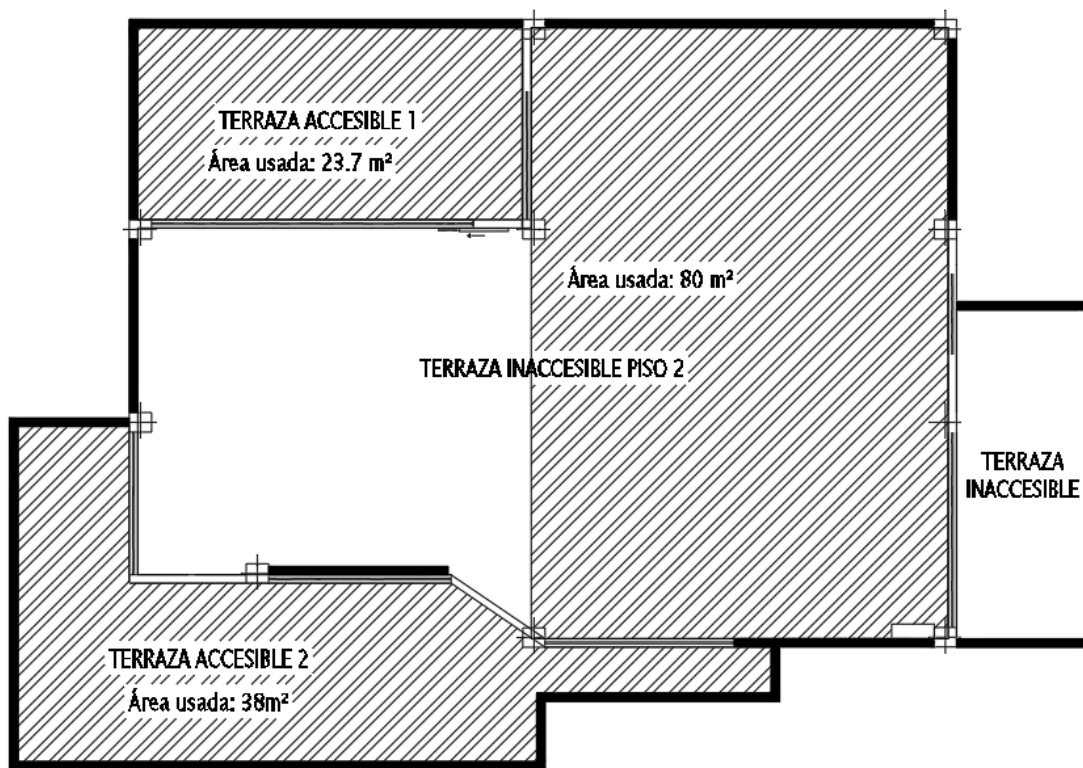


Fig. 5 área destinada a la captación de agua lluvia.

$$A = 23.7m^2 + 80m^2 + 38m^2$$

$$A = 141.70 m^2$$

En la terraza accesible 2 y 1 existe una pendiente considerada como mínima de 1° aproximadamente garantizando la conducción de agua hacia los desagües implementados dentro de la estructura de edificio lo que garantiza su conducción y evita daños en la estructura por estancamientos o taponamientos, además se implementará un mortero en la terraza inaccesible del piso 2 únicamente en el área prevista para el uso mencionado del 1% de la distancia horizontal donde se incorpora dicha inclinación valor equivalente a 0.57° mismo que se considera como mínimo para garantizar el escurrimiento del líquido pluvial y garantizando la llegada del líquido hacia las canaletas y posterior bajantes, a continuación se evidencian los cálculos correspondientes a la pendiente y altura mínima al inicio de la pendiente.

$$H = \frac{\text{valor de Pendiente}}{100} * \text{Longitud horizontal}$$

$$H = \frac{1}{100} * 10m$$

$$H = 0.10 m$$

Donde:

H: Punto más alto al inicio de la pendiente

Además, se muestra el cálculo correspondiente a los grados de la pendiente calculada.

$$\tan \alpha = \frac{\text{Cateto opuesto}}{\text{Cateto adyacente}}$$

$$\tan \alpha = \frac{0.10 \text{ m}}{10 \text{ m}}$$

$$\tan \alpha = 0.0100$$

$$\alpha = \tan^{-1}(0.0100)$$

$$\alpha = 0.57^\circ$$

Donde:

Tan: tangente

α : Alfa (grados de inclinación de la pendiente)

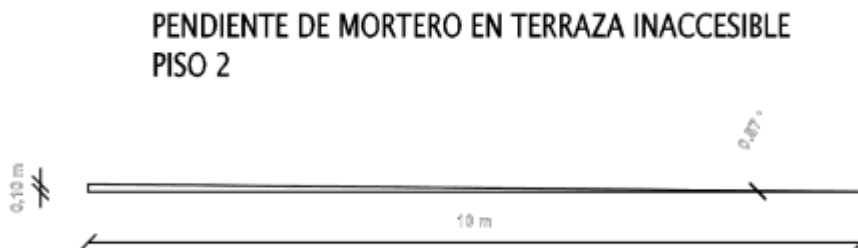


Fig. 6 Detalle de mortero en Terraza inaccesible segundo piso

Coefficiente de escurrimiento.

El material del área destinada a la captación es concreto hidráulico con un acabado liso por lo que el coeficiente de escurrimiento es el mostrado a continuación acorde a la TABLA I:

$$K_e = 0.9$$

b) Volumen mensual promedio de captación.

Para la elaboración de promedios mensuales de precipitación correspondientes a la estación meteorológica ya mencionada se utilizó la fórmula siguiente:

$$V_C = \frac{\bar{p} * A * K_e}{1000} \quad (2)$$

Dónde:

V_C = Volumen promedio de captación al año, en m^3 .

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

A = Área del proyecto destinada a la captación, en m^2 .

K_e = Coeficiente de escurrimiento, adimensional.

TABLA IV
VOLUMEN PROMEDIO DE CAPTACIÓN POR MÉS.

Volumen mensual promedio de captación	
Mes	Vc (m3/mes)
Enero	7,36
Febrero	7,04
Marzo	7,65
Abril	10,34
Mayo	9,72
Junio	8,98
Julio	7,66
Agosto	7,56
Septiembre	5,76
Octubre	8,81
Noviembre	8,82
Diciembre	9,63

Se nota claramente que la captación de lluvia tiene un aumento considerable en los meses de marzo y abril, teniendo un valor elevado en el mes de abril puesto que cuenta con un dato de 10.34 m3/mes, lo que se puede dar por factores como el aumento de lluvias o la variación de flujo; contrario a esto se evidencia una disminución evidente del volumen precipitado entre julio y septiembre, mostrando un progresivo decrecimiento de estas, mostrándose así como septiembre como el mes con más escasas de lluvia ya que cuenta con un valor de 5.76 m3/mes, lo que puede relacionarse con la sequía dada en esta época del año. Es por ello por lo que el sistema tiene una clara dependencia de los factores climáticos, por lo es un indicador de no captación constante de lluvia.

2) RECOLECCIÓN Y CONDUCCIÓN

a) Dimensionamiento de canaletas

Este elemento debe tener la capacidad de conducir el mayor flujo de agua de manera

eficiente, sin que existan desbordamientos. Por lo que, se realiza una comparación entre la capacidad máxima de la canaleta y el flujo estimado, garantizando así su funcionamiento. La forma presentada a continuación es la usada para el cálculo de flujo esperado:

$$Q_e = K_e * A * I \quad (3)$$

Dónde:

$Q_e = \text{Flujo de agua, en } m^3/s.$

$K_e = \text{Coeficiente de escurrimiento, adimensional.}$

$A = \text{Área del proyecto destinada a la captación, en } m^2.$

$I = \text{Intensidad de lluvia, en } m/s.$

Para el cálculo correspondiente a la intensidad de lluvia se dio uso del cuadro N°34 de intensidad duración frecuencia de la estación M0066 aeropuerto de Ambato misma que se encuentra más cercana al proyecto además del cuadro N°64 de intensidad duración frecuencia de la estación M0258 Querochaca para tomar los datos correspondientes a un periodo de retorno de 10 años en intervalos de 5 min y con los dos valores tomados se realizó un promedio de los mismo obteniendo así un valor más acertado de la intensidad de lluvia en el sector del proyecto.

$$Q_e = 0.9 * 80 m^2 * (65.25)$$

$$Q_e = 4698.00 mm * m^2/h$$

$$Q_e = 1.31 ltrs/s$$

Es por ello por lo que se propone la canaleta con las características mostradas a continuación.

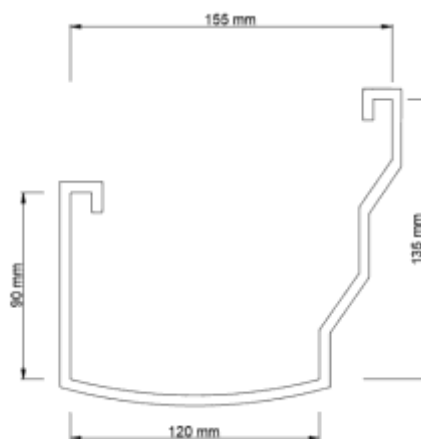


Fig. 7 Dimensión de canaleta

TABLA V
ESPECIFICACIONES DE LA CANALETA USADA.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Material	PVC
Longitud	3 m
Peso	3,30 kg
Pendiente	2%
Área sección transversal	0,011 m ²
Coefficiente de rugosidad	0,02

Fuente: Tuberías y accesorios de PVC-Plastigama [28]

Para comprobar cuan efectiva es dicho dispositivo se calculó el caudal en la canaleta, dando uso de la fórmula de Manning, empleada para canales abiertos:

$$Q_c = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Dónde:

Q_c = Caudal, en m³/s.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning, adimensional.

A = Área hidráulica, en m².

R_h = Rádio hidráulico, en m.

S = Pendiente longitudinal, adimensional.

$$Q_c = \frac{1}{0.010} * 0.009 \text{ m}^2 * (0.0)^{\frac{2}{3}} * (0.02)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_c = 0.051 \text{ m}^3/\text{s}$$

Como se puede evidenciar la relación $Q_c > Q_e$ Por lo tanto, la canaleta que se seleccionó es adecuada para la conducción. Para su instalación se va a colocar soportes cada 0.5 m para garantizar a seguridad del dispositivo de conducción además de contar con una pendiente del 2%.

b) Dimensionamiento de bajantes

El líquido pluvial se debe de distribuir y evacuar de una manera eficaz, para evitar así acumulaciones que puedan generar algún inconveniente estructural o de seguridad.

Las bajantes del sistema serán adaptadas a la estructura para evitar así la obstrucción por tuberías en ventanas, es por ello por lo que se dio uso de una sola bajante al final de la canaleta colocada en el área de recolección y posterior conectada a la tubería que conducirá el agua lluvia hacia el depósito de primeras lluvias y posterior almacenamiento. A continuación, se muestra las características de la bajante implementada:



Fig. 8 Bajante.

TABLA VI

ESPECIFICACIÓN DE LA BAJANTE.

Material	PVC
Longitud	3 m
Peso	1,89 kg
Área de sección transversal	0,0012 m ²

Fuente: Tuberías y accesorios de PVC-Plastigama [28].

3) FILTRACIÓN

a) Filtro de hojas

Se implementó una malla con aberturas de 400 micras en la boca de la bajante para evitar el paso de elementos que puedan llegar a obstruir el dispositivo de conducción para ayudar a que el agua captada llegue con el mínimo de contaminante aumentando la vida útil de cada parte del sistema, a continuación, se muestra un esquema del filtro mencionado.

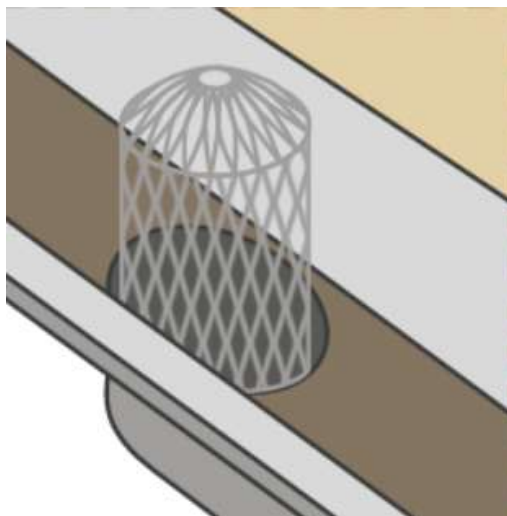


Fig. 9 Filtro en bajante.

Fuente: Sistema de Captación de Agua Lluvia (SCALL) en escuelas-IMTA[29].

b) Tanque de primeras lluvias

Se dio uso de un tanque de 250 L, el mismo destinado para retener las primeras aguas captadas, mismas que conducen suciedad como polvo u otros puesto que este dispositivo tiene como finalidad el contener el agua captada inicialmente permitiendo que la suciedad se mantenga en este y posterior eliminada para posterior almacenar agua limpia que garantice el funcionamiento correcto de los dispositivos de distribución, a continuación, se denota el tanque usado:

TABLA VII

ESPECIFICACIONES DE TANQUE DE PRIMERAS LLUVIAS

Capacidad	250 L
Tipo	Cilíndrico
Posición	Vertical
Material	PVC
Altura	0,88 m
Diámetro	0,695 m



Fig. 10 Tanque de primeras lluvias.

