



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

“DISEÑO DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES
HIDROSANITARIAS Y ELÉCTRICA EN PABELLÓN DE AULAS
PARA LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA
ELENA CON SISTEMA INTELIGENTE ECOAMIGABLE”

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO(A) CIVIL

AUTOR:

ENRIQUE DAVID FLORES MALAVE

TUTOR:

ARQ. RUBIRA GÓMEZ GILDA GRACIELA. MSc

LA LIBERTAD, ECUADOR

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

“DISEÑO DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES
HIDROSANITARIAS Y ELÉCTRICA EN PABELLÓN DE AULAS
PARA LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA
ELENA CON SISTEMA INTELIGENTE ECOAMIGABLE”

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO(A) CIVIL

AUTOR (ES):

ENRIQUE DAVID FLORES MALAVE

TUTOR:

ARQ. RUBIRA GÓMEZ GILDA GRACIELA. MSc.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2023

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ID:28284eb054934aaed896c9101489a59ce6f83927

CERTIFICADO ANTIPLAGIO DOCENTE
MSc. ARQ. GILDA RUBIRA GOMEZ

La Libertad, 17 de febrero del 2023

En calidad de tutor del trabajo de titulación denominado "DISEÑO DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y ELÉCTRICA EN PABELLÓN DE AULAS PARA LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CON SISTEMA INTELIGENTE ECOAMIGABLE", elaborado por el estudiante ENRIQUE DAVID FLORES MALAVE, C.I. 0925913592, egresado de la Carrera de Ingeniería civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de INGENIERO CIVIL, me permito declarar que una vez analizado en el sistema Anti plagio COMPILATIO, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, el presente proyecto ejecutado, se encuentra con 2 % de la valoración permitida, por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.



Arq. Gilda Rubira Gómez
C.I. 0904978079
DOCENTE TUTOR

C.C.- Archivo



TESIS PARA COMPILATIO

2% Similitudes
2% Texto entre comillas
 0% similitudes entre comillas
< 1% Idioma no reconocido

Nombre del documento: TESIS PARA COMPILATIO.docx
 ID del documento: 28284eb054934aaed896c9101489a59ce6f83927
 Tamaño del documento original: 261,05 ko

Depositante: GILDA GRACIELA RUBIRA GÓMEZ
 Fecha de depósito: 17/2/2023
 Tipo de carga: interface
 fecha de fin de análisis: 17/2/2023

Número de palabras: 12.225
 Número de caracteres: 77.951

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.upse.edu.ec https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8435/1/UPSE-TIC-2022-0027.pdf 1 fuente similar	3%		Palabras idénticas : 3% (356 palabras)
2	1library.co Incentivos aplicados al caso práctico - Incentivos Tributarios https://1library.co/articulo/incentivos-aplicados-al-caso-practico-incentivos-tributarios.q06elk3q 4 fuentes similares	1%		Palabras idénticas : 1% (174 palabras)
3	www.saclima.com Usos más comunes de la energía solar Saclima https://www.saclima.com/usos-mas-comunes-la-energia-solar/	1%		Palabras idénticas : 1% (142 palabras)
4	1library.co Metodología para la reutilización de aguas lluvias y grises en edificación... https://1library.co/document/qo5jpw0y-metodologia-reutilizacion-aguas-lluvias-grises-edificaciones.ht...	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (109 palabras)
5	localhost Evaluación del cumplimiento del (PMA) del proyecto Lico-040 subsector 2... http://localhost:8080/html/bitstream/redug/18085/3/TESINA V. VELASTEGUI.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (43 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.normalizacion.gob.ec https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1108.pdf	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (18 palabras)
2	www.uninotas.net Objetivos explicativos Investigación - UniNotas https://www.uninotas.net/objetivos-explicativos-investigacion/	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (14 palabras)
3	repositorio.upse.edu.ec Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena: ... https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8435	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (14 palabras)
4	1library.co Caudal de Diseño para aguas lluvias. - Áreas Tributarias. https://1library.co/articulo/caudal-de-diseño-para-aguas-lluvias-areas-tributarias.4yr2w6z	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (17 palabras)
5	repositorio.usfq.edu.ec Diseño de instalaciones del sistema hidro-sanitario y siste... http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/30253/1/10008.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (15 palabras)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, ENRIQUE DAVID FLORES MALAVE, declaro bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “DISEÑO DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y ELÉCTRICA EN PABELLÓN DE AULAS PARA LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CON SISTEMA INTELIGENTE ECOAMIGABLE”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente a mi autoría.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

autor



ENRIQUE DAVID FLORES MALAVE

C. I. 0925913592

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR



Facultad de
Ciencias de la Ingeniería
Ingeniería Civil

CERTIFICADO DOCENTE TUTOR ARQ. GILDA RUBIRA GOMEZ, MSc. TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACION Universidad Estatal Península de Santa Elena

Certifico en mi calidad de Tutor del presente trabajo de Proyecto de Investigación **“DISEÑO DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y ELÉCTRICA EN PABELLÓN DE AULAS PARA LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CON SISTEMA INTELIGENTE ECOAMIGABLE”**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, elaborado por el señor **ENRIQUE DAVID FLORES MALAVE**, con cédula 0925913592, egresado de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

La Libertad, febrero 1 del 2023



Arq. Gilda G. Rubira Gómez, MSc
C.I.: 0904978079
DOCENTE TUTOR

Archivo. CC

CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA

Certificación de Gramatología

Lic. ALEXI JAVIER HERRERA REYES
Magister En Derecho Y Economía
De Estudios Educativos

La Libertad, febrero 1 del 2023

Certifica:

Que después de revisar el contenido del TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR en opción al título de INGENIERO CIVIL de FLORES MALAVE ENRIQUE DAVID, cuyo tema es: "DISEÑO DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y ELÉCTRICA EN PABELLÓN DE AULAS PARA LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CON SISTEMA INTELIGENTE ECOAMIGABLE", me permite declarar que el trabajo investigativo se encuentra íntegro y puede ser expuesto ante el jurado respectivo para la defensa del tema en mención.

En todo cuanto puedo manifestar en honor a la verdad.



Lic. Alexi Herrera R. MSc.
Docente de Español A: Literatura
Cel: 0962109420
e-mail: alexiherrerares@betsud.com

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis se lo dedico de manera especial a Dios.

A mis padres de crianza Leticia Malavé y Rubén Rodríguez les dedico este trabajo de investigación que es el resultado de mi esfuerzo, perseverancia y el deseo de superarme día a día.

A mi madre Sara Malavé por brindarme la vida.

A mis abuelos Yolanda por enseñarme a valorar las cosas importantes en la vida y a Luis Enrique por direccionarme al maravilloso mundo de la construcción.

A mi esposa que amo mucho Ana Victores por el apoyo incondicional en los buenos y malos momentos.

A mis hijos Luis David, Daniela Damarys y Enrique Emanuel que los amo mucho y son mi motivo de continuar esforzándome.

A mis hermanos Byron Leonardo y Luis Renato por todo el apoyo que me han brindado.

A toda mi familia que ha estado siempre compartiendo y palpando este proceso de estudiante.

Enrique David Flores Malave

AGRADECIMIENTO

A mi Dios todo poderoso por darme la vida, salud y la fuerza para seguir de pie venciendo los obstáculos de la vida.

A mis padres por enseñarme a recorrer por el camino del bien, que desde pequeño hicieron un gran esfuerzo para que no me faltara nada, su amor, sus consejos y bendiciones, estaré eternamente agradecido.

A toda mi familia en general por apoyarme incondicionalmente.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena especialmente a la facultad de ingeniería civil, a todas las autoridades y docentes por haber compartido sus conocimientos que me ayudaron poco a poco convertirme en un profesional.

A mi tutora Arquitecta Gilda Rubira por guiarme durante el desarrollo de este trabajo y a todos los ingenieros que de forma directa o indirecta aportaron para el correcto desarrollo de mi tesis.