Fuente: Catálogo Plastigama de tanques de almacenamiento[30].

4) ALMACENAMIENTO

a) Demanda de agua

Para realizar el cálculo perteneciente al consumo diario del edificio se utilizó la formula siguiente, misma que tiene consideraciones ya establecidas en la TABLA.

$$D_A = \frac{\#descargasWC * litros por descarga * usuarios * (1 + \%pérdidas en tuberías)}{1000} \quad (5)$$

Dónde:

D_A = Demanda de agua, en m^3 /día.

$$D_A = \frac{2 * 0.0048 m^3 * (26) * (1 + 0.1)}{1000}$$

$$D_A = 0.25 m^3/día$$

El cálculo mostrado refleja 249.6 litros/día necesarios para satisfacer únicamente las necesidades de descarga de WC. Luego, se consideró un periodo de operación de 20 días hábiles al mes, obteniendo lo siguiente:

$$D_A = 0.25 \frac{m^3}{día} * 20 días$$

$$D_A = 4.99 m^3/mes$$

$$D_A = 5 m^3/mes$$

b) Volumen de almacenamiento mensual

Ya teniendo cual es la demanda mensual, se propuso un tanque de almacenamiento con una

capacidad de 5 m³, mismo que cuenta con las características mostradas a continuación:

TABLA VIII
ESPECIFICACIONES DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Capacidad	5 m ³
Tipo	cilíndrico
Posición	Vertical
Material	Polietileno de alta densidad
Altura	1,77 m
Diámetro	2,20 m
Peso con el dispositivo vacío	85 kg



Fig. 11 Tanque de almacenamiento de 5000l.

Fuente: Ficha técnica de tanques industriales-Rotoplas[31] .

Gracias al valor obtenido correspondiente al almacenamiento mensual se pudo evaluar mes a mes si el dispositivo instalado puede satisfacer la demanda bajo parámetros como las precipitaciones y el consumo, a continuación, se muestra la ecuación usada:

$$Alm = Alm_{n-1} + V_A - D_A \quad (6)$$

Dónde:

Alm = Volumen de almacenamiento mensual en el tanque, en m³.

Alm_{n-1} = Volumen de almacenamiento del mes anterior, en m³.

V_A = Volumen promedio de captación anual, en m³.

$D_A = \text{Demanda de agua mensual, en m}^3$.

TABLA IX
VOLUMEN ALMACENADO

Mes	VA (m3/mes)
Enero	7,36
Febrero	7,04
Marzo	7,65
Abril	10,34
Mayo	9,72
Junio	8,98
Julio	7,66
Agosto	7,56
Septiembre	5,76
Octubre	8,81
Noviembre	8,82
Diciembre	9,63

Como se nota, en algunos meses, el almacenamiento supera la capacidad del tanque, pero el volumen seleccionado de 5 m³ garantiza la existencia de agua durante todos los meses del año.

Además, es importante remarcar que el tanque se lo colocó en un espacio previamente nivelado y estable para que no existan deslizamientos que afecten de alguna manera la integridad del dispositivo, por ende, el área cuenta con ventilación adecuada y fácil acceso para mantenimiento.

5) DISTRIBUCIÓN

a) Bomba

En el país existe la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) Capítulo 16: Norma Hidrosanitaria NHE Agua, donde existen lineamientos técnicos y requisitos mínimos para el diseño [23].

A continuación, se da a conocer los resultados correspondientes, a longitudes y presiones requeridas en el proyecto:

TABLA X
DIÁMETROS

Tramo		Aparto Sanitario	Unidades de gasto de la pieza	Unidades de gasto en tránsito	Gasto probable (l/s)	Diámetro Tubería (Calculado)	Diámetro Tubería (Comercial)	Chequeo de Velocidad	RANGO DE VELOCIDADES (máx. 3)
Inodoro	N10	Inodoro	5		0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
Inodoro	N10	Inodoro	5		0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
N10	N9			10	0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
Urinario	N9	Urinario	3		0,2	14,567	18,85	0,717	DENTRO DE RANGO
N9	N7			13	0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
Inodoro	N8	Inodoro	5		0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
Inodoro	N8	Inodoro	5		0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
N8	N7			23	0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
N7	N6				0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
Inodoro	N6	Inodoro	5		0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
N6	N5 (MONTANTE)	Montante		28	1,19	35,533	24,3	2,566	DENTRO DE RANGO
Inodoro	N5 (MONTANTE)	Inodoro	5		0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
N5 (MONTANTE)	N4			33	0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
Inodoro	N4	Inodoro	5		0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
Inodoro	N4	Inodoro	5		0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
N4	N3			43	0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
Urinario	N3	Urinario	3		0,2	14,567	18,85	0,717	DENTRO DE RANGO
N3	N2			46	0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
Inodoro	N2	Inodoro	5		0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
N2	N1			51	0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
Inodoro	N1	Inodoro	5		0,38	20,080	18,85	1,362	DENTRO DE RANGO
N1	Tanque hidro			56	1,97	45,719	32,46	2,381	DENTRO DE RANGO

TABLA XI

PRESIONES

Tramo		Diámetro (mm)	Longitud (m)			Gasto (l/s)	Pérdida Total(m)	Piezométricas Iniciales (m)		Altura Tubo Vertical (m)			Diámetros (mm)	Pérdida Tubo Vertical	Piezométricas Finales (m)		Presión que Alimenta el Aparato Sanitario	Presión Requerida (MÍNIMA DE 3)	
Nodo Final	Nodo Inicial		Real (Dato)	Equivalente por Accesorios (30% al 50%)	Total, Calculado			Nodo Inicial	Nodo Final	Real (Dato)	Equivalente (40% al 60%)	Cálculo Total			Nodo Inicial	Nodo Final			
				30%							50%								
Tanque hidro	N1	32,46	4,21	1,263	5,473	1,97	1,232	50	48,768						20,506	19,274	19,274		
N1	Inodoro	18,85	0,65	0,195	0,845	0,38	0,127	48,768	48,641	0,2	0,1	0,3	13,88	0,201	19,274	19,147	18,746		
N1	N2	18,85	0,44	0,132	0,572	0,38	0,086	48,641	48,555						19,147	19,061	19,061	3	OK
N2	Inodoro	18,85	1,31	0,393	1,703	0,38	0,257	48,555	48,298	0,2	0,1	0,3	13,88	0,201	19,061	18,804	18,403	3	OK
N2	N3	18,85	1,84	0,552	2,392	0,38	0,360	48,298	47,938						18,804	18,444	18,444	3	OK
N3	Urinario	18,85	2,03	0,609	2,639	0,2	0,121	47,938	47,817	1,1	0,55	1,65	13,88	0,336	18,444	18,322	16,886	3	OK
N3	N4	18,85	2,69	0,807	3,497	0,38	0,527	47,817	47,290						18,322	17,795	17,795	3	OK
N4	Inodoro	18,85	1,86	0,558	2,418	0,38	0,364	47,290	46,925	0,2	0,1	0,3	13,88	0,201	17,795	17,431	17,030	3	OK
N4	Inodoro	18,85	1,74	0,522	2,262	0,38	0,341	46,925	46,584	0,2	0,1	0,3	13,88	0,201	17,431	17,090	16,689	3	OK
N4	N5	18,85	13,92	4,176	18,096	0,38	2,727	46,584	43,857						17,090	14,363	14,363	3	OK
Montante	N5	18,85	13,92	4,176	18,096	0,38	2,727	43,857	41,130	2,8	1,4	4,2	13,88	2,810	14,363	11,636	6,026	3	OK
N5	Inodoro	18,85	3,03	0,909	3,939	0,38	0,594	41,130	40,536	0,2	0,1	0,3	13,88	0,201	11,636	11,042	10,641	3	OK
N5	N6	24,3	6,28	1,884	8,164	1,19	2,958	40,536	37,578						11,042	8,084	8,084	3	OK
N6	Inodoro	18,85	2,53	0,759	3,289	0,38	0,496	37,578	37,082	0,2	0,1	0,3	13,88	0,201	8,084	7,588	7,187	3	OK
N6	N7	18,85	1,99	0,597	2,587	0,38	0,390	37,082	36,692						7,588	7,198	7,198	3	OK
N7	N8	18,85	1,62	0,486	2,106	0,38	0,317	36,692	36,375						7,198	6,881	6,881	3	OK
N8	Inodoro	18,85	1,13	0,339	1,469	0,38	0,221	36,375	36,154	0,2	0,1	0,3	13,88	0,201	6,881	6,659	6,259	3	OK
N8	Inodoro	18,85	2,27	0,681	2,951	0,38	0,445	36,154	35,709	0,2	0,1	0,3	13,88	0,201	6,659	6,215	5,814	3	OK
N7	N9	18,85	10,39	3,117	13,507	0,38	2,036	35,709	33,673						6,215	4,179	4,179	3	OK
N9	Urinario	18,85	0,14	0,042	0,182	0,2	0,008	33,673	33,665	1,1	0,55	1,65	13,88	0,336	4,179	4,171	3,000	3	OK
N9	N10	18,85	2,81	0,843	3,653	0,38	0,551	33,665	33,114						4,171	3,620	3,620	3	OK
N10	Inodoro	18,85	0,52	0,156	0,676	0,38	0,102	33,114	33,012	0,2	0,1	0,3	13,88	0,201	3,620	3,518	3,118	3	OK
N10	Inodoro	18,85	0,6	0,18	0,78	0,38	0,118	33,012	32,895	0,2	0,1	0,3	13,88	0,201	3,518	3,401	3,000	3	OK

En cada uno de los tramos establecidos se fueron asignados unidades de gasto de la piezas sanitarias existentes (inodoro y urinario), tras la suma de unidades en tránsito se calculó el gasto probable en unidades de litro por segundo. El gasto varía de 0.20 a 1.97 mismo que corresponde al valor de la sección más crítica perteneciente al tanque hidroneumático pues es donde el caudal se acumula.

Los diámetros calculados han sido ajustados a un diámetro comercial disponible en el mercado del país, el valor de esos ha variado en tramos puesto que se propuso un diseño más económico, pero siempre respetando el límite de velocidades en la misma.

Las pérdidas de carga corresponden a las ocasionadas por la longitud real de tubería además de las ocasionadas por accesorios aplicando así un coeficiente del 30 %, la pérdida irá en aumento según el avance del flujo.

Con respecto a las alturas piezométricas son aquellas que reflejan cuanta energía existe en cada codo y cuan efectivo es el sistema para lograr transportar el líquido a través de toda la red hidrosanitaria, para nuestro caso, el tanque hidroneumático cuenta con la mayor presión inicial, por lo que se asegura la existencia de energía suficiente para distribuir a toda la red. Los valores obtenidos de presión cumplen el mínimo que es de (3mca), por lo que se asegura el suministro de agua en los dispositivos colocados (inodoros y urinarios).

TABLA XII
PRESIÓN TOTAL

Presión requerida	20.51 mca
Entrepiso	2,80 m

Con los parámetros mostrados a continuación se usó una bomba centrífuga con las siguientes características:

TABLA XIII
ESPECIFICACIONES DE BOMBA

Potencia (HP)	1
Amperaje	110 V
H máx. (mca)	37
Q máx. (gpm)	95
Diámetro de boca	1 1/2 "



Fig. 12 Bomba.

Fuente: Catálogo general INMERA [32]

Además, para complementar el sistema de distribución se diseñó un tanque hidroneumático a partir de los parámetros obtenidos anteriormente, a continuación, se muestra el tanque hidroneumático utilizado con sus respectivas especificaciones:

TABLA XIV

ESPECIFICACIONES DE TANQUE HIDRONEUMÁTICO

Modelo	TMV100-10
Conexión	1"
Volumen	100 l
Dimensiones	470 x 920
Peso	14,5



Fig. 13 Tanque hidroneumático

Fuente: Catálogo general INMERA [33].

b) Paneles Solares

Como se evidencia a continuación el mapa de irradiación global proporcionado por el Grupo Banco Mundial, en colaboración con ESMAP y Solar GIS[34], mismo que muestra que en

Ambato está ubicado en un sector con una irradiación solar promedio de entre 4.5 a 5.4 KWh/m², mismo que se considera un rango medio-alto por lo que estos valores resultan muy favorables para la implementación de este tipo de proyectos.

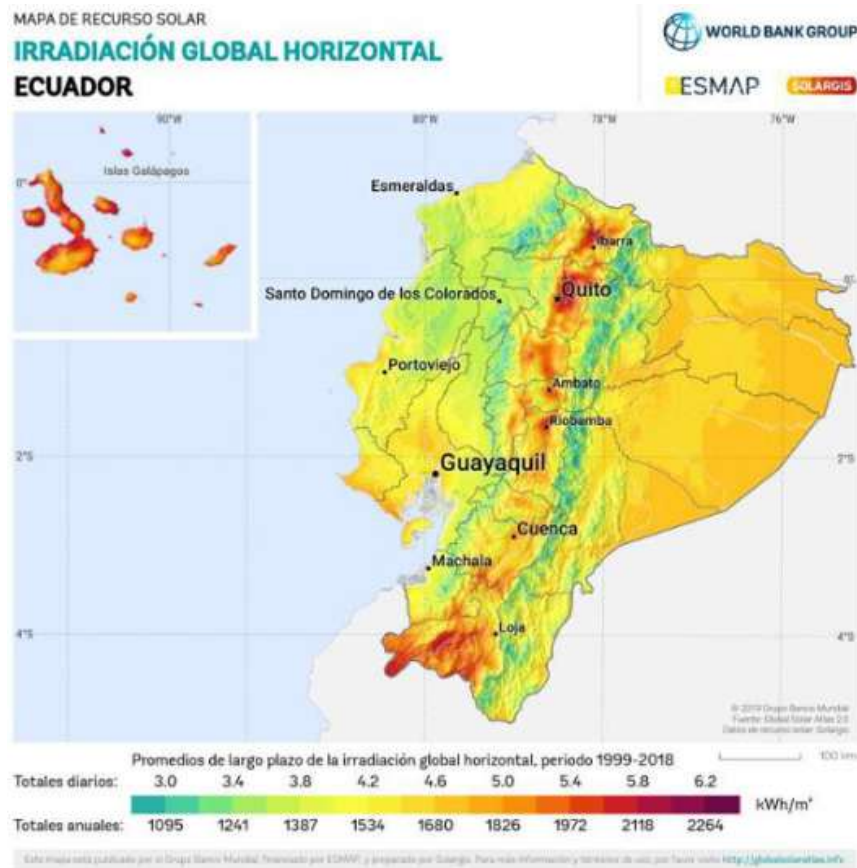


Fig. 14 Mapa de Irradiación solar en Ecuador.

Fuente: Global Solar Atlas [34].

Consiguientemente, se analizó el consumo energético total de la bomba con respecto a las horas de operación de esta:

$$E_{total} = P * H \quad (7)$$

Dónde:

$$E_{total} = \text{Energía total, en } \frac{KWh}{\text{día}}.$$

P = Potencia, en kW.

H = Horas de operación por día.

$$E_{total} = 0.74 * 8$$

$$E_{total} = 5.92 \text{ kWh/día}$$

Para calcular la potencia solar requerida que cubra la demanda energética se usó la siguiente fórmula:

$$P_{solar} = \frac{E_{total}}{I * \eta} \quad (8)$$

Dónde:

P_{solar} = Potencia solar, en W.

E_{total} = Energía total, en kWh/día.

I = Irradiación promedio del lugar, en kWh/día.

η = Eficiencia del sistema.

Se dio uso de un valor de 5 kWh/día para el lugar del proyecto, para la eficiencia del sistema se consideraron perdidas mínimas garantizando buenos productos en cuanto a inversores y cables.

$$P_{solar} = \frac{5.92 \text{ kWh/día}}{5 \text{ kWh/día} * 0.9}$$

$$P_{solar} = 1.32 \text{ kW}$$

El número de paneles requeridos son de 4 unidades siempre y cuando cumplan con las siguientes características:

TABLA XV

ESPECIFICACIONES PANELES SOLARES

POTENCIA	580 Wp
CELDAS	144 U HALFCUT BIFACIALES
EFICIENCIA	22,50%
DIM	2279*1134*30 mm
PESO	32 kg

Fuente: Helios Strategia Ecuador [35].

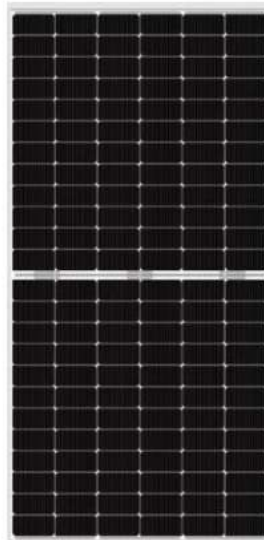


Fig. 15 Paneles solares de 580 WP.

Fuente: Helios Strategia Ecuador [35].

La bomba tiene una operación a 110 V y el panel a 24 VDC, es por ello que se necesitará un inversor para transformar la corriente continua del panel a corriente alterna que requiere la bomba y además de ajustar el voltaje necesario.

Se consideró un inversor de 500 W. Además, se calculó las baterías necesarias en caso de uso nocturno, tomando una eficiencia del 85 % con el inversor del 90% de eficiencia por lo que la energía acumulada es la siguiente:

$$E_{baterias} = \frac{5 \text{ kWh}}{0.9 * 0.9}$$

$$E_{baterias} = 6.2 \text{ kWh}$$

Se determinaron baterías de 24V con capacidad nominal de 100 AH, logrando un almacenamiento de energía de:

$$E_{almacenada} = 48 \text{ V} * 100 \text{ AH}$$

$$E_{almacenada} = 4.8 \text{ kWh}$$

Además, se deberá de colocar un regulador de carga, mismo que pueda manejar corriente que es generada por los paneles.

$$Regulador_{carga} = Corriente_{panel} * N^{\circ}paneles \quad (9)$$

$$Regulador_{carga} = 10.98 \text{ A} * 4$$

$$Regulador_{carga} = 43.92 \text{ A}$$

Es por ello por lo que se utilizó un regulador de 40 A con soporte para sistemas que cuenten con 24V.

Los paneles elegidos fueron colocados en el techo de losa inaccesible de nuestra edificación, área que no fue destinada a la captación, el fin de colocarlos en este espacio fue para evitar daños por manipulación de estudiantes o funcionarios que no dispongan del mantenimiento de estos, además de encontrarse en el punto más alto del edificio donde se puede alcanzar los puntos de sol durante todo el día evitando sombras por objetos aledaños de los mismos. Para dio uso de una configuración de tipo serie-paralelo con un controlador MPPT destinado al ajuste de voltaje y corriente al sistema.

C. FASE III. PLANOS Y ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

1) Elaboración de planos

Tras haber culminado los cálculos, procedemos a esta fase donde se desarrollan los planos finales del proyecto completo, mismos que muestran gráficamente cada una de las especificaciones de cada componente de nuestro sistema, se detalla mediante vistas en planta, isometrías y planos en elevación, para proceder de manera correcta y eficaz se dio uso de programas como AutoCAD.

Para ubicar la canaleta y bajante además de la tubería de conducción se dio uso de las proyecciones horizontales del área de captación además de vistas de la fachada donde se pondrá dichos dispositivos garantizando la conducción.

El tanque de almacenamiento fue ubicado de manera estratégica cerca de las bajantes localizadas de las losas donde existen dispositivos de drenaje, logrando optimizar la conducción de líquido pluvial y evitando pérdidas excesivas.

También se ilustró las conexiones de carácter hidráulico y eléctrico pertenecientes a la bomba, tanque y equipos sanitarios, siempre teniendo en cuenta la compatibilidad técnica tanto del sistema de bombeo como el de energía solar. El haber colocado los paneles en el techo de la edificación colabora a la captación máxima de energía solar durante el día además de aportar en estética al edificio trabajado.

Cada uno de los componentes cuentan con sus dimensiones y materiales correspondientes como se puede apreciar en el ANEXO1 Y ANEXO 2.

2) Análisis de precios unitarios

Se elaboró un presupuesto referencial, mismo que cuenta con su respectivo análisis de precio unitario, ya que con esto se pudo planificar el proyecto en cuanto a la parte financiera, siempre garantizando cada componente y activada a realizarse sean contemplados. El presupuesto total calculado para la implementación del SCALL fue de 4934.77 \$

La información destacada en esta parte se encuentra a detalle en el ANEXO 3.

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

I. CONCLUSIONES

- 1) Tras haber cumplido con los objetivo propuesto se concluye que la implementación del sistema (SCALL) en el edificio de cultura física de la Universidad Técnica de Ambato resulta beneficiosa por las condiciones climáticas en las que se encuentra la edificación, además del respaldo por técnicas ya usadas a nivel internacional permitiendo no solo la gestión sostenible de recursos naturales sino también evitando el uso de fuentes hídricas con tratamiento potable.
- 2) Con el cálculo realizado sobre la demanda mensual requerida en aparatos sanitarios se logró determinar el tanque requerido para cubrir la necesidad, este fue de 5 m³, mismo que se diseñó a partir de parámetros como el volumen promedio de captación y la demanda, además, se eligió los elementos necesarios del sistema como, canaletas, bajantes y tuberías de conducción bajo criterios de durabilidad y eficiencia para maximizar su vida útil.
- 3) Se determinó una presión de 20.51 mca necesaria para que satisfaga todos los aparatos sanitarios del edificio, la bomba calculada para cumplir con este requerimiento tiene una potencia de 1 HP, misma que alcanza una altura máxima de 37 mca, la cual trabajará dentro de los parámetros requeridos obteniendo eficiencia y flujo constante de líquido.
- 4) Se diseñó el tanque hidroneumático con volumen de 100 L, a partir del 25% del caudal máximo obtenido anteriormente de 1.97 lt/s, mismo que garantiza una impulsión adecuada siendo vital para el funcionamiento correcto de la red hidrosanitaria.
- 5) También fueron integrados paneles solares, destinados a dar energía a estos dispositivos contando así con su propia fuente energética, mostrando un diseño sostenible y amigable con el ambiente, donde prima el correcto uso de recursos naturales.
- 6) Se realizaron planos a detalle, que incluyen la ubicación y especificaciones de cada uno de los componentes del sistema, para asegurar una correcta instalación regida a normativas que garantizan el uso de cada artefacto. También se elaboró el análisis de precios unitarios para una correcta instalación del SCALL, siguiendo un orden cronológico a la hora de la implementación de este, obteniendo así un valor de

4934.73 \$. Si bien es una inversión elevada, está justificada por el beneficio que conlleva el uso de estos sistemas puesto que genera conciencia sostenible y buen uso de recursos naturales, además de poder alcanzar certificaciones por ser una edificación autosustentable que abre puertas a la inversión extranjera y la impulsión de más proyectos igual a este.

II. RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda verificar la información investigada para tener en cuenta factores como que nos sirvan a la hora de implementar este tipo de sistemas para evitar errores a la hora que adaptar a las condiciones del sector en el que se requiera establecer este tipo de sistemas.
- 2) En caso de establecer otro uso al sistema considerar filtros más específicos.
- 3) Dar mantenimiento periódico a cada parte del sistema, como la limpieza de paneles, puesto que son propensos a contener polvo o suciedad por encontrarse a la intemperie.
- 4) Dar charlas de concientización sobre el uso de este tipo de sistemas para implementarlos en más edificaciones, puesto que contribuye al cuidado ambiental y correcto uso de recursos naturales.
- 5) Se recalca que el trabajo presentado es de carácter académico, sujeto a futuras revisiones o mejoras puesto que está en una fase de análisis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. V. Cedeño Castillo and Z. I. Esteves-Fajardo, “El acceso al agua en Ecuador: Impacto y posibles soluciones,” *CIENCIAMATRIA*, vol. 9, no. 1, pp. 496–507, Apr. 2023, doi: 10.35381/cm.v9i1.1077.
- [2] M. Chamba-Ontaneda, P. Massa-Sánchez, and A. Fries, “Presión demográfica sobre el agua: un análisis regional para Ecuador,” *Revista Geografica Venezolana*, vol. 60, pp. 360–377, 2019, [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/3477/347766130008/html/>
- [3] R. M. A. D. Mayorga César, “Percepciones acerca de la contaminación generada por el transporte urbano en Ambato Ecuador,” Apr. 2020.
- [4] R. T. H. Dr, “La captación de agua lluvia como solución en el pasado y el presente,” vol. 40, 2019.
- [5] A. W. We, “Captación de agua de lluvia, un recurso necesario,” Jun. 2022. [Online]. Available: <https://www.wearewater.org/es/insights/captacion-de-agua-de-lluvia-un-recurso-necesario/>
- [6] A. Che-Ani, S. N, and A. Sairi, “Rainwater Harvesting as an Alternative Water Supply in the Future,” *European Journal of Scientific Research*, vol. 34, Jun. 2009.
- [7] A. Campisano *et al.*, “Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives,” *Water Res*, vol. 115, pp. 195–209, Jun. 2017, doi: 10.1016/j.watres.2017.02.056.
- [8] D. Liu, “China’s sponge cities to soak up rainwater,” *Nature*, vol. 537, p. 307, Jun. 2016, doi: 10.1038/537307c.
- [9] A. M. Snelling, J. Lamond, G. Everett, E. C. O’Donnell, S. Ahilan, and C. Thorne, “Public perceptions of rainwater harvesting (RWH): comparing users and non-users of RWH systems,” *Urban Water J*, vol. 21, pp. 1–9, Jun. 2023, doi: 10.1080/1573062x.2023.2281310.
- [10] C. C. Amos, A. Rahman, F. Karim, and J. M. Gathenya, “A scoping review of roof harvested rainwater usage in urban agriculture: Australia and Kenya in focus,” *J Clean Prod*, vol. 202, pp. 174–190, Jun. 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.08.108.
- [11] D. A. Kakoulas, S. K. Goufinopoulos, D. Koumparou, and D. E. Alexakis, “The Effectiveness of Rainwater Harvesting Infrastructure in a Mediterranean Island,” *Water (Basel)*, vol. 14, p. 716, Jun. 2022, doi: 10.3390/w14050716.
- [12] S. del M. Ambiente, “Cosecha de Lluvia,” Jun. 2023. [Online]. Available: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/cosecha-de-lluvia#:~:text=Es%20un%20programa%20social%20de>
- [13] I. M. de T. del Agua, “La casa ecológica del IMTA,” Jan. 2016. [Online]. Available: <https://www.gob.mx/imta/acciones-y-programas/la-casa-ecologica-del-imta>
- [14] OSFAM, “Captación de lluvia en la CDMX | Oxfam México,” Jun. 2022. [Online]. Available: <https://oxfamMexico.org/captacion-de-lluvia-en-la-cdmx/>