Enrique David Flores Malave

TABLA DE CONTENIDO

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	ii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iv
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	vi
CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA	vii
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
TABLA DE CONTENIDO	x
LISTA DE TABLAS	xiv
LISTA DE FIGURAS.....	xviii
RESUMEN	xix
ABSTRACT.....	xx
capítulo I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de Investigación.....	3
1.2. Formulación del Problema.....	5
1.3. Antecedentes	5
1.4. Hipótesis.....	10
1.4.1. Hipótesis General	10
1.5. Objetivos.....	10
1.5.1. Objetivo General	10

1.5.2. Objetivos Específicos.....	10
1.6. Alcance.....	11
1.7. Variables.....	11
1.7.1. Variable Independiente.....	11
1.7.2. Variable Dependiente.....	12
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. Marco Teórico	12
2.2. Marco Conceptual	13
2.2.1. Características del área de la construcción	13
2.2.2. Construcciones tecnológicas	14
2.2.3. Análisis de viabilidad e innovación en el área de la construcción. .	14
2.3. Marco Normativo.....	15
2.4. Edificios Ecológicos.....	16
2.5. Instalaciones Hidrosanitarias	16
2.5.1 Sistema de agua potable.	17
2.5.2 El agua.....	17
2.6. Instalaciones Eléctricas	19
2.6.1 Red eléctrica.....	20
2.6.2 Aplicación de los paneles solares.	21
2.6.3 Célula fotovoltaica.	22
2.7. Sistema contra incendio	23
2.7.1 Fuego	23
2.7.2 Incendio.....	23

2.7.3 Sistema contra incendio	24
2.7.4 Sistemas de detección	24
2.7.5 Paneles de control	24
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	25
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	25
3.1.1. Tipo de Investigación.....	25
3.1.2. Nivel de Investigación.....	25
3.2. MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.2.1. Método de investigación.....	25
3.2.2. Enfoque de la Investigación	26
3.2.3. Diseño de la investigación	26
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	26
3.3.1. Población.....	26
3.3.2. Muestra	27
3.3.3. Muestreo	27
3.4. Metodología de la investigación del diseño de ingeniería de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.	27
3.5. Análisis de conceptos de ingeniería eco amigable.....	28
3.6. Uso de la metodología con relación al desarrollo del cálculo de las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas	29
3.6.1. Cálculos del caudal y tanque de almacenamiento	29
3.6.2. Cálculo de la Red Interna de Agua Potable:.....	35
3.6.3. Cálculo de pérdidas de carga:	36
3.6.4. Cálculo de la velocidad:.....	37

3.6.5.	Cálculo de longitudes equivalentes en accesorios:.....	37
3.6.6.	Desarrollo del cálculo hidráulico de la red interna de agua potable:	38
3.7.	Diseño de la red de aguas negras y grises	43
3.7.1.	Determinación de los caudales.....	43
3.8.	Cálculo de Aguas lluvias	51
3.9.	Consideraciones para el diseño de sistema de red eléctrica	54
3.9.1.	Para el estudio de demanda	55
3.9.2.	Diseño de red eléctrica interna.....	57
3.10.	Cálculo sistema de rociadores.....	61
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		79
4.1.	sistema interno de agua potable.....	79
4.7.1.	Base de Cálculo de Producción.....	84
4.7.2	Dimensionamiento de la instalación fotovoltaica	84
4.7.3	Cálculo de producción energética	85
4.7.4	Análisis económicos de los sistemas hidrosanitario y eléctricos.....	87
4.7.5.	Contribución al desarrollo sostenible.....	89
5.	CONCLUSIONES	98
6.	RECOMENDACIONES.....	99
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
8.	ANEXOS	104

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Dotación de agua potable para edificaciones de diferentes ocupaciones	29
Tabla 2. Dotación de agua potable para edificaciones de diferentes ocupaciones	30
Tabla 3. Cantidad de personas y dotaciones.	30
Tabla 4. Tanque de almacenamiento	32
Tabla 5. Ciclos por hora de encendido y apagado del grupo motor-bomba.....	32
Tabla 6. Caudal de bombeo	33
Tabla 7 Presiones de encendido y apagado del grupo motor-bomba según NHE Agua.....	34
Tabla 8. Caudales, presiones y diámetros para aparatos sanitarios según Norma NHE Agua.....	35
Tabla 9 Factores para cálculo de longitudes equivalentes Norma NHE Agua.	38
Tabla 10 Accesorios en tramo Ducha-J	39
Tabla 11 Diámetros, velocidad y presión en los ramales.	41
Tabla 12 Diámetros, velocidades y presiones en el montante.....	41
Tabla 13 Unidades de abastecimiento o de consumo de acuerdo con la norma Icontec 1500.....	44
Tabla 14 Numero de aparatos sanitarios, salidas y unidades de gasto	45
Tabla 15 Relaciones hidráulicas en tuberías	46
Tabla 16 Datos obtenidos de la tabla de relaciones hidráulicas en tuberías	47
Tabla 17 Resultados de los cálculos de ramales de red de aguas negras.	48
Tabla 18 Resultados de cálculos de ramales de agua gris.	49
Tabla 19 Resultados de tubería bajante y ventilación de la red de aguas negras .	49

Tabla 20 Resultados de tubería bajante y ventilación de la red de aguas grises. .	49
Tabla 21. Cálculo de aguas lluvias 1	51
Tabla 22. Cálculo de aguas lluvias 1	51
Tabla 23 Coeficiente de escorrentía: cpe_inen 5 parte 9-1 p 195, numeral 5.4.2.1	52
Tabla 24. Intensidad de lluvia	53
Tabla 25 velocidades y coeficiente de rugosidad establecida en CPE INEN 5	54
Tabla 26 Tomada de la Norma NEC-SB-EI	55
Tabla 27 Factores de demandas	56
Tabla 28. Cargas Especiales	56
Tabla 29. Capacidad de protección en función del calibre del conductor	57
Tabla 30. Sistema de Computo.....	61
Tabla 31. Factores K para los tipos de rociadores según NFPA13.....	62
Tabla 32. Requisitos de asignación para chorros de mangueras y duración de agua para sistemas calculados hidráulicamente de la norma NFPA13.	64
Tabla 33 Áreas de protección y espaciamiento máximo de rociadores pulverizadores estándar colgantes y montantes para riesgo leve.	66
Tabla 34 Tamaños nominales de los orificios de los rociadores NFPA 13.....	66
Tabla 35 áreas y números de rociadores calculados.	67
Tabla 36 longitudes equivalentes para tubería de acero cedula 40 NFPA 13.....	67
Tabla 37 resultados de longitud equivalente de la sección R1 a R2	68
Tabla 38 Tomada del manual CPVC FIRE Plastigama pg. 38	68
Tabla 39 coeficiente de rugosidad	68
Tabla 40 resultados de longitud equivalente de la sección R2 a R3	70

Tabla 41 resultados de longitud equivalente de la sección R3 a R4	71
Tabla 42 resultados de longitud equivalente de la sección R4 a C1	72
Tabla 43 resultados de longitud equivalente de la sección C1 a T5	73
Tabla 44 resultados de caudal y presión en el sistema.	74
Tabla 45 áreas de protección del sistema de supresión.	76
Tabla 46 concentración mínima de agente limpio.	76
Tabla 47 Cantidad de agente según su temperatura.....	77
Tabla 48 Factor de corrección atmosférico.	78
Tabla 49 Equipo presurizador	80
Tabla 50 Diámetros, presiones y velocidades.	80
Tabla 51 Diámetro, Caudales, Velocidades, pendiente y tipo de flujo	80
Tabla 52 Diámetros, caudales, velocidad, pendiente y tipo de flujo	81
Tabla 53 Equipamiento del sistema de supresión.	83
Tabla 54 Calculo de producción Energética en un año.	85
Tabla 55 Calculo de producción energética aproximada en 25 años.	86
Tabla 56 Beneficio económico de la planta fotovoltaica.	88
Tabla 57 Análisis de los recursos utilizados en edificio tradicional.	90
Tabla 58 Análisis de los recursos utilizados en edificio tradicional.	91
Tabla 59 análisis de los recursos utilizados en edificio eco-amigables.....	91
Tabla 60 análisis de los recursos utilizados en edificio eco-amigables.....	92
Tabla 61 Materiales para red de agua Potable.....	93
Tabla 62 Materiales para red de aguas residuales.....	94
Tabla 63 Lista de equipos.	94

Tabla 64 Lista de materiales eléctricos.	95
Tabla 65 Lista de materiales para sistema contra incendio.	96
Tabla 66 Costos de mano de obra.	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Paneles solares domésticos.....	22
Figura 2: Célula Fotovoltaica.....	22
Figura 3. Vista isométrica de la red interna de agua potable.	42
Figura 4. Vista isométrica de la red interna de agua potable.	42
Figura 5. Vista isométrica de la red de aguas negras.	49
Figura 6. Vista en planta red aguas negras.....	50
Figura 7. Vista isométrica de la red de aguas grises.	50
Figura 8. Vista en planta red de aguas grises	51
Figura 9. Vista en planta área de recolección de aguas lluvias.....	52
Figura 10. Estaciones Pluvio gráficas – Ecuador.....	53
Figura 11. Circuitos del edificio.....	58
Figura 12. Vista en planta de plano de iluminaria.	59
Figura 13. Vista en planta de plano de Tomacorrientes.....	60
Figura 14. Gráfico de curvas de densidad/ área.	63
Figura 15. $A_r = S \cdot L$	64
Figura 16. Cobertura de rociadores según la norma NFPA13.	65
Figura 17. Distancia entre rociadores.....	65
Figura 18. Desarrollo	66
Figura 19. Sección del rociador 1 hacia Rociador 2	69
Figura 20. Sección del rociador 2 hacia Rociador 3	70
Figura 21. Sección del rociador 3 hacia Rociador 4	71
Figura 22. Sección del rociador 4 hacia codo 1	72
Figura 23. Sección de C1 a T1.....	73
Figura 24. Vista isométrica del sistema de rociadores.	75
Figura 25. Tipos de agentes limpios en el mercado.	75

“DISEÑO DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y ELÉCTRICA EN PABELLÓN DE AULAS PARA LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CON SISTEMA INTELIGENTE ECOAMIGABLE”

Autor: Enrique David Flores Malave

Tutor: Arq. Gilda Rubira Gómez Msc.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo la finalidad de diseñar las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas para un pabellón de tres niveles de la Universidad Estatal Península de Santa Elena con sistema sostenible eco-amigable para convertir este edificio en un modelo a seguir dentro de nuestra región, el propósito es cumplir con los parámetros establecidos por la norma ecuatoriana de la construcción y a su vez proponiendo metodologías que nos ayuden a disminuir el uso excesivo del agua y la utilización de energía renovable con la aplicación de paneles fotovoltaicos mejorando así los recursos destinados para el uso y mantenimiento del edificio.

Dentro de los objetivos esta determinar de manera cualitativa y cuantitativa la eficiencia y eficacia del proyecto comparando con una edificación de construcción tradicional.

Se realizó el diseño con ayuda del programa Revit y AutoCAD para garantizar un trazado óptimo de las redes tanto de agua potable como de desagüe pegado a las características de la estructura y arquitectura del edificio con la convicción de una vez puesto en obra el proyecto se ejecute lo que se ha diseñado.

Palabras Clave: *Instalaciones Hidrosanitarias, Metodología BIM, edificio sostenible.*

“DISEÑO DE INGENIERÍA DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y ELÉCTRICA EN PABELLÓN DE AULAS PARA LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CON SISTEMA INTELIGENTE ECOAMIGABLE”

Autor: Enrique David Flores Malave

Tutor: Arq. Gilda Rubira Gómez Msc.

ABSTRACT

The present titling work had the purpose of designing the hydrosanitary and electrical installations for a three-level pavilion of the Santa Elena Peninsula State University with an eco-friendly sustainable system to turn this building into a model to follow within our region, the The purpose is to comply with the parameters established by the Ecuadorian construction standard and in turn proposing methodologies that help us reduce the excessive use of water and the use of renewable energy with the application of photovoltaic panels, thus improving the resources destined for the use and building maintenance.

Among the objectives is to determine qualitatively and quantitatively the efficiency and effectiveness of the project compared to a building of traditional construction.

The design was carried out with the help of the Revit and AutoCAD program to guarantee an optimal layout of both the drinking water and drainage networks attached to the characteristics of the structure and architecture of the building with the conviction that once the project is put into operation, it will be executed. what has been designed.

Keywords: Hydrosanitary Installations, BIM Methodology, sustainable building.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El mundo actual ha dado un giro, experimentando un crecimiento tecnológico en todos los ámbitos, lo cual facilita la vida de las personas, a tal punto de que la comunidad ha llegado a tener viviendas inteligentes, donde el ser humano busca la manera de vivir con total confort. (Montoya, 2017)

En relación al manejo de una edificación inteligente, esta permite tener un mayor confort ya que libera de realizar ciertas actividades que se tenían que hacer de forma manual como el encendido de luces, apertura de puertas, entre otras. (Villegas, 2021). Además, el concepto de edificio inteligente contempla dentro de sus objetivos el ahorro de energía, siendo este un beneficio ambiental que se consigue al implementar sistemas eco-amigables que conlleven un máximo aprovechamiento de la energía y de los equipos tecnológicos de última generación.

La tecnología fotovoltaica basada en obleas de silicio representó alrededor del 95% de la producción total en 2021. La participación de la tecnología monocristalina es ahora de aproximadamente el 66% (en comparación con el 45% en 2020) de la producción total. (Díaz, T & Carmona, G., 2018).

En Ecuador, en el sector de la construcción se adoptan nuevas metodologías y sistemas de protección con el medio ambiente, por lo que se aprovecha las aguas grises y de lluvia para el riego de las áreas verdes, aseo, lavado, descarga de sanitarios, etc. (Tobajas, 2015) Una de las principales políticas ambientales que se adopta es la certificación de edificios sostenibles LEED (acrónimo de Leadership in Energy & Environmental Design) que está compuesta por un conjunto de normas sobre el uso de estrategias encaminadas a la sostenibilidad en edificaciones de todo tipo. (Espinoza, 2017)

El crecimiento poblacional de la provincia de Santa Elena ha evidenciado que el suministro de los servicios básicos no abastece a toda la población, por lo que se requiere el ahorro del consumo de estos vitales servicios, lo que en cierto

sentido evidencia un incremento en cuanto a los costos; el agua es uno de estos elementos que en determinados periodos de tiempo escasea porque las máquinas de bombeo no abastecen a producir la cantidad de agua que se necesita cuando la población crece por causa de periodos de vacaciones.

Según Dhadwal, Mayank, Bipro Ranjan Dhar,(2021) “la recuperación y reutilización de aguas residuales se ven cada vez más como una herramienta pragmática para la conservación del agua”. Por lo que se hace necesario implementar sistemas para captar y reutilizar aguas lluvias y grises en edificaciones y aprovecharlas en las áreas verdes que posee los predios de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, UPSE.

En el desarrollo de este trabajo investigativo se requiere implementar la tecnología en un pabellón de aulas de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (Edificio inteligente), además aplicar el uso de energía sustentable para minimizar el consumo de energía eléctrica, el aprovechamiento de las aguas, lo que permitirá solventar gran parte de los problemas que tienen las edificaciones convencionales.

Es importante resaltar que en base al proyecto presentado por los estudiantes: Gómez Parrales Wilmer Andrés y Reyes Tomalá Darwin Gabriel para la construcción de un pabellón de aulas eco amigable se hace necesario proponer el sistema hidrosanitario y eléctrico, complementario a este, en el cual se aprovechará al máximo lo referente al desecho de aguas servidas y en relación al uso de paneles solares para la provisión de energía fotovoltaica, a fin de minimizar el impacto que se genera en la naturaleza por la construcción de edificaciones, en donde no se toman en cuenta aspectos relevantes al medio ambiente.