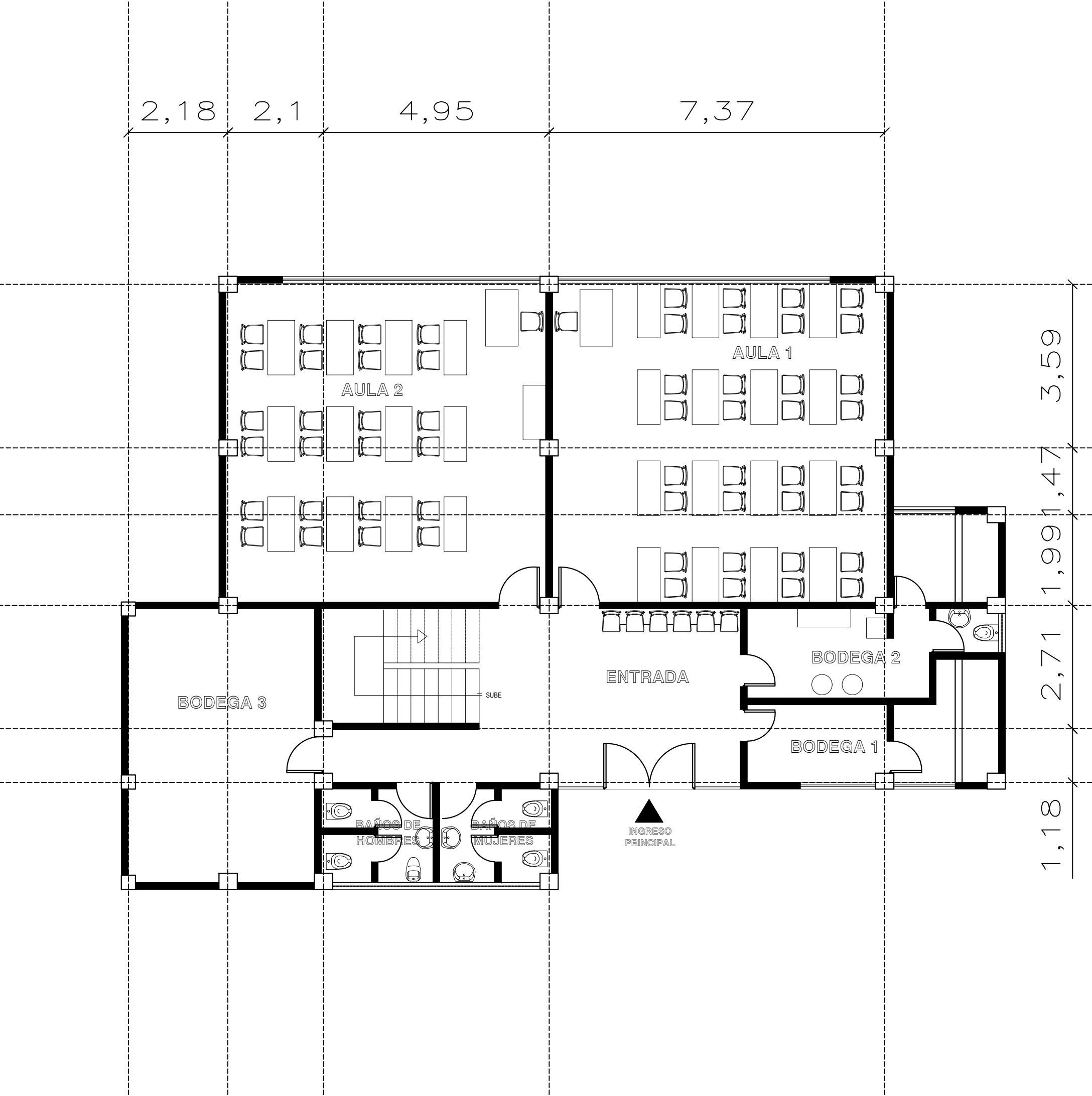
- [15] U. Isla, "Home," Jun. 2022. [Online]. Available: <https://islaurbana.mx/>
- [16] Clavijo Peralta Diego Alejandro, "Sistema para el aprovechamiento de agua lluvia en edificios de mínimo seis niveles en la ciudad de Bogotá," 2018.
- [17] Valenzuela C.; Muñoz F.; Gomes R., "Diseño de un Sistema de Aprovechamiento de Agua Lluvia bajo criterios de Eficiencia Hídrica en Edificios. Caso de estudio: Edificio de Clases y Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática de la Universidad Central del Ecuador," 2018.
- [18] M. Moran, "Agua y saneamiento," 2015. [Online]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- [19] M. Moran, "Energía," 2020. [Online]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>
- [20] M. Moran, "Ciudades," 2020. [Online]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- [21] N. Unidas, "Consumo y producción sostenibles - Desarrollo Sostenible," 2015. [Online]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- [22] P. De and A. Potable, "Lineamientos Técnicos: Sistema de Captación de Agua Lluvia con fines de abasto de agua potable a nivel vivienda.," Apr. 2016.
- [23] NEC, "Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11 capítulo 16 Norma Hidrosanitaria NHE agua.," 2011.
- [24] M. R. García *et al.*, "Organigrama Martí Batres Guadarrama Jefe de Gobierno de la Ciudad de México," 2024.
- [25] "Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013 Edificación sustentable-criterios y requerimientos ambientales mínimos sustainable building-criteria and minimal environmental requirements.," 2013.
- [26] C. N. del Agua, "Programa Nacional para Captación de Agua de Lluvia y Ecotecnias en Zonas Rurales (PROCAPTAR)," Jun. 2017. [Online]. Available: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-para-captacion-de-agua-de-lluvia-y-ecotecnias-en-zonas-rurales-procaptar>
- [27] D. Claudia Sheinbaum Pardo *et al.*, "COSECHAR LA LLUVIA MANUAL PARA INSTALARLO EN TU VIVIENDA," 2020. [Online]. Available: www.sedema.cdmx.gob.mx
- [28] "Catálogo canaletas," Jul. 2021.
- [29] C. Téllez Quintanar, R. Karinne, M. Kurek, C. G. Correa, J. Carlos, and C. Álvarez, "¿Cómo hacer un sistema de captación de agua de lluvia (SCALL) en mi escuela?," 2022, doi: 10.24850/b-imta-2022-06.
- [30] "Tus tanques viene con kit de instalación de ½" O ¾"," May 2022.
- [31] Rotoplas, "Ficha-Tecnica-Tanques-Industriales-RTP," 2015.

- [32] A. xKkcNEyG, “Catalogo GENERALI INMERA (1) (1).pdf,” 2025. [Online]. Available: <https://www.scribd.com/doc/241654230/Catalogo-GENERALI-INMERA-1-1-pdf>
- [33] “Tanque de presión 100lt hidroneumático vertical Ibax - Inmera,” Jun. 2025. [Online]. Available: <https://inmera.com.ec/productos/tanque-de-presion-100lt-hidroneumatico-vertical-ibax/>
- [34] Solargis, “Global Solar Atlas,” 2025. [Online]. Available: <https://globalsolaratlas.info/download/ecuador>
- [35] Helios, “Panel Fv Yingli solar YLM-J3. Pro 580 WP - Heliostrategia del Ecuador,” Jun. 2025. [Online]. Available: <https://heliostrategiaecuador.com/catalogo/panel-fv-yingli-solar-ylm-j-3-0-pro-580wp/>

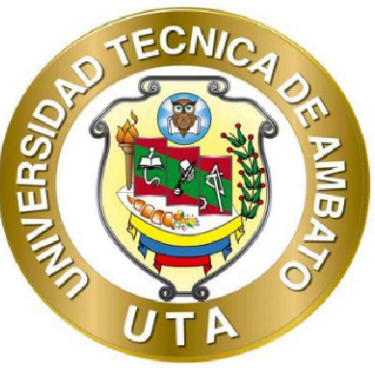
ANEXO 1

Plano Arquitectónico

SEGUNDO PISO Nv. +2.80



PRIMER PISO Nv. +0.00



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



TEMA:

DISEÑO DE UN SCALL PARA ABASTECIMIENTO DE APARATOS
SANITARIOS DEL EDIFICIO DE CULTURA FÍSICA DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMABATO

REALIZADO POR:

BRYAN MEDINA

REVISADO POR:

ING. ALEX LÓPEZ

CONTIENE:
PLANO ARQUITECTÓNICO

FECHA:

JUNIO 2025

LÁMINA:

1

12 : 1

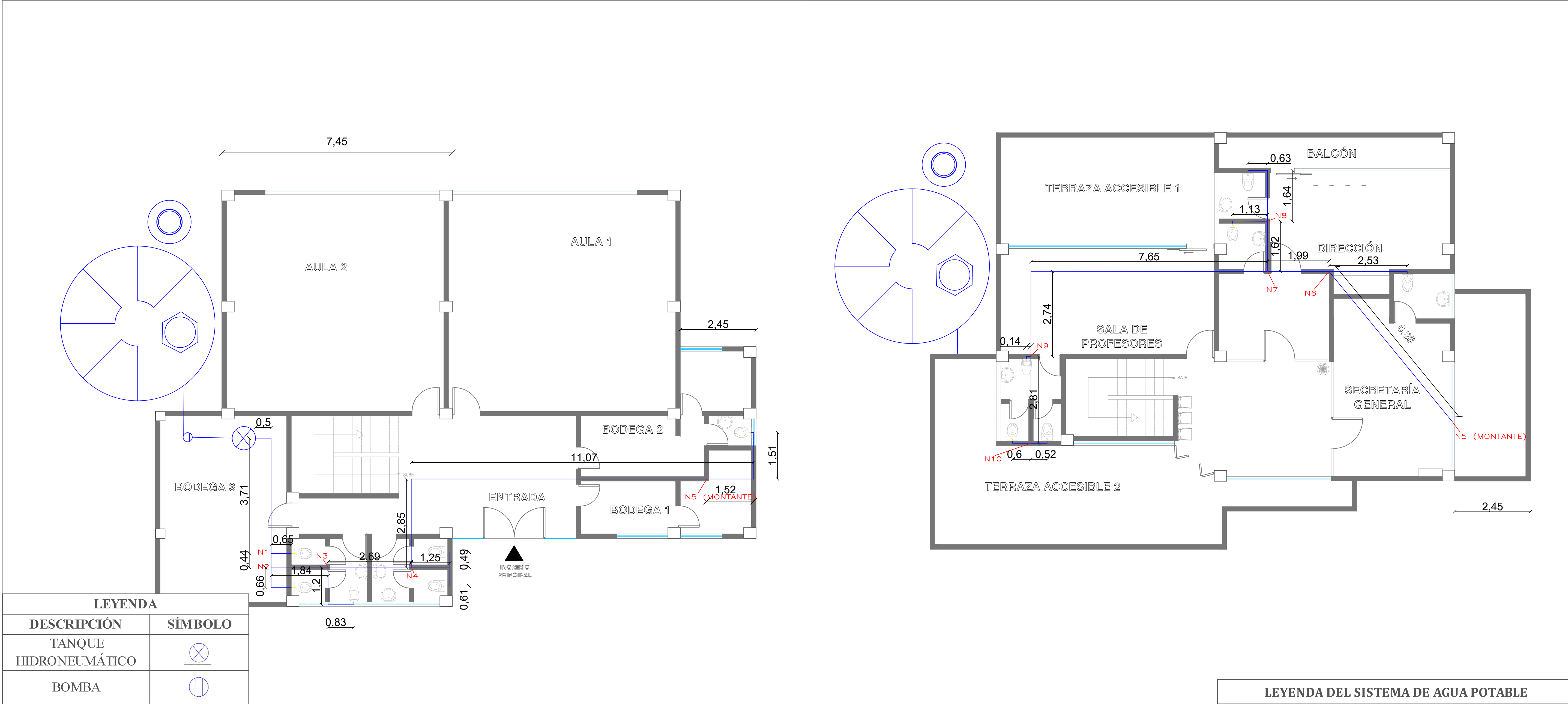
ESCALA

ANEXO 2

Plano Hidrosanitario Y Diseño del SCALL

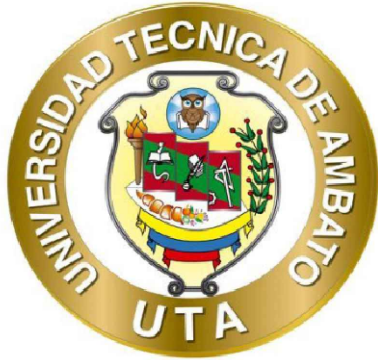
PRIMER PISO Nv. +0.00

SEGUNDO PISO Nv. +2.80



LEYENDA	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
TANQUE HIDRONEUMÁTICO	
BOMBA	
TANQUE DE PRIMERAS LLUVIAS	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	
NODOS	