Además, se generará un análisis de alternativas de utilización de las aguas grises para seleccionar la que mejor se ajuste al caso de la edificación inteligente. (Rodríguez, 2016). Lo anterior tiene el objetivo de impulsar la implementación de estructuras de reutilización de aguas lluvias y grises a bajo costo, lo anterior para optimizar recurso hídrico y reducir el consumo de agua potable. (Velazquez, 2018)

En relación con las Normas y estándares nacionales e internacionales sobre los sistemas de electricidad que se deben aplicar en el país, estas estas relacionadas con:

- NFPA 70 National Electrical Code 2011
- NTE INEN 3098, Voltajes Normalizados. (Consejo Nacional de Electricidad, 2011)
- CPE INEN 019 Código Eléctrico Ecuatoriano
- IEC 60617 Graphical Symbols for Diagrams
- NTE INEN 2345 Alambres y cables con aislamiento termoplástico.
- NTE INEN 3098, Voltajes Normalizados.

En el contexto de este trabajo investigativo se establecen las siguientes situaciones para la elaboración del mismo: El Capítulo I, comprende el desarrollo del problema, los antecedentes, los objetivos, los alcances y el desarrollo de las variables. De igual forma en el Capítulo II, se expresa el marco teórico, base fundamental de este proceso investigativo sobre el diseño de ingeniería de instalaciones hidrosanitarias y eléctrica en pabellón de aulas para la Universidad Estatal Península de Santa Elena con sistema inteligente eco amigable y de las respectivas normas de construcción.

El Capítulo III detalla la metodología empleada para efectuar esta investigación, en el Capítulo IV se presentan los resultados y la discusión de la misma, basados en toda la información obtenida y finalmente en el Capítulo V, se detallan las principales conclusiones y recomendaciones del estudio en general, además de las referencias bibliográficas que son parte fundamental de este proceso investigativo.

1.1. Problema de Investigación

El sector de la construcción cada día cobra mayor importancia debido a los cambios generados en la sociedad que permiten lograr un desarrollo sostenible y crecimiento urbanístico, donde se realizan obras arquitectónicas de pequeña o gran envergadura, que tienen el respaldo de la tecnología, pero que implica la utilización

de recursos naturales, el cual genera un gran volumen de residuos y tiene fuerte incidencia en la estructura social y económica de los asentamientos humanos. (Ortiz & Pacheco , 2019)

Debido a estos factores, los actores de la construcción tienen la responsabilidad de buscar construir espacios más saludables y dignos en donde vivir, que estén en armonía con la naturaleza y al alcance de todos, pero usando materiales que permitan la preservación del medio ambiente de forma sostenida (Carmona, 2020).

De estas consideraciones depende la sostenibilidad de los asentamientos humanos. La construcción sostenible de edificios surge de la búsqueda de un entorno urbano sostenible que satisfaga la necesidad de la sociedad por infraestructura ofreciendo un entorno saludable a los ocupantes de edificios y otras construcciones siendo responsable con el medio ambiente. (Cepeda Merizalde, 2021).

El correcto desarrollo de estas construcciones no exige soluciones técnicas excesivas o costosas, sino personas capacitadas para el diseño, construcción y ejecución de los trabajos; sin embargo, en la mayoría de los casos no se cumple con este requisito, convirtiéndose en el obstáculo principal para realizar construcciones sustentables o amigables con el medioambiente (Vargas, 2020).

Las edificaciones inteligentes son una modalidad de construcción que se da a nivel mundial y que en nuestra provincia va en aumento, pero en contraste, en el Alma Mater peninsular, todavía no existen innovaciones de sus edificaciones, solo el proyecto presentado por los egresados antes mencionados, pero, estas inversiones tienen un costo de inversión rentable a largo plazo para desarrolladores, inversionistas y residentes.

La Organización de Naciones Unidas (ONU, 2020) en 2015 estableció 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que deben alcanzarse hasta 2030 y que comprenden la satisfacción de las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras (Vargas, 2020).

En el Ecuador, se hace necesario que las Instituciones de Educación Superior pongan en práctica el desarrollo sostenible en el área de la construcción, donde a sus estudiantes le inculquen la elaboración de proyectos eco amigables, que permitan ser económicamente rentable, socialmente responsable y ambientalmente amigable. (UTPL, 2020)

Esto ayudará a mejorar la calidad de vida de las personas, en este caso, de los estudiantes, docentes, directivos y que con su aporte contribuya al sostenimiento de las diversas edificaciones que existen en los predios universitarios (Fuentes, 2017), y que los desechos sanitarios que se producen sean reutilizados bajo esquemas controlados en cumplimiento de las normativas ambientales y legales, de igual forma que esta tenga un consumo energético sostenible mediante un esquema que se genera mediante la aplicación de paneles solares, para el ahorro de energía eléctrica. (Rashid, 2017)

La Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE, 2021), cada año ve incrementar sus infraestructuras, por lo que sus predios cada día ven saturada sus instalaciones, se hace necesario la construcción de nuevos pabellones de aulas a fin de dar cabida a nuevos estudiantes, pero estas construcciones deben cumplir con las nuevas exigencias que se dan en la sociedad y que permitan tener una mejor calidad de vida en sus habitantes.

1.2. Formulación del Problema

¿De qué manera el diseño de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas del edificio de aulas de tres niveles mediante el uso de sistemas inteligentes eco-amigables reduce el uso de recursos destinados para su mantenimiento?

1.3. Antecedentes

La Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) es una institución de educación superior, con personería jurídica de derecho público sin fines de lucro, pluralista y abierta a todas las corrientes y formas del pensamiento universal

financiada principalmente por el estado ecuatoriano y forma parte del sistema educativo superior ecuatoriano. (UPSE, 2021).

Tiene un área de 316,497 m², una población estudiantil de 2797 estudiantes. La Facultad de Ciencias de la Ingeniería es la tercera con mayor número de estudiantes matriculados, tiene un área de 15.089 m² en la que cuenta con 3 pabellones académicos, área de parqueo, cancha de fútbol y áreas verde debido al incremento del 128% de estudiantes en el transcurso de 3 años los pabellones académicos no abastecen la demanda establecida la cual trae como consecuencia el albergue de estudiantes en cantidades excesivas por curso así como el poco espacio para la recepción de documentos y trámites administrativos además de no contar con áreas designadas para eventos académicos.

A nivel mundial, la insostenibilidad ambiental, entendida como el desbordamiento de los límites impuestos por la naturaleza, en muchos casos tiene su origen en los patrones de producción que se genera y de consumo en sí mismos. (Alavedra, 2016). Pero, los profesionales de ingeniería que participan en la creación e implementación de tecnologías que han sido críticas para resolver diversas necesidades humanas, ni los beneficiarios de estas, se imaginaron en su momento que muchas de ellas pudieran traer consigo las negativas consecuencias que hoy se conoce, pero que, con algunas modificaciones y actualizaciones se puede generar grandes beneficios. (Carvajal, 2019).

En lo internacional:

Como señalan Chamorro,C et al., (2019,p.2) en su trabajo de investigación “Proceso de gestion; los edificios sostenibles frente a los edificios tradicionales”. Las edificaciones que tienen características amigables con el medio ambiente han empezado a establecer estándares aplicados a construcciones ecológicas. En su investigación lograron identificar los procesos de gestión y los costos que generan un edificio sostenible vs un edificio de construcción tradicional, con dirección a un análisis cualitativo, la obtención de los datos se realizó mediante documentales, visitas a gerentes y contadores. Se noto en los resultados que los costos requeridos para un edificio sostenible son mayores a la de un edificio tradicional; no obstante,

los beneficios económicos se verán reflejados a largo plazo en la minimización de los costos de operación del edificio sostenible, favoreciendo a la calidad de vida de las personas.

De acuerdo con Martínez, (2012, p.13) en su estudio “Los principios de la construcción sustentable como medida para abatir el síndrome del edificio enfermo. Estudio de caso de edificios académicos 10, 11 y 12 de la Unidad Profesional Adolfo López Mateos IPN, los edificios compiten hoy en día con los automóviles y fábricas como fuentes de daño al medio ambiente, contribuyendo a la deforestación, la contaminación del agua, del aire y del suelo, así como una reducción del ozono estratosférico y el riesgo del calentamiento global, que afecta al mundo entero.