LEYENDA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
TUBERÍA DE AGUA FRÍA PVC	
YEE	
TEE	



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



TEMA:

DISEÑO DE UN SCALL PARA ABASTECIMIENTO DE APARATOS SANITARIOS DEL EDIFICIO DE CULTURA FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMABATO

REALIZADO POR:

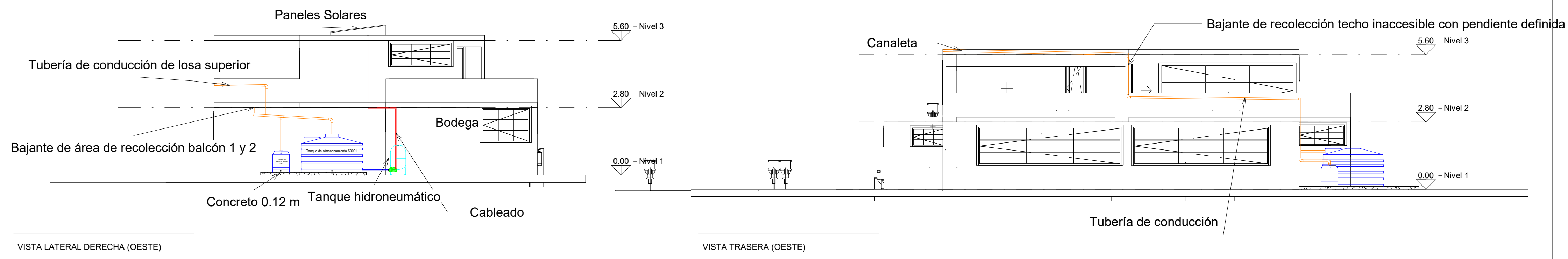
BRYAN MEDINA

REVISADO POR:

ING. ALEX LÓPEZ

CONTIENE:
PLANO ARQUITECTÓNICO

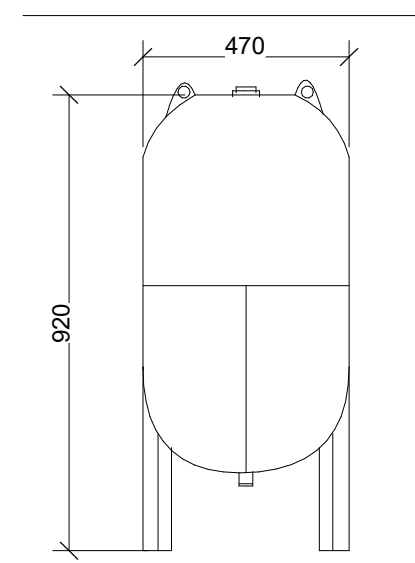
FECHA:	LÁMINA:	15 : 1 ESCALA
JUNIO 2025	2	



VISTA LATERAL DERECHA (OESTE)

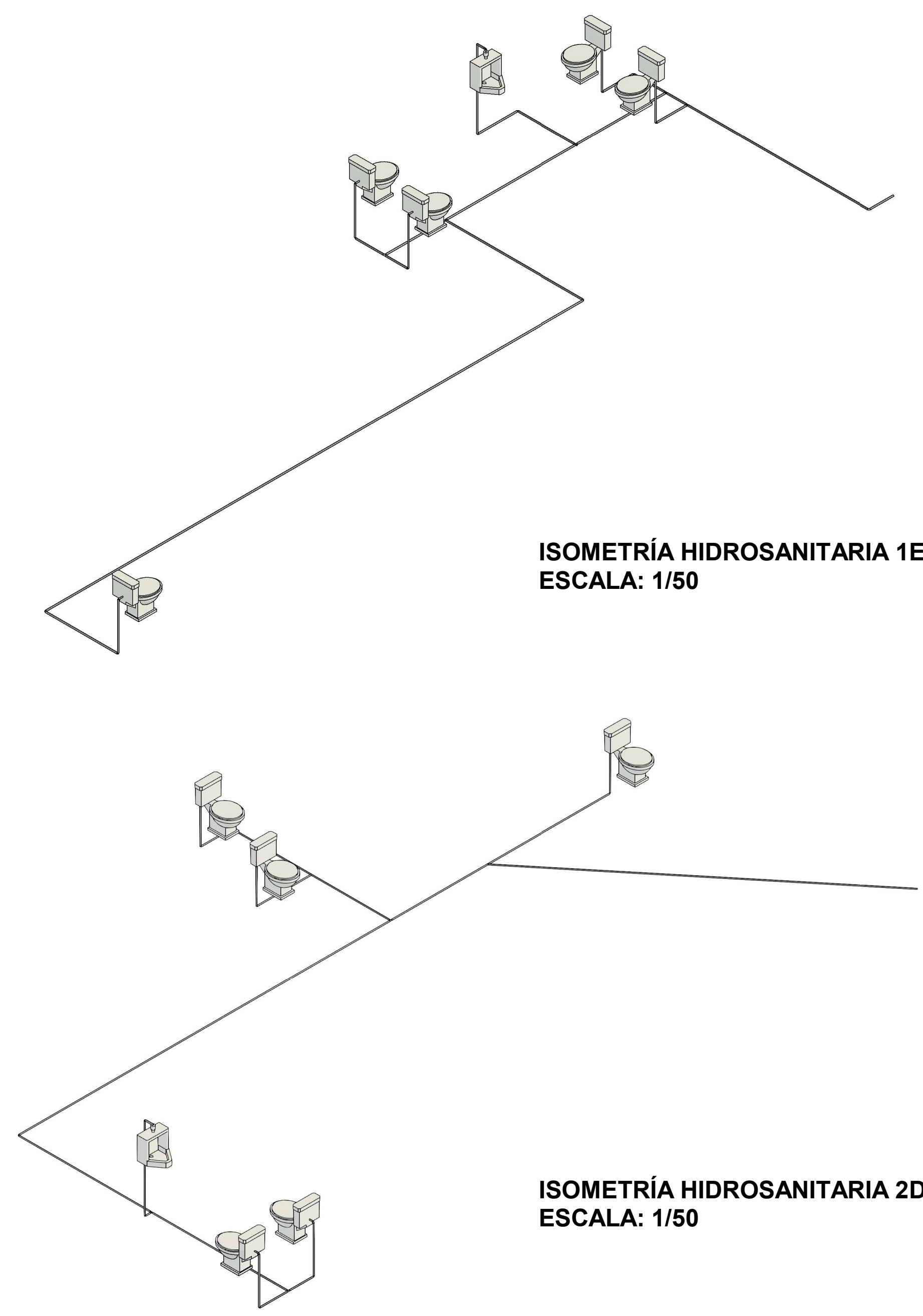
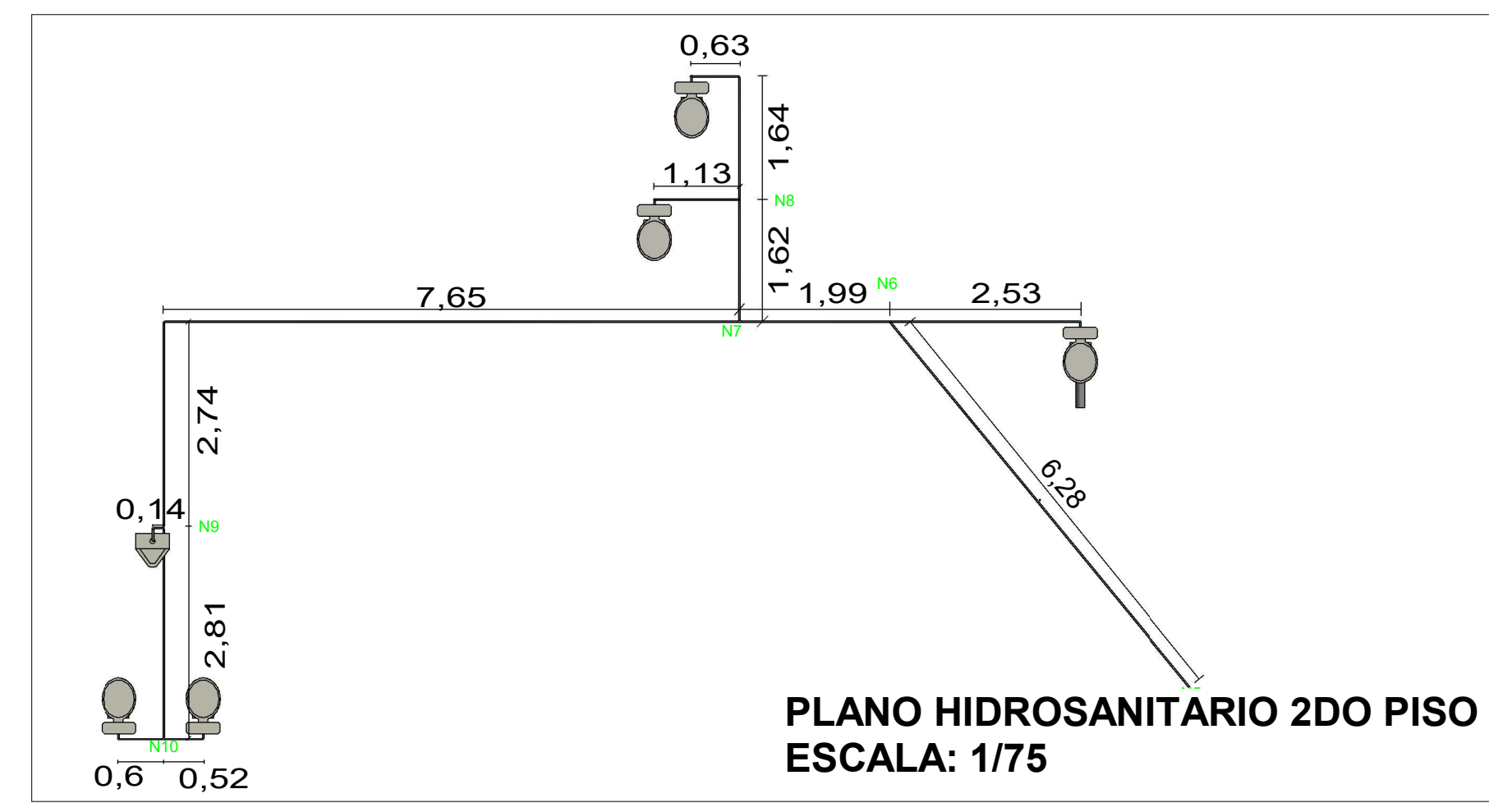
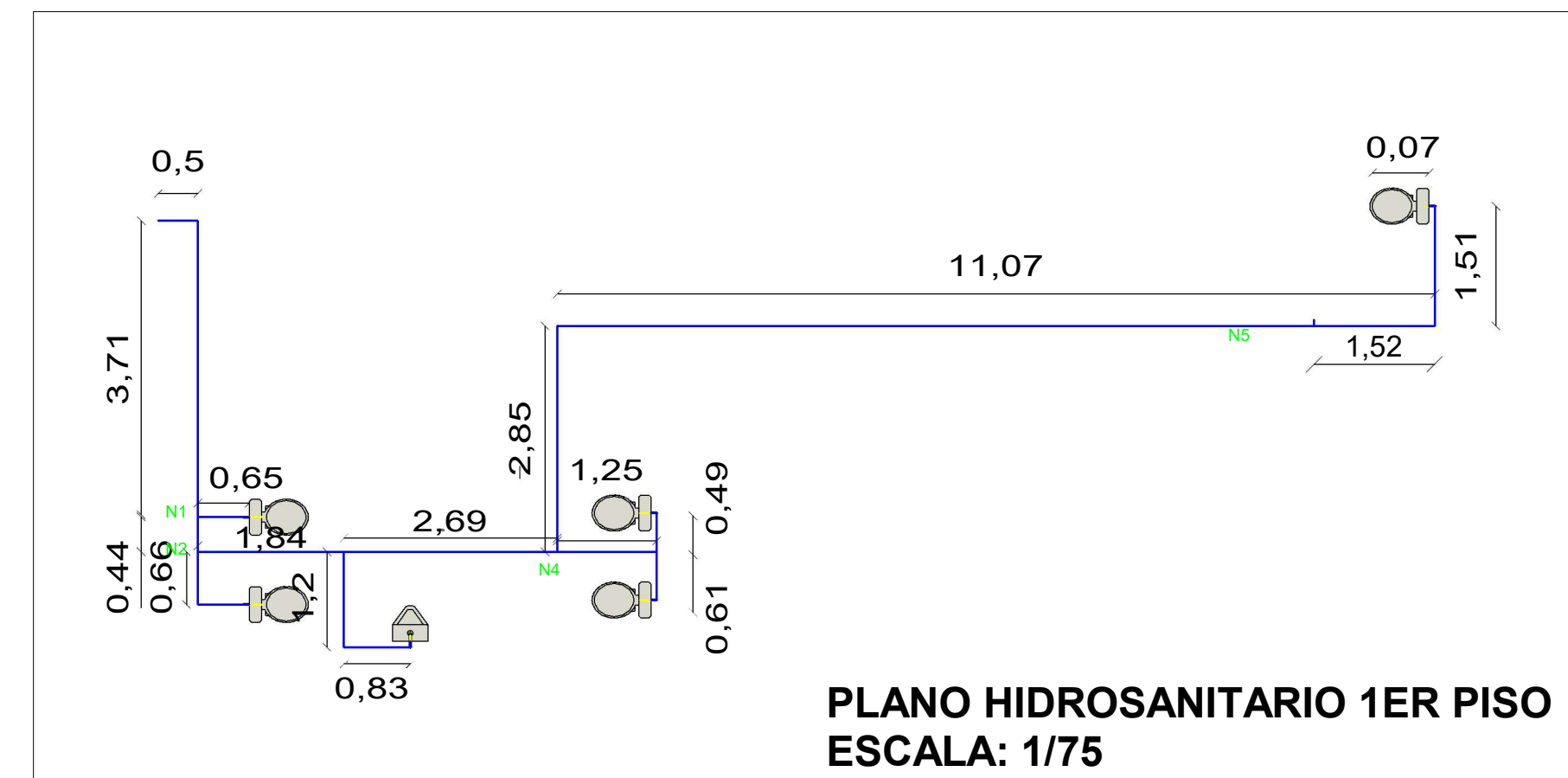
VISTA TRASERA (OESTE)

Detalle tanque hidroneumático 100 L



LEYENDA DE CONEXIONES HIDROSANITARIAS

- CONEXIÓN DE RAMIFICACIÓN
- CRUZ
- EMPALME
- TAPÓN
- M_Te
- M_TRANSICIÓN



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE
AMBATO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

- CONTIENE:**
- VISTAS NORTE Y OESTE
(LATERAL DERECHA Y TRASERA)
DEL SCALL
 - ISOMETRÍAS DE RED
HIDROSANITARIA

TEMA:

DISEÑO DE SCALL PARA
ABASTECIMIENTO DE APARATOS
SANITARIOS DEL EDIFICIO DE
CULTURA FÍSICA DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE
AMBATO CAMPUS HUACHI
CHICO.

REALIZADO POR:	
BRYAN MEDINA	
REVISADO POR:	
ING. ALEX LÓPEZ	
FECHA	LÁMINA
JUNIO 2025	3
Escala	Como se indica

ANEXO 3

PRESUPUESTO REFERENCIAL

PRESUPUESTO REFERENCIAL

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO US\$	P. TOTAL US\$
TRABAJOS PRELIMINARES					
1	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	m2	5,00	3,21	16,07
2	PICADO DE PARED	m2	3,90	3,73	14,53
ALBAÑILERÍA					
3	MORTERO EN LOSA	m3	1,00	57,01	57,01
4	BASE DE CONCRETO RESISTENCIA F'C 180 KG/CM2	m3	4,20	66,91	281,03
RECOLECCIÓN Y CONDUCCIÓN					
5	CANAL DE AGUA LLUVIA	m	7,50	6,17	46,24
6	BAJANTE DE AGUA LLUVIA	m	1,60	12,25	19,59
7	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN	m	14,2	8,47	120,22
FILTRACIÓN					
8	FILTROS	u	1,00	19,57	19,57
9	TANQUE PRIMERAS LLUVIAS 250 L PVC MAS ACCESORIOS	u	1,00	99,77	99,77
ALMACENAMIENTO					
10	TANQUE DE ALMACENAMIENTO 5000 L PVC CON ACCESORIOS	u	1,00	874,40	874,40
DISTRIBUCIÓN					
RED HIDROSANITARIA					
11	SUM. E INST. DE TUBERÍA PVC 3/4"	m	67,43	6,55	441,91
12	SUM. E INST. DE TUBERÍA PVC 1"	m	6,28	7,36	46,25
13	SUM. E INST. DE TUBERÍA PVC 1 1/4"	m	4,21	9,88	41,61
14	TANQUE HIDRONEUMÁTICO	u	1,00	215,60	215,60
15	BOMBA CENTRÍFUGA	u	1,00	326,04	326,04
PANELES SOLARES					
16	KIT VOLTAICO	u	1,00	2252,39	2252,39
ACABADOS					
17	ACABADO DE SUPERFICIES	m2	3,90	16,04	62,49
TOTAL					4934,73

SON: CUATRO MIL NOVECIENTOS TREINTA Y CUATRO DOLARES 73/100 CENTAVOS

Ambato, junio 2025

ANEXO 4

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 1 DE 17

RUBRO: 1

DETALLE: LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERREN UNIDAD: m2

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor (5% M.O)					0,13
SUBTOTAL M					0,13

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	1,00	4,55	4,55	0,20	0,91
Albañil D2	1,00	4,10	4,10	0,40	1,64
SUBTOTAL N					2,55

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
				0,00
				0,00
SUBTOTAL O				0,00

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
		0,00		0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,68
INDIRECTOS (%) 20%	0,54
UTILIDAD (%) 0%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,21
VALOR UNITARIO	3,21

SON: TRES DOLARES 21/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 2 DE 17

RUBRO: 2

DETALLE: PICADO DE PARED

UNIDAD: m2

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor (5% M.O)					0,15
SUBTOTAL M					0,15

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	1,00	4,55	4,55	0,20	0,91
Albañil D2	1,00	4,10	4,10	0,50	2,05
SUBTOTAL N					2,96

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
				0,00
				0,00
SUBTOTAL O				0,00

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
		0,00		0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3,11
INDIRECTOS (%) 20%	0,62
UTILIDAD (%) 0%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,73
VALOR UNITARIO	3,73

SON: TRES DOLARES 73/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 3 DE 17

RUBRO: 3

DETALLE: MORTERO EN LOSA

UNIDAD: m3

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor (5% M.O)					0,16
SUBTOTAL M					0,16

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Albañil D2	1,00	4,10	4,10	0,80	3,28
SUBTOTAL N					3,28

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Cemento Portland	u	5,67	7,75	43,94
Arena	m3	0,11	0,70	0,08
Grava	m3	0,02	1,10	0,02
Agua	m3	0,10	0,22	0,02
SUBTOTAL O				44,06

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
		0,00		0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	47,51
INDIRECTOS (%) 20%	9,50
UTILIDAD (%) 0%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	57,01
VALOR UNITARIO	57,01

SON: CINCUENTA Y SIETE 1/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 4 DE 17

RUBRO: 4
DETALLE: BASE DE CONCRETO RESISTENCIA F'C 180 KG/CM2 UNIDAD: m3

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor (5% M.O)					0,21
Mezcladora	1,00	5,62	5,62	0,80	4,50
Vibrador	1,00	3,50	3,50	0,80	2,80
SUBTOTAL M					7,51

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	1,00	4,55	4,55	0,20	0,91
Albañil D2	1,00	4,10	4,10	0,80	3,28
SUBTOTAL N					4,19

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Cemento Portland	u	5,67	7,75	43,94
Arena	m3	0,11	0,70	0,08
Grava	m3	0,02	1,10	0,02
Agua	m3	0,10	0,22	0,02
SUBTOTAL O				44,06

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
		0,00		0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	55,76
INDIRECTOS (%) 20%	11,15
UTILIDAD (%) 0%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	66,91
VALOR UNITARIO	66,91

SON: SESENTA Y SEIS DOLARES 91/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 5 DE 17

RUBRO: 5

DETALLE: CANAL DE AGUA LLUVIA

UNIDAD: m

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor (5% M.O)					0,13
Andamios	2,00	3,50	2,50		
SUBTOTAL M					0,13

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	1,00	4,55	4,55	0,20	0,91
Plomero D2	1,00	2,00	2,00	0,80	1,60
SUBTOTAL N					2,51

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Canal PVC	m	0,33	6,33	2,09
Soporte Canal	u	0,10	1,09	0,11
Tapa Externa Derecha Canal	u	0,01	3,53	0,04
Unión de Canal a Bajante	u	0,01	5,78	0,06
Bajada circular (Embudo) Derecha	u	0,01	2,04	0,02
Sellador de juntas	u	0,01	11,58	0,12
Adhesivo para PVC	u	0,01	7,50	0,08
SUBTOTAL O				2,50

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
		0,00		0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5,14
INDIRECTOS (%) 20%	1,03
UTILIDAD (%) 0%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6,17
VALOR UNITARIO	6,17

SON: OCHO DOLARES 28/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 6 DE 17

RUBRO: 6

DETALLE: BAJANTE DE AGUA LLUVIA

UNIDAD: m

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor (5% M.O)					0,21
Andamios					
SUBTOTAL M					0,21

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	1,00	4,55	4,55	0,20	0,91
Plomero D2	1,00	4,10	4,10	0,80	3,28
SUBTOTAL N					4,19

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Bajante PVC	u	1,00	1,66	1,66
Soporte Bajante	u	0,50	0,94	0,47
Tubo PVC de desagüe 2"	u	0,33	6,58	2,17
Tee diámetro 2"	u	0,33	3,85	1,27
Codo de bajante 90° 2"	u	0,01	4,30	0,04
Sellador de juntas	u	0,01	11,58	0,12
Adhesivo para PVC	u	0,01	7,50	0,08
SUBTOTAL O				5,81

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
		0,00		0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	10,21
INDIRECTOS (%) 20%	2,04
UTILIDAD (%) 0%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	12,25
VALOR UNITARIO	12,25

SON: DOCE DOLARES 25/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 7 DE 17

RUBRO: 7
DETALLE: TUBERÍA DE CONDUCCIÓN UNIDAD: m

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor (5% M.O)					0,21
SUBTOTAL M					0,21

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	1,00	4,55	4,55	0,20	0,91
Plomero D2	1,00	4,10	4,10	0,80	3,28
SUBTOTAL N					4,19

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Tubería PVC 2"	m	1,00	1,66	1,66
Soporte Canal	u	0,10	1,09	0,11
Codo	u	0,06	3,53	0,21
Sellador de juntas	u	0,01	5,78	0,06
Bajante PVC	u	0,10	4,09	0,41
	u	0,01	2,04	0,02
	u	0,01	11,58	0,12
	u	0,01	7,50	0,08
SUBTOTAL O				2,66

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
		0,00		0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	7,05
INDIRECTOS (%) 20%	1,41
UTILIDAD (%) 0%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	8,47
VALOR UNITARIO	8,47

SON: OCHO DOLARES 47/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 8 DE 17

RUBRO: 8
DETALLE: FILTROS UNIDAD: u

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor (5% M.O)					0,03
SUBTOTAL M					0,03

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	1,00	4,55	4,55	0,05	0,23
Plomero D2	1,00	4,10	4,10	0,10	0,41
SUBTOTAL N					0,64

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Filtro de canalón	u	4,00	3,91	15,64
SUBTOTAL O				15,64

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
		0,00		0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	16,31
INDIRECTOS (%) 20%	3,26
UTILIDAD (%) 0%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	19,57
VALOR UNITARIO	19,57

SON: DIECINUEVE DOLARES 57/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 9 DE 17

RUBRO: 9

DETALLE: TANQUE PRIMERAS LLUVIAS 250 L ROTOPLAS

UNIDAD: u

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor (5% M.O)					0,03
SUBTOTAL M					0,03

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	1,00	4,55	4,55	0,05	0,23
Plomero D2	1,00	4,10	4,10	0,10	0,41
SUBTOTAL N					0,64

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Válvula check	u	1,00	19,89	19,89
Llave de agua PVC	u	1,00	0,78	0,78
Tanque 250 L Rotoplas	u	1,00	61,80	61,80
SUBTOTAL O				82,47

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
		0,00		0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	83,14
INDIRECTOS (%) 20%	16,63
UTILIDAD (%) 0%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	99,77
VALOR UNITARIO	99,77

SON: NOVENTA Y NUEVE DOLARES 77/100 CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, enero 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 10 DE 17

RUBRO: 10
DETALLE: TANQUE DE ALMACENAMIENTO 5000 L PVC CON ACI UNIDAD: u

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor (5% M.O)					0,03
SUBTOTAL M					0,03

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	1,00	4,55	4,55	0,05	0,23
Plomero D2	1,00	4,10	4,10	0,10	0,41
SUBTOTAL N					0,64

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Tanque 5000 L Rotoplas	u	1,00	728,00	728,00
SUBTOTAL O				728,00

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
		0,00		0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	728,67
INDIRECTOS (%) 20%	145,73
UTILIDAD (%) 0%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	874,40
VALOR UNITARIO	874,40

SON: OCHOCIENTOS SETENTA Y CUATRO DOLARES 40/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 11 DE 17

RUBRO: 11

DETALLE: SUM. E INST. DE TUBERÍA PVC 3/4"