Lo que hace particularmente urgente, es la necesidad de un cambio en el proceso de la construcción”, su estudio consistió en el análisis de tres edificaciones codificadas como 10, 11 y 12 de la Unidad Profesional Adolfo López Mateos del IPN con la finalidad de determinar si dentro de los mismos puedan hallarse con condiciones que la Organización Mundial de la Salud (OMS) definen como edificios con síndrome de edificio enfermo (SEE) y plantear una solución viable direccionada a una construcción sustentable. Martínez, (2012, p.13)

Como conclusión establecen que integrar los principios de construcción sustentables en remodelaciones o nuevos proyectos genera una inversión inicial elevada (en sentido económico) a diferencia de las construcciones tradicionales, sin embargo los beneficios se verán plasmados en la transformación de la calidad de vida de los ocupantes y el equilibrio que se consigue con el medio ambiente.

En lo nacional podemos citar el trabajo de (Vasquez & Quesada, 2017) titulado “Determinación del costo de construcción de las diferentes clasificaciones para una vivienda sustentable en la ciudad de Cuenca, Ecuador” Donde hacen referencia al elevado porcentaje de viviendas que presentan problemas ambientales en nuestro país, esto como resultado a la escasa costumbre de aplicar criterios que garanticen el confort y la eficiencia energética, lo que con celeridad se necesita llevar a la práctica el sistema de sustentabilidad a cada proyecto. Realizaron su estudio en una vivienda unifamiliar en la provincia del Azuay en la ciudad de

Cuenca (Ecuador) donde analizan los costos que conlleva la construcción en los distintos niveles sustentables que pudiera acarrear la vivienda a diferencia de una tradicional.

El análisis fue en base a cuatro secciones donde se buscó un método para identificar los costos, de manera cualitativa, se buscó la apreciación de la vivienda sustentable, y de manera cuantitativa los costos de construcción. Asignaron a las distintas opciones siglas desde A a C esto con la dependencia de cuantas estrategias requiera la vivienda, dejando a la vivienda tradicional con una sigla de D (Vasquez & Quesada, 2017)

Los resultados que alcanzaron dejaron en evidencia el incremento de la inversión inicial en una vivienda sustentable: A (33.14%), B (15.56%), C (4.32%) y concluyeron que mediante su estudio pueden señalar que en la ciudad de Cuenca existe un considerable porcentaje de la población que decide por invertir en una construcción sustentable amigable, sabiendo que aquello requiere una mayor inversión inicial (Vasquez & Quesada, 2017)

Molina, M et al., (2018) en su investigación “Consumo sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca” plantean aplicar cuatro criterios para el manejo sustentable de agua potable en la red interna de una vivienda en la ciudad de Cuenca, Ecuador. Estableciendo limitaciones al consumo diario de agua, el control de fugas en el sistema, la utilización de aparatos y dispositivos ahorradores y los sistemas de reutilización de agua. “se definen tres niveles de valoración para cada criterio: estándar, mejores prácticas y superiores prácticas”

Para el correcto desarrollo de su trabajo recurrieron a la población para obtener información si existe o están dispuestos a integrar métodos de ahorro de agua potable en sus viviendas mediante una encuesta, así mismo, verificaron el consumo de agua en diez viviendas.

Obteniendo como resultado un porcentaje de ahorro de agua potable de hasta el 30% con la aplicación de prácticas sustentables, evaluaron económicamente, un consumo de 200 l/hab/día para una vivienda con cuatro habitantes, que consumen

aproximadamente 24 m³ a un costo por m³ de \$0.60 ctvs mas un recargo resultando un costo de \$17.40. no obstante si se cumplen los criterios que analizaron, el consumo se reduciría aproximadamente a 140 l/hab/día, lo cual generaria un consumo promedio de 16.8 m³ dando un costo de \$9.72, esto representaria un ahorro de \$7.68 mensuales, esto es semejante al 44%. Molina,M et al., (2018)

En el ámbito local no se han encontrado estudios de edificaciones que presenten características de sustentabilidad y comunión con el medio ambiente, sin embargo está el trabajo de investigación “estudio de factibilidad para la implementación de un sistema fotovoltaico como energía alternativa, que permitirá satisfacer la necesidad de energía eléctrica estable en el sector el tablazo del cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena” en la que los autores establecen que “la energía solar es una de las mejores alternativas para el abastecimiento de la electricidad debido a los beneficios ambientales y por la existencia del sol como fuente primaria de la misma” (Reyes, 2015)

Además aseguran la viabilidad del sistema debido a los bajos costos en su mantenimiento y que la inversión se recupera después de los 5 años de funcionamiento del sistema, transcurrido ese tiempo se empieza a tener utilidades. (Medina, 2013)

La Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), debe mejorar sus infraestructuras acordes a las nuevas exigencias que la sociedad requiere, estas deben tener una sostenibilidad, adaptación e impacto sobre el medio ambiente, al hacer una obra hay que aliarse con ella (la naturaleza) y hacer una homogeneización entre el interés del ser humano, el medio ambiente y la naturaleza, respetando las normativas legales, medioambientales y técnicas que rigen para el área de la construcción.

El generar un medio ambiente sostenible permitirá tener infraestructuras ecológicas e incluso autosostenibles para el beneficio del ambiente y sin dejar descartar la adecuación de espacios enfrascada en las necesidades de los estudiantes y personal académico-administrativo, con lo que se genera estilos de vidas

saludables para el ser humano y ambientes agradables para el sostenimiento del medio ambiente. (Daza Donoso, 2017)

1.4.Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

- El diseño de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas del edificio de aulas de tres niveles mediante el manejo de sistemas inteligentes eco-amigables reducirá el uso de los recursos destinados para su utilización y mantenimiento.

1.5.Objetivos

1.5.1. Objetivo General

- Diseñar las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas con sistemas inteligentes eco-amigables de un edificio de aulas de tres niveles para la UPSE, utilizando nuevas tecnologías sustentables, para reducir los recursos destinados al uso y mantenimiento.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Diseñar el sistema de agua potable, alcantarillado sanitario, pluvial e instalaciones eléctricas del edificio de aulas de tres niveles mediante la norma ecuatoriana de la construcción y sistemas inteligentes eco-amigables para la optimización del recurso agua y energía eléctrica.
- Determinar los recursos utilizados en el mantenimiento de un edificio convencional versus el edificio de aulas de tres niveles inteligente eco-amigable de similares características y prestaciones, calculando el consumo real de agua y gasto energético para conocer las diferencias entre ambos sistemas.

- Relacionar los recursos utilizados en el mantenimiento de un edificio convencional versus un edificio inteligente eco-amigable por medio de un análisis integral comparativo de la eficiencia y eficacia de cada sistema.

1.6. Alcance

Es necesario resaltar que una parte importante de las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas son los cálculos (Riddell, 2019), que se deben implementar en los sistemas de abastecimiento de agua potable, recolección, evacuación de aguas servidas, aguas lluvias y del sistema de energía eléctrica, aplicando las normas y ordenanzas municipales vigentes en el cantón La Libertad, para la aprobación de los planos de construcción, donde se deben aplicar las diferentes normas legales en construcción y así aplicar los estándares internacionales para todo tipo de construcción a ser ejecutada.

El presente trabajo comprende una metodología que cumpla con las necesidades ambientales y habitables, donde se apoye en las herramientas tecnológicas para el diseño de un proyecto de construcción civil para la Universidad Estatal Península Santa Elena en donde comprenda desde el diseño arquitectónico, calculo estructural e instalación de sistemas de luz y servicio sanitario mediante el software Revit. (Ortiz Vivar, 2019)

Este tipo de investigación se basa en un sistema que permite ser aplicable en el área de la ingeniería civil, y que proporcionará al profesional responsable mejores propuestas aplicadas no solo para el área académico sino también integrarlo en la sociedad peninsular como desarrollo de viviendas en proyectos municipales y privados, con el fin de la preservación de la vida, economización monetaria y un mejor estilo de vida. (Lara-García, 2022).

1.7. Variables

1.7.1. Variable Independiente

- Diseño de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas con sistema inteligente eco-amigable.