UNIDAD: m

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor (5% M.O)					0,07
SUBTOTAL M					0,07

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	1,00	4,55	4,55	0,05	0,23
Plomero D2	1,00	4,10	4,10	0,10	0,41
Ayudante de Plomero E2	1,00	4,10	4,05	0,20	0,81
SUBTOTAL N					1,45

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Tubo PVC 3/4"	m3	0,17	21,24	3,61
Soldadura PVC Polipegas	lt	0,01	21,09	0,21
Codo PVC 90° 3/4"	u	0,05	0,46	0,02
Tee PVC 3/4"	u	0,11	0,62	0,07
Reductor PVC 3/4" x 1/2"	u	0,22	0,13	0,03
SUBTOTAL O				3,94

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
		0,00		0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5,46
INDIRECTOS (%) 20%	1,09
UTILIDAD (%) 0%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6,55
VALOR UNITARIO	6,55

SON: SEIS DOLARES 55/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 12 DE 17

RUBRO: 12

DETALLE: SUM. E INST. DE TUBERÍA PVC 1"

UNIDAD: m

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor (5% M.O)					0,07
SUBTOTAL M					0,07

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	1,00	4,55	4,55	0,05	0,23
Plomero D2	1,00	4,10	4,10	0,10	0,41
Ayudante de Plomero E2	1,00	4,10	4,05	0,20	0,81
SUBTOTAL N					1,45

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Tubo PVC 1"	m	1	3,995	4,00
Soldadura PVC Polipegas	lt	0,01	21,09	0,21
Codo PVC 90° 1"	u	0,21	1,81	0,38
Reductor PVC 1" X 3/4"	u	0,07	0,44	0,03
SUBTOTAL O				4,62

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
		0,00		0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6,14
INDIRECTOS (%) 20%	1,23
UTILIDAD (%) 0%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	7,36
VALOR UNITARIO	7,36

SON: SIETE DOLARES Y 36/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 13 DE 17

RUBRO: 13

DETALLE: SUM. E INST. DE TUBERÍA PVC 1 1/4"

UNIDAD: m

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor (5% M.O)					0,07
SUBTOTAL M					0,07

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	1,00	4,55	4,55	0,05	0,23
Plomero D2	1,00	4,10	4,10	0,10	0,41
Ayudante de Plomero E2	1,00	4,10	4,05	0,20	0,81
SUBTOTAL N					1,45

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Tubo PVC 1"	m3	0,17	34,26	5,82
Soldadura PVC Polipega	lt	0,01	17,99	0,18
Codo PVC 90° 1 1/4"	u	0,21	3,25	0,68
Reductor PVC 1 1/4" X 1/2"	u	0,07	0,44	0,03
SUBTOTAL O				6,72

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
		0,00		0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	8,24
INDIRECTOS (%) 20%	1,65
UTILIDAD (%) 0%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	9,88
VALOR UNITARIO	9,88

SON: NUEVE DOLARES 88/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 14 DE 17

RUBRO: 14
DETALLE: TANQUE HIDRONEUMÁTICO UNIDAD: u

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor (5% M.O)					0,03
SUBTOTAL M					0,03

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	1,00	4,55	4,55	0,05	0,23
Plomero D2	1,00	4,10	4,10	0,10	0,41
SUBTOTAL N					0,64

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Tanque hidroneumático 200 lt	u	1,00	179,00	179,00
SUBTOTAL O				179,00

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
		0,00		0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	179,67
INDIRECTOS (%) 20%	35,93
UTILIDAD (%) 0%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	215,60
VALOR UNITARIO	215,60

SON: TRECIENTOS NOVENTA Y CINTO DOLARES 60/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 15 DE 17

RUBRO: 15
DETALLE: BOMBA CENTRÍFUGA UNIDAD: u

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor (5% M.O)					0,02
SUBTOTAL M					0,02

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	0,00	4,55	0,00	0,05	0,00
Plomero D2	1,00	4,10	4,10	0,10	0,41
SUBTOTAL N					0,41

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Bomba Centrífuga 3 HP	u	1,00	271,27	271,27
SUBTOTAL O				271,27

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
		0,00		0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	271,70
INDIRECTOS (%) 20%	54,34
UTILIDAD (%) 0%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	326,04
VALOR UNITARIO	326,04

SON: SETECIENTOS DOS DOLARES 52/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 16 DE 17

RUBRO: 16

DETALLE: KIT VOLTAICO

UNIDAD: u

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor (5% M.O)					0,19
SUBTOTAL M					0,19

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	1,00	4,55	4,55	0,10	0,46
Electricista D2	1,00	4,10	4,10	0,80	3,28
SUBTOTAL N					3,74

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Panel Solar 580 Wp Monocristalino	u	3,00	115,00	345,00
Controlador de carga	u	0,33	75,00	24,75
Inversor de corriente	u	0,33	135,00	44,55
Baterías	u	1,00	1423,00	1423,00
Tubería EMT 1/2 pulgada	u	8,00	1,40	11,20
Conector EMT 1/2 pulgada	u	2,00	0,30	0,60
Tablero Metálico	u	1,00	23,28	23,28
Cable 14AWG	m	0,33	1,20	0,40
Cable 10AWG	m	0,27	1,06	0,29
Cable 8AWG	m	0,01	0,99	0,01
SUBTOTAL O				1873,07

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
		0,00		0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1876,99
INDIRECTOS (%) 20%	375,40
UTILIDAD (%) 0%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2252,39
VALOR UNITARIO	2252,39

SON: DOS MIL DOCIENTOS CINCUENTA Y DOS DOLARES 39/100 CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 17 DE 17

RUBRO: 17

DETALLE: ACABADO DE SUPERFICIES

UNIDAD: m2

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor (5% M.O)					0,10
SUBTOTAL M					0,10

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	1,00	4,55	4,55	0,10	0,46
Albañil D2	1,00	4,10	4,10	0,40	1,64
SUBTOTAL N					2,10

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Pintura	m2	0,25	15,95	3,99
Sellador	u	0,25	19,71	4,93
Mortero	m2	0,25	9,01	2,25
SUBTOTAL O				11,17

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=AxB
		0,00		0,00
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	13,37
INDIRECTOS (%) 20%	2,67
UTILIDAD (%) 0%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16,04
VALOR UNITARIO	16,04

SON: DIECISEIS DOLARES 04/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, junio 2025

ANEXO 5

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO

Descripción:

La labor de limpieza y desbroce del terreno implicará retirar la vegetación, desechos, restos de materiales, tanto orgánicos como inorgánicos, así como cualquier otro elemento que pueda obstaculizar el avance de la obra, dentro.

Materiales:

N/A

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Proceso constructivo:

Se procederá a delimitar el área que será intervenida y se iniciará el desbroce de forma manual, retirando maleza y arbustos del sitio donde se instalará el sistema. En caso de existir una edificación, su cubierta deberá mantenerse completamente libre de obstáculos. Es indispensable que el terreno quede en condiciones adecuadas, especialmente en las zonas de captación, con el fin de prevenir bloqueos en los sistemas de drenaje.

Los trabajos deberán ejecutarse con cuidado, evitando causar daños a la vegetación, construcciones o edificaciones ubicadas en áreas.

Todos los residuos generados durante esta actividad deberán ser trasladados fuera del área de construcción, depositándolos en los lugares designados por el Fiscalizador. Aquellos materiales que no sean reutilizables deberán ser retirados y dispuestos de manera semejante

Ensayos y tolerancias:

N/A

Medición y pago:

La medición y pago se efectuará en metros cuadrados (m²) de superficie limpia. El pago se efectuará de acuerdo con el cumplimiento de los criterios establecidos en inspección.

2. *PICADO DE PARED*

Descripción:

Se llevará a cabo la remoción parcial y controlado del acabado de una pared con el fin de permitir la instalación de tuberías y demás elementos del sistema hidrosanitario. Esta intervención es fundamental

Materiales:

N/A

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Proceso constructivo:

Se establecerán los límites y el volumen del revestimiento a retirar, definiendo claramente las dimensiones, y se protegerá el área circundante para evitar la dispersión de polvo y residuos, manteniendo la zona segura y libre de obstáculos. El desbaste comenzará manualmente desde la parte superior de la pared para controlar la caída de los escombros. El trabajo se realizará de forma uniforme y cuidadosa.

Ensayos y tolerancias:

N/A

Medición y pago:

La medición y pago se efectuará en metros cuadrados (m2) de superficie limpia. El pago se efectuará de acuerdo con el cumplimiento de los criterios establecidos en inspección.

3. MORTERO EN LOSA

Descripción

Esta actividad consiste en la preparación y aplicación de un mortero impermeabilizante sobre la superficie de una losa de concreto para conducir de mejor manera el agua captada.

Materiales

Cemento Portland

Arena fina limpia, libre de materia orgánica.

Aditivos impermeabilizantes (según especificación del fabricante).

Agua limpia para mezclado.

Equipo Mínimo

Herramienta menor

Proceso Constructivo

La superficie de la losa se limpiará completamente, eliminando polvo, grasa y residuos, y se humedecerá sin formar charcos; posteriormente, se preparará el mortero mezclando cemento, arena y aditivos impermeabilizantes con agua hasta obtener una mezcla homogénea, la cual se aplicará en una primera capa delgada y uniforme con llana, asegurando buena adherencia; si es necesario, se colocará una malla de refuerzo sobre la capa fresca y luego se aplicará una segunda capa para alcanzar el espesor requerido, generalmente entre 5 y 10 mm; finalmente, se realizará el curado manteniendo la superficie húmeda por al menos 7 días para garantizar su correcto endurecimiento y durabilidad.

Ensayos y Tolerancias

Estanqueidad: Pruebas de impermeabilidad para confirmar que no existen filtraciones.

Medición y pago:

La medición se realizará en metros cuadrados (m²) de área efectivamente cubierta y aceptada según especificaciones.

4. BASE DE CONCRETO RESISTENCIA F'C 180 KG/CM²

Descripción:

La edificación de una base de hormigón con una resistencia de $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ requiere la correcta preparación, vaciado y curado del material, garantizando así una estructura resistente y apta para sostener tanques de almacenamiento.

Materiales:

N/A

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Proceso constructivo:

Se procederá a delimitar, nivelar y compactar el terreno destinado a la base de concreto. Se colocarán encofrados apropiados para contener el material, el cual será vertido de forma continua. Para garantizar una adecuada compactación y eliminar posibles burbujas de aire, se empleará un vibrador de inmersión. El concreto deberá aplicarse con un espesor uniforme conforme a lo indicado en los planos técnicos, y se realizará su curado por un periodo mínimo de 7 días.

Ensayos y tolerancias:

Realizar pruebas de estanqueidad y flujo para asegurar que no exista fugas y el sistema funcione correctamente.

Medición y pago:

La medición y pago se efectuará en metros cuadrados (m²) de superficie limpia. El pago se efectuará de acuerdo con el cumplimiento de los criterios establecidos en inspección.

5. CANAL DE AGUA LLUVIA

Descripción:

El canal de aguas lluvias consiste en la implementación de un sistema de drenaje superficial destinado a captar y conducir el agua proveniente de las cubiertas o techos hacia el sistema de almacenamiento.

Materiales:

Canal PVC, soporte canal, tapa externa derecha canal, unión de canal a bajante, baja circular (embudo) derecha, adhesivo para PVC, sellador de juntas.

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Proceso constructivo:

Se marcará el área destinada a la instalación del canal y se colocarán los soportes sobre la estructura del edificio, asegurando la pendiente adecuada para facilitar el drenaje del agua. Los tramos de PVC se cortarán conforme a las dimensiones necesarias y se aplicará adhesivo en sus extremos, así como en los accesorios indicados en el diseño. Finalmente, se verificará el alineamiento correcto con el borde del techo y se sellarán las partes expuestas a la intemperie para su protección.

Ensayos y tolerancias:

Efectuar ensayos de estanqueidad y verificación de flujo con el fin de garantizar la ausencia de fugas y el correcto funcionamiento del sistema.

Medición y pago:

La medición y pago se efectuará en metros cuadrados (m²) de superficie limpia. El pago se efectuará de acuerdo con el cumplimiento de los criterios establecidos en inspección.

6. BAJANTE DE AGUA

Descripción:

Consiste en la instalación de bajantes pluviales encargadas de captar y dirigir el agua de lluvia hacia los sistemas de almacenamiento.

Materiales:

Bajante PVC, soporte bajante, tubo PVC de desagüe, tee diámetro 50.8 mm, codo de bajante 90 o, sellador de juntas, adhesivo para PVC.