1.7.2. Variable Dependiente

- Recursos destinados para uso y mantenimiento.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Teórico

En este contexto se realiza el análisis de los conceptos principales sobre la temática de estudio, proporcionados por diversos investigadores, además de cumplir con las normativas legales intervinientes y otros aspectos primordiales que se usan en el área de la construcción. Las mismas que generan bienestar y desarrollo para la sociedad, pero, a través de una planificación, organización de aprovechamiento de espacios, ahorro de energía y otros factores importantes que se generan en las aulas de clases de la Facultad de Ingeniería Civil, las cuales darán mejores oportunidades a los estudiantes, para proporcionar conocimientos y desarrollo para lograr embellecer el entorno de las ciudades al elaborar nuevos prospectos de desarrollo urbanístico y arquitectónico, promoviendo el ornato de las ciudades. (Fuentes, 2017)

Los cambios generados en la sociedad, conllevan a reestructurar los modos y formas de construcción, la actividad sísmica, el calentamiento global y otros factores concernientes al uso de materiales no convencionales, permiten que se adopten normas y aspectos legales, tendientes a la protección del medio ambiente, lo que generará contrarrestar la diversidad de problemas en el sector habitacional, otorgando viviendas eco amigables para el confort de los seres humanos, pero preservando el medio ambiente.

El área de la construcción debe aplicar los correctivos necesarios en la edificación de viviendas, no solo en el aspecto eco amigable, sino que debe tomar en cuenta aspectos relevantes como las características del entorno, el medio

ambiente, uso de la edificación, los cuales deben ser elaborados de forma planificada y usando los recursos y materiales de calidad a fin de cumplir todos los aspectos legales que esto conlleva, además de brindar otras alternativas que permitan a los usuarios de las viviendas a tener un mejor confort y calidad de vida sostenible. (Ortiz & Pacheco , 2019)

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Características del área de la construcción

El área de la construcción es una de las industrias que más desarrollo y crecimiento genera, debido a la diversidad de empleo que ella proporciona de manera directa e indirecta, debido a la diversidad de productos y recursos que se movilizan; pero, este sector, a raíz de la crisis sanitaria, se vio afectada y tuvo que diversificar su trabajo, volviéndose inestable, cerrando proyectos urbanísticos y de desarrollo por falta de liquidez económica.

Esta área es sensible a los cambios que experimenta la sociedad, especialmente en los ciclos económicos, pero resurge de forma lenta, con fuerza, y se expande con rapidez, pero, en cambio, establece un ciclo de recuperación con más rapidez en la evaluación de la sustentabilidad de equipamientos tipo Retail en mayor proporción durante los períodos de crisis o recesión, que el promedio de los otros sectores. (Ruiz Delgado, 2021)

De forma directa se establece que la industria de la construcción genera un significativo porcentaje en la economía del país a través del Producto Interno Bruto (P.I.B.), de forma indirecta colabora con otro porcentaje en las otras áreas de la economía, como proveedores, maquinarias, herramientas, tecnologías, y otras materias primas que se usan en la actualidad en esta área, por lo que la diversidad de actores directos e indirectos son muy importantes para generar bienestar y desarrollo en la sociedad.

2.2.2. Construcciones tecnológicas

El auge de la construcción moderna conlleva el uso de las herramientas tecnológicas, donde se elabora proyectos urbanísticos con el empleo de estos mecanismos que proporcionan una mejor calidad de vida a las personas que los habitan, pero, estos conocimientos científicos con tecnología de punta requieren ser implementados no solo en urbanizaciones, sino también, abrirse campo en el contexto académico superior; donde los docentes impongan nuevas formas de construcción, a fin de proponer cambios en el área de la construcción.

Gómez, (2019), expresa: La aplicación de tecnología se considera nueva o innovadora, lo que conlleva a establecer productos y servicios para consumo interno con valor agregado al producto construido por el contenido tecnológico de manera eficiente, por lo cual puede manejar ágilmente la tecnología y monitorear mejor el cliente las adecuaciones de las viviendas.

En el Ecuador, ya se visualiza que instituciones de Educación Superior como la Universidad Tecnológica Particular de Loja (UTPL), Universidades del Azuay, y de otras provincias del país, ya disponen de Edificios Inteligentes, por lo que los estudiantes, miran con buenas perspectivas este desarrollo tecnológico y urbanístico como, lo que promueve el uso, aprendizaje y desarrollo de las herramientas tecnológicas adecuadas, para crear los planos y estructuras adecuadas para facilitar su construcción.

2.2.3. Análisis de viabilidad e innovación en el área de la construcción.

En el sector de la construcción, siempre hay que tener en cuenta si los proyectos son viables de ser creados y ejecutados, pues los mismos deben de establecer aspectos de tipo legal, financiación, laboral y otras situaciones que permiten generar la construcción de estos proyectos los mismos que brindan todas las comodidades que la vida moderna ofrece y más aún si estos están provistos de la tecnología. (Carvajal, 2019)

Pero a más de que el proyecto debe ser viable para su ejecución, este debe ser innovador que contenga nuevas ideas en conceptos habitacionales, que permita a las personas a vivir en ambientes diferentes, en edificaciones inteligentes, donde se respete la naturaleza y el medio ambiente, se aprenda a reutilizar las aguas servidas para regío de las áreas verdes, donde se emplee el uso de energía fotovoltaica, que se tenga sistemas contraincendios y de otras comodidades que generen plusvalía.

El área de la construcción se ha innovado a nivel económico y organizacional, resultante por la combinación de los factores de producción y del conocimiento, lo cual significa la personalización de un nuevo producto, servicio, método de producción y nuevas tecnologías.

(Encinas, López, Nuño de la Parra, & Pico, 2018)

2.3. Marco Normativo

En todos los países del mundo existen normas, leyes, reglamentos que deben ser cumplidos en el área de la construcción, a fin de brindar las garantías y seguridad necesarias para las personas que habitan los diferentes complejos habitacionales y viviendas. Con el propósito de establecer cuales son las normativas que se deben cumplir en este trabajo de investigación, se mencionan a las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC, 2015)

- Norma ecuatoriana de la construcción NEC-2015
- CPE INEN 019 Código Eléctrico Ecuatoriano
- NTE INEN 2345 Alambres y cables con aislamiento termoplástico.
- NTE INEN 3098, Voltajes Normalizados
- NTE INEN 3098, Voltajes Normalizados.
- NEC-11, norma Hidrosanitaria NHE - Agua
- NTE INEN 1372. Tubos y accesorios plásticos para conducir agua potable. requisitos de migración al agua de elementos y sustancias.

Estas y otras normas nacionales, además de las leyes y ordenanzas que rigen para la construcción, son las que se mencionarán a través del desarrollo de esta

investigación y que permiten establecer cuáles son los mecanismos más adecuados para construir.

2.4. Edificios Ecológicos

Según (Morató, 2017), “un edificio ecológico es una estructura que utiliza un 20% menos de energía, agua y energía incorporada en los materiales, en comparación con un punto de referencia local equivalente”. Establecer políticas que conlleven a la protección del medio ambiente, generó cambios en los estilos de vida de las personas, lo que propuso ahorro en el consumo de ciertos elementos funcionales de las viviendas, además de materiales para su construcción, lo que permite satisfacer las necesidades humanas, sin comprometer recursos que generen daños al ecosistema, sino el uso coherente de ellos.

En este contexto se hace necesario ahondar más en investigar sobre este tipo de edificaciones y generar el crecimiento de construcciones con peculiaridades sustentables, las cuales tienen características para la conservación de estas edificaciones para el uso de las futuras generaciones, las mismas que no causan impactos negativos al medio ambiente.

2.5. Instalaciones Hidrosanitarias

Las instalaciones hidrosanitarias en edificaciones deben cumplir normas y aspectos relacionados con la salubridad y otros factores que permiten al ser humano a vivir en condiciones saludables, esto genera que, se adapten los diferentes ambientes físicos a situaciones del buen vivir, sin molestias o que tenga que soportar situaciones incómodas, por lo que se deben adoptar principios y normas sanitarias en beneficio de la salud de todos. (Ruiz, 2012)

Por lo expuesto, se deduce que las Instalaciones hidrosanitarias son una red de tuberías las cuales distribuyen agua potable y/o permite la recolección y disposición de las aguas residuales o grises desde la red pública hasta el interior de la vivienda, esto conlleva a que se distribuya de acuerdo a como esta distribuido los espacios interiores de las viviendas.