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Proceso constructivo:

Se trazará el área destinada a la instalación de las bajantes y se colocarán los soportes sobre la estructura del edificio, garantizando la pendiente adecuada para permitir el flujo del agua. Los tubos de PVC se cortarán según las dimensiones requeridas, se realizarán las conexiones con el sistema de canaletas y se aplicará adhesivo en los extremos y accesorios conforme al diseño. Se procurará no interferir con puertas ni ventanas. Finalmente, se comprobará el alineamiento correcto y se sellarán las zonas expuestas a la intemperie para asegurar su protección. N/A

Medición y pago:

La medición y pago se efectuará en metros lineales (m) de bajante PVC instalado, así como el número de accesorios utilizados. El pago se efectuará de acuerdo con los precios unitarios establecidos

7. TUBERÍA DE CONDUCCIÓN

Descripción:

El canal de aguas lluvias consiste en la implementación de un sistema de drenaje superficial destinado a captar y conducir el agua proveniente de las cubiertas o techos hacia el sistema de almacenamiento.

Materiales:

Tubo PVC 2", soporte canal, codo, derecha, adhesivo para PVC, sellador de juntas.

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Proceso constructivo:

Se colocarán andamios para alcanzar la altura necesaria para colocar correctamente las tuberías.

Se marcará el área destinada a la instalación del canal y se colocarán los soportes sobre la estructura del edificio, asegurando la pendiente adecuada para facilitar el drenaje del agua. Los tramos de PVC se cortarán conforme a las dimensiones necesarias y se aplicará adhesivo en sus extremos, así como en los accesorios indicados en el diseño. Finalmente, se verificará el alineamiento correcto con el borde del techo y se sellarán las partes expuestas a la intemperie para su protección.

Ensayos y tolerancias:

Efectuar ensayos de estanqueidad y verificación de flujo con el fin de garantizar la ausencia de fugas y el correcto funcionamiento del sistema.

Medición y pago:

La medición y pago se efectuará en metros cuadrados (m²) de superficie limpia. El pago se efectuará de acuerdo con el cumplimiento de los criterios establecidos en inspección.

8. *FILTROS*

Descripción:

La colocación de filtros para hojas garantiza la calidad del agua captada. El filtro de hojas impide el ingreso de residuos vegetales y otros desechos al sistema.

Materiales:

Filtro de canalón.

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Proceso constructivo:

Se definirá el área para la instalación de las mallas en los canalones. Se medirán y cortarán las mallas conforme a la longitud necesaria, para luego colocarlas y asegurarlas sobre el canalón, garantizando una cobertura total del ancho y evitando cualquier espacio por donde puedan ingresar hojas o residuos.

Ensayos y tolerancias:

Realizar pruebas de estanqueidad y flujo para asegurar que no exista fugas y el filtro funcione correctamente.

Medición y pago:

La medición y pago se efectuará en unidades (u) de malla y filtro instalado. El pago se efectuará de acuerdo con los precios unitarios establecidos

9. TANQUE DE PRIMERAS LLUVIAS

Descripción:

La colocación de filtros para hojas y sedimentos garantiza la calidad del agua captada. El filtro de hojas impide el ingreso de residuos vegetales y otros desechos al sistema, mientras que el de sedimentos retiene las partículas más finas. Materiales:

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Proceso constructivo:

Se trazará el área destinada a la instalación de las bajantes y se colocarán los soportes sobre la estructura del edificio, garantizando la pendiente adecuada para permitir el flujo del agua. Los tubos de PVC se cortarán según las dimensiones requeridas, se realizarán las conexiones con el sistema de canaletas y se aplicará adhesivo en los extremos y accesorios conforme al diseño. Se procurará no interferir con puertas ni ventanas. Finalmente, se comprobará el alineamiento correcto y se sellarán las zonas expuestas a la intemperie para asegurar su protección. N/A

Medición y pago:

La medición y pago se efectuará en unidades instaladas (u). El pago se efectuará de acuerdo con los precios unitarios establecidos

10. TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Descripción:

Este rubro contempla el suministro e instalación de un Tanque de Almacenamiento de 5000 L es un recipiente de gran capacidad, diseñado para almacenar el agua de lluvia captada a través del sistema de recolección.

Materiales:

Tanque 5000 L Rotoplas.

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Procedimiento de trabajo:

Colocación del tanque sobre la base de concreto y asegurarlo a la base para evitar movimientos y garantizar su estabilidad. Conectar la bajante de agua al tanque utilizando las conexiones proporcionadas. Colocar las válvulas y llaves en las posiciones indicadas para controlar el flujo de agua hacia y desde el tanque.

Ensayos y tolerancias:

Funcionamiento de válvulas, prueba de llenado.

Medición y pago:

La medición y pago se efectuará en unidades instaladas (u). El pago se efectuará de acuerdo con los precios unitarios establecidos.

11. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ¾"

Descripción:

El suministro e instalación de tuberías de PVC

Materiales:

Tubo PVC ½", soldadura PVC poliétera, codo PVC 90° ¾", tee PVC ¾".

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Procedimiento de trabajo:

Con la ayuda del plano hidrosanitario, se identificará la ubicación de cada elemento y las conexiones. Cortar las tuberías a medida, asegurando que los cortes sean rectos para evitar posibles bloqueos o daños en las conexiones. Se colocará las tuberías en la ubicación designada, asegurándose que estén a nivel y con la pendiente adecuada para asegurar el flujo del agua. Se unirá las tuberías y accesorios con soldadura PVC de acuerdo con las indicaciones del fabricante, verificando que no existan fugas. Hay que asegurar que todas las conexiones estén bien selladas y ajustadas.

Ensayos y tolerancias:

Se debe realizar una prueba de estanqueidad y tolerancia de instalación.

Medición y pago:

La medición y pago se efectuará en metros lineales (m) de tubería PVC realmente instalados. El pago se efectuará de acuerdo con los precios unitarios establecidos, incluyendo accesorios utilizados.

12. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC 1"

Descripción:

El suministro e instalación de tuberías de PVC

Materiales:

Tubo PVC", soldadura PVC poli pega, codo PVC 90° 1".

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Procedimiento de trabajo:

Con la ayuda del plano hidrosanitario, se identificará la ubicación de cada elemento y las conexiones. Cortar las tuberías a medida, asegurando que los cortes sean rectos para evitar posibles bloqueos o daños en las conexiones. Se colocará las tuberías en la ubicación designada, asegurándose que estén a nivel y con la pendiente adecuada para asegurar el flujo del agua. Se unirá las tuberías y accesorios con soldadura PVC de acuerdo con las indicaciones del fabricante, verificando que no existan fugas. Hay que asegurar que todas las conexiones estén bien selladas y ajustadas.

Ensayos y tolerancias:

Se debe realizar una prueba de estanqueidad y tolerancia de instalación.

Medición y pago:

La medición y pago se efectuará en metros lineales (m) de tubería PVC realmente instalados. El pago se efectuará de acuerdo con los precios unitarios establecidos, incluyendo accesorios utilizados.

13. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC 1 1/4"

Descripción:

El suministro e instalación de tuberías de PVC

Materiales:

Tubo PVC 1 1/4", soldadura PVC poli pega, codo PVC 90° 1". reductor PVC 1 1/4x 1"

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Procedimiento de trabajo:

Con la ayuda del plano hidrosanitario, se identificará la ubicación de cada elemento y las conexiones. Cortar las tuberías a medida, asegurando que los cortes sean rectos para evitar posibles bloqueos o daños en las conexiones. Se colocará las tuberías en la ubicación designada, asegurándose que estén a nivel y con la pendiente adecuada para asegurar el flujo del agua. Se unirá las tuberías y accesorios con soldadura PVC de acuerdo con las indicaciones del fabricante, verificando que no existan fugas. Hay que asegurar que todas las conexiones estén bien selladas y ajustadas.

Ensayos y tolerancias:

Se debe realizar una prueba de estanqueidad y tolerancia de instalación.

Medición y pago:

La medición y pago se efectuará en metros lineales (m) de tubería PVC realmente instalados. El pago se efectuará de acuerdo con los precios unitarios establecidos, incluyendo accesorios utilizados.

14. TANQUE HIDRONEUMÁTICO

Descripción:

La instalación de un tanque hidroneumático tiene como objetivo el almacenamiento y presurización de agua para garantizar un suministro continuo y uniforme en edificaciones residenciales, comerciales o industriales. El sistema regula la presión mediante la combinación de aire y agua, operando de manera automática para evitar el funcionamiento continuo de la bomba.

Materiales:

Tanque hidroneumático, tubería de conexión, válvulas, manómetro.

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Procedimiento de trabajo:

La instalación del tanque hidroneumático comienza con la verificación del área destinada para su colocación, la cual debe contar con una base firme, nivelada y de preferencia sobre una losa o plataforma de concreto. Se procede a ubicar el tanque en su sitio definitivo, asegurando su estabilidad, y se conectan las tuberías de succión y descarga de acuerdo con el diseño hidráulico, incorporando las válvulas de control (válvula de bola, válvula check), el presostato y el manómetro. Luego se realiza el conexionado eléctrico entre el presostato y la bomba de agua, verificando el correcto aislamiento de los cables y el cumplimiento de las normas de seguridad eléctrica. Se ajustan los valores de presión de arranque y parada del presostato según los requerimientos del sistema, y se llena el tanque con agua. Una vez instalado, se efectúa una prueba de funcionamiento para verificar que la bomba se encienda y apague correctamente, que el sistema mantenga la presión deseada y que no existan fugas en las conexiones hidráulicas ni fallas eléctricas. Concluidas estas verificaciones, se limpia el área de trabajo y se deja el sistema en condiciones óptimas de operación.

Medición y pago:

El pago se efectuará por (u), correctamente instalada, verificada y en funcionamiento, de acuerdo con las especificaciones del contrato, previa aprobación del supervisor técnico y entrega del acta de conformidad.

15. BOMBA CENTRÍFUGA

Descripción:

La bomba centrífuga de 1 HP se utilizará para la circulación y bombeo de agua en el sistema de captación de agua lluvia. Esta bomba se seleccionó con características adecuadas para garantizar el flujo continuo y eficiente del agua.

Materiales:

Gabinete metálico, bomba centrífuga 1 HP.

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Procedimiento de trabajo:

Se verificará que la bomba centrífuga sea del tipo especificado, en buenas condiciones y sin defectos. Se instalará una base sólida y nivelada para evitar posibles caída o daños. Se empezará conectando la entrada y salida de la bomba a las tuberías, asegurando que las conexiones estén bien selladas y ajustadas para evitar fugas. Conectar el motor de la bomba a la fuente eléctrica, verificando que el voltaje y la corriente sean compatibles con las especificaciones. El gabinete metálico se instalará de tal forma que cuente con suficiente ventilación para evitar el sobrecalentamiento de la bomba. Ensayos y tolerancias: Se debe realizar una prueba de funcionalidad.

Medición y pago:

La medición y pago se efectuará en unidades instaladas (u). El pago se efectuará de acuerdo con los precios unitarios establecidos, incluyendo accesorios utilizados

16. KIT VOLTAICO

Descripción:

Este rubro abarca el suministro e instalación de un sistema fotovoltaico completo para la generación, almacenamiento y distribución de energía solar hacia la bomba.

EL kit incluye todos los componentes necesarios para que el sistema funcione de manera eficiente y segura,

Materiales:

Panel Solares 580 WP Monocristalino, controlador de carga, inversor de corriente, baterías, tubería EMT ½”, conector EMT ½”, tablero metálico, cable 14 AWG, cable 10 AWG y cable 8 AWG.

Equipo mínimo:

Herramienta menor, equipo eléctrico.

Procedimiento de trabajo:

Se verificará que todos los componentes del kit voltaico sean de las especificaciones requeridas. Confirmar la potencia total de los paneles, capacidad de baterías y compatibilidad del inversor. Se identificará el área donde se instalará los paneles solares y montarlos sobre el techo, sujetándolos y con la inclinación adecuada; conectar los paneles como se especifica en los planos, y siguiendo instrucciones del fabricante. Instalar el inversor de corriente en un lugar ventilado y seguro dentro del tablero metálico y se conectará el controlador de carga entre los paneles solares y baterías, para regular la carga de estas. Se utilizará tuberías EMT para proteger los cables que conectan todo el circuito, asegurarse que todas las conexiones sean seguras y aisladas. Se verificará que los paneles solares generen la cantidad esperada de electricidad y que el inversor convierta correctamente la corriente continua en alterna. Comprobar que las baterías se carguen correctamente y que el controlador de carga regule el voltaje

17. ACABADO DE SUPERFICIES

Descripción:

El acabado de superficies comprende actividades relacionadas con la preparación, tratamiento y acabado de superficies para garantizar la estética, durabilidad y resistencia de la estructura.

Materiales:

Gabinete metálico, bomba centrífuga ½ HP.

Equipo mínimo:

Herramienta menor.

Procedimiento de trabajo:

Se realizará el empaste de paredes en una sola cada de espesor mínimo 0.5 cm, emparejando cualquier irregularidad del trabajo de enlucido. Se limpiará las superficies enlucidas y se esperará que estén listas y secas, en un promedio de 4 a 6 horas, y se aplicará un sellador adecuado para la superficie. Aplicar la pintura en capas uniformes, dejando secar entre cada capa. Hay que asegurar que la superficie se seque completamente.

Ensayos y tolerancias:

N/A

Medición y pago:

La medición y pago se efectuará en metros cuadrados (m2) de superficie acabada.

El pago se efectuará de acuerdo con los precios unitarios establecidos, incluyendo accesorios utilizados.