2.5.1 Sistema de agua potable.

Ruiz, (2012) p,18, define al sistema de agua potable como la unión de estructuras, equipos e instalaciones que tienen la función de direccionar el líquido en óptimas condiciones manteniendo calidad, cantidad y con la presión requerida a cada uno de los aparatos sanitarios desde la fuente que lo abastece, hasta el interior de las viviendas.

2.5.2 El agua.

El agua es el compuesto natural que tiene relación directa con el desarrollo de toda forma de vida, nuestro planeta posee el 70% de agua, la cual está compuesta por dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno, la misma que permite al ser humano subsistir. (Medina, 2013).

2.5.2.1 Agua Potable.

“Es el agua cuyas características físicas, químicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para el consumo humano” (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014).

2.5.2.1.1 Distribución interna de agua potable.

Una Red de Distribución interna de Agua Potable es el conjunto de tuberías que trabajan a presión, que se instalan desde el medidor en las vías de comunicación de las Urbanizaciones hacia el interior de la vivienda, desde la cual se encuentran previamente distribuidas. .

2.5.2.1.2 Red de distribución.

Una red de distribución de agua potable es el conjunto de instalaciones que la empresa de abastecimiento tiene para transportar desde el punto o puntos de captación y tratamiento hasta hacer llegar el suministro al cliente en unas condiciones que satisfagan sus necesidades

2.5.2.1.3 Acometida.

Se entiende por acometida, la tubería que enlaza la instalación interna de una casa con la tubería externa de la red pública de distribución de agua potable, la misma que proporciona una mejor calidad de vida a la población, dotando de un servicio indispensable para el desarrollo del comercio, la salud y de todos los beneficios que esto proporciona.

2.5.2.1.4 Diámetros de tuberías.

Los diámetros de tuberías más recomendados son los de 22 mm., estos suelen ser los diámetros más habituales que se usan en las acometidas generales de agua en la casa, de la que salen el resto de derivaciones. También es la tubería recomendada para la alimentación de termos acumuladores eléctricos, que se usan para dotar de agua caliente en algún sector de la casa, especialmente para duchas de agua caliente.

2.5.2.1.5 Dotación de agua potable.

Se refiere a la cantidad de agua potable que es asignada a cada persona para cubrir sus más elementales necesidades básicas en un día promedio; esto se calcula para establecer los proyectos de dotación de suministros de agua a un determinado sector, lógicamente conociendo la cantidad de población a quienes se les dotará de este elemental líquido.

2.5.2.1.6 Demandas en aparatos sanitarios.

Es necesario establecer cuáles son los consumos de la diversidad de aparatos sanitarios que existen en el mercado, porque se debe calcular el llamado caudal instantáneo mínimo instalado, que es la sumatoria de todos los aparatos sanitarios en una edificación, pero, estos valores varían porque no todos los aparatos funcionan al mismo tiempo, además de que algunos aspectos constructivos de estos equipos son ahorrativos.

2.5.2.2 Aguas lluvias.

Es el agua que proviene de las precipitaciones atmosféricas, sus características van a depender del entorno donde se la recolecte, tiene varias aplicaciones como la utilización para riego en áreas verdes, limpieza y mantenimiento de áreas sociales, dotación para tanques de aparatos sanitarios, lavar automóviles u otras aplicaciones si se realizan los tratamientos adecuados donde no impliquen riesgo a la salud.

2.5.2.3 Aguas negras.

Aguas conocidas también como aguas residuales y aguas servidas, su origen proviene del abastecimiento de agua de una población, posteriormente de haber sido alterada por múltiples actividades domésticas, industriales o comunitarias (Guzmán, 2014).

Son originadas principalmente por:

- Desechos humanos y animales
- Residuos caseros
- Contaminación de aguas pluviales
- Desechos industriales

2.5.2.4 Aguas Grises.

Son aguas residuales provenientes de las conexiones de lavadoras, lavamanos, lava platos, duchas, u otros, descartando las aguas negras (Mora, 2013, pág. 18)

2.6. Instalaciones Eléctricas

Las instalaciones eléctricas de una vivienda es un sistema adecuado que permite generar electricidad al interior de una casa, la misma que proporcionan “vida” a los distintos artefactos de que dispone. El grado de complejidad se establece por el tamaño, características, funcionalidad de la vivienda, ello determina

que una vivienda pueda tener instalaciones sencillas, así también de complejas. Estos sistemas deben ser elaborados por personal especializado a fin de satisfacer los requerimientos de los usuarios; además de brindar comodidad y confort a quienes lo habitan.

Para cumplir con lo anterior, se han establecido criterios y requerimientos de diseño de obligatorio cumplimiento a las normativas legales, los cuales están plasmados en el CPE INEN 019 Código Eléctrico Ecuatoriano y en las exigencias de la NTE INEN 3098, Voltajes Normalizados; cumplir con estos requisitos minimizan los riesgos, salvaguardando la vida y bienes de las personas que tanto esfuerzo les ha costado (Consejo Nacional de Electricidad, 2011)

Por lo expuesto, se entiende que el diseño de una instalación eléctrica domiciliaria debe cumplir con las normativas y requisitos mínimos exigidos por el Consejo Nacional de Electricidad, posterior a ello, se elabora los requerimientos del usuario, pero basados en las normativas legales ya mencionadas en el reglamento de electrificación, minimizando los riesgos de que pueda ocasionarse desperfectos o fallas que conlleven a situaciones de riesgos.

2.6.1 Red eléctrica

El sistema eléctrico es una red que está prediseñado para proveer electricidad a todos los usuarios con la finalidad de dotar energía eléctrica en los hogares para que las personas puedan satisfacer sus necesidades diarias. Este complejo sistema está conformado por fases, las cuales son: generación, transmisión y distribución; el proceso de conversión de recursos energéticos como el carbón, gas.

La red eléctrica comienza en los lugares donde se crea la electricidad. Antes la electricidad sólo se generaba en las centrales eléctricas, que usualmente funcionaban con combustibles fósiles (carbón o gas natural) o energía nuclear, hoy en día existen más opciones y más limpias para la generación de energía (ShareAmerica, 2016)

Por los altos costos que representa dotar de energía eléctrica en nuevos asentamientos poblacionales o extensiones de nuevas viviendas en centros poblados, se hace necesario de nuevas alternativas de energía eléctrica como es el caso de los paneles solares, cuyos costos son accesibles para el común de las personas, lo cual conllevan menos infraestructura para su funcionamiento, están cerca del hogar y su mantenimiento es muy por debajo de la red de alumbrado pública.

2.6.2 Aplicación de los paneles solares.

El uso de los paneles solares en el Ecuador cada día se generaliza, debido a que una serie de gravámenes han sido reducidos, lo que conlleva a ser tomado como una alternativa viable de energía aun para las zonas más remotas, pero su uso es muy común en el sector residencial o domiciliario, industrial, comercial y productivo.

La energía solar también se puede utilizar para ahorrar a los propietarios de viviendas, una gran cantidad de dinero al reducir el consumo de electricidad mediante el uso de paneles solares. Mientras que la energía solar se puede utilizar para volar un avión y cargar una batería, es igualmente útil para ahorrar mucha energía y al mismo tiempo contribuir con el medio ambiente.

Al final es importante saber que, si se desea optar por una forma de vida en la que se aproveche la energía solar, conviene primero estimar el potencial ahorro de la energía solar y comprobar los beneficios que brindaría para la economía del hogar (Saclima, 2022)

El uso de la tecnología cada día es parte esencial en la vida de las personas, por lo que se requiere del uso de energía renovable a menor costo y que la misma sea accesible hasta los lugares más remotos, lo más indicado para mejorar los costos de electricidad, es mediante la instalación de paneles solares domésticos que tienen la capacidad de brindar de energía al hogar sin los costos excesivos que tradicionalmente se tienen.

Figura 1: Paneles solares domésticos



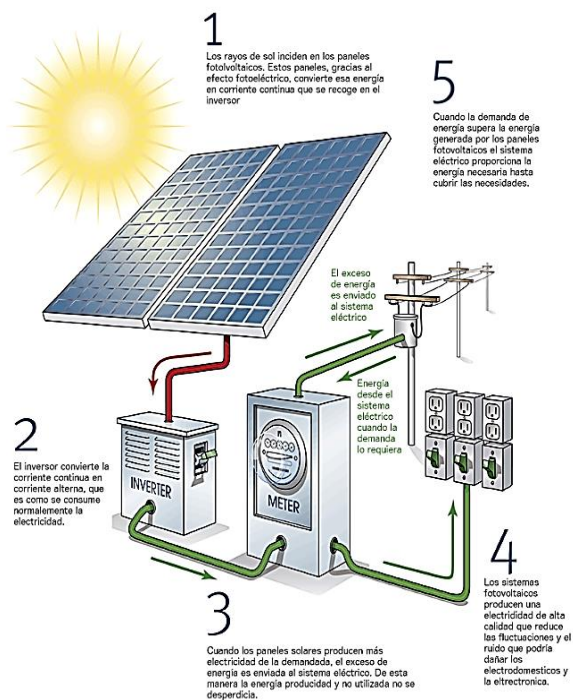
NOTA: Tomado y adaptado de (Saclima, 2022)

2.6.3 Célula fotovoltaica.

Según (Monsolar, 2018), este tipo de instalaciones eléctricas, tanto la red eléctrica y el sistema fotovoltaico coexisten para brindar la cantidad de electricidad que se requiere en una vivienda para otorgar las comodidades necesarias (p. 7).

Por lo tanto, la energía total que se puede llegar a producir para el autoconsumo de las personas que lo requieran depende de la cantidad de equipos eléctricos que posea la vivienda, y si esto no abastece puede ser compensado por la red pública de energía eléctrica.

Figura 2: Célula Fotovoltaica



Nota: Tomado y Adaptado de (Monsolar, 2018)

2.7. Sistema contra incendio

En la actualidad en las construcciones nuevas, a través de ordenanzas municipales se está exigiendo que las edificaciones cuenten con sistemas automáticas contra incendio, esto va a ayudar a disminuir los daños que se provoque o que ocasionare un flagelo, además, permite la protección de las personas que habitan en las viviendas.

Un Sistema Contra Incendios, previene y puede controlar conatos de incendio, estas deben estar diseñadas y ejecutadas según normas NFPA, las cuales son ampliamente utilizadas a nivel internacional y según Norma NEC-SCI, de obligatorio cumplimiento a nivel nacional, que aseguran la calidad y eficacia de estos equipos. (Daza Donoso, 2017)

Las construcciones deben contar con sistemas contra incendios; debe instalarse en edificios de apartamentos con más de tres pisos o 11 apartamentos. En recintos que tengan chimeneas o equipos de combustión, se deben instalar detectores de CO. La normativa de la NFPA solo requiere detección de humo en el lobby de los elevadores, cuarto de elevadores y dependiendo del diseño del sistema de aire acondicionado, es posible que se requieran detectores de humo en los conductos de aire.

2.7.1 Fuego

Establecer que es el fuego, se lo define a este como un proceso de combustión en respuesta a una reacción química, con suficiente intensidad para emitir calor, luz y llama (Vargas H. , 2019)

2.7.2 Incendio

Un incendio se lo establece como la manifestación de una combustión incontrolada, producida por la combustión de materiales que forman parte de los edificios en que vivimos, trabajamos y jugamos o una amplia gama de gases, líquidos y sólidos que se utilizan en la industria y el comercio (Vargas H. , 2019)

2.7.3 Sistema contra incendio

En la actualidad se ha vuelto necesario establecer una serie de protecciones para las viviendas o conjuntos residenciales una de ellas es la de implementar un sistema contra incendio, que no es otra cosa que dispositivos para la prevención y control de incendios. Estos implementos permiten sofocar las llamas, de acuerdo a la magnitud del flagelo, hasta que los equipos especializados como “Cuerpo de Bomberos”, lleguen al lugar y puedan apagar por completo este siniestro.

2.7.4 Sistemas de detección

En el área comercial existen un sinnúmero de equipos o sistemas para prevenir incendios, antes de que estos alcancen magnitudes incontrolables. Con el auge de la tecnología, estos equipos pueden ser instalados en viviendas, conjuntos residenciales, empresas, para poder detectar en primera instancia las revelaciones que anteceden al fuego como los gases, humos, radiación ultravioleta y cambios en la temperatura.

La tecnología en los actuales momentos a avanzado tanto y hoy en día se pueden instalar estos sistemas de forma remota, hasta centrales que están interconectadas y dan la alarma de que es posible un flagelo, incluso la alarma preventiva se las puede instalar en los equipos móviles, dependiendo de la tecnología que posea el dispositivo (telefonía celular)

2.7.5 Paneles de control

La instalación de paneles de control para la prevención de incendios, dispone de una alarma que se activa cuando se detecta un “posible incendio”, lo que permite evacuar a las personas de forma segura hasta que se hagan las respectivas inspecciones y se establezca que todo volvió a la calma.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de Investigación

El estudio está enfocado bajo características propias, apoyados con softwares, para realizar los respectivos análisis y diseños del trabajo que se ejecutará. Es importante resaltar que esta investigación es de tipo aplicada, parte de un marco teórico, cuya finalidad radica en formular nuevas teorías o modificar las existentes, en incrementar los conocimientos para plasmarlos y llevarlos a la práctica, mejorando el entorno. (Mejia, 2016).

3.1.2. Nivel de Investigación

Este trabajo investigativo se encuentra enmarcado dentro del nivel descriptivo, que a criterio de (Mugira, 2022), se encarga de puntualizar las características de la población que está estudiando, es decir describe las características del problema estableciendo soluciones a mediano y largo plazo.

En otras palabras, su objetivo es describir como se va a minimizar los costos operativos y de mantenimiento del sistema hidrosanitario, eléctrico a través de energía fotovoltaica, del sistema contra incendio y de cómo se aprovechará las aguas residuales para ser tratadas y aprovechadas para las plantas del predio universitario.

3.2. MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Método de investigación

En el desarrollo de la presente investigación se aplicó el método deductivo, que a criterio de (Sarmiento, 2020), expresa que es el que llega a conclusiones a partir de casos generales. En la presente investigación se pretende establecer cuál es el ahorro que se genera en la operatividad de un pabellón de aulas convencional

con una edificación eco amigable. Lo que va a establecer qué tipo de acciones positivas se generan con este proyecto de investigación.

3.2.2. Enfoque de la Investigación

En la presente investigación se evidencia un enfoque mixto , que a criterio de (Pole, 2009) expresa: “se lo utiliza en la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos para contestar simultáneamente preguntas explicativas y confirmativas de investigación y responder hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población”. En otras palabras, se establece que se recopila la información a través de acciones que permiten generar una base de datos para luego ser analizada de la mejor manera posible.

3.2.3. Diseño de la investigación

El diseño de investigación descriptiva, que se aplicó en este trabajo busca cumplir en la forma o metodología por la que el investigador busca cumplir los objetivos del proyecto planteado, ya sea de forma ordenada y sistemática, lo que se quiere decir de manera más simplificada es que el diseño de la investigación se enfoca en adoptar una forma de cómo responder al problema planteado (Andrade, 2020)

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

Con relación a la población motivo de estudio, es importante recalcar que esta está direccionada a docentes, estudiantes, directivos, personal de servicio de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, quienes son parte de la problemática existente y que requieren establecer acciones que le permitan trabajar con las comodidades del caso, a fin de garantizar una educación de calidad con calidez, que generen proyecciones a futuro, con miras a obtener más espacios para el estudio.

3.3.2. Muestra

La muestra para este estudio, se la enmarca como NO probabilística, la misma que expresa que se tomará un segmento de la población motivo de estudio (609 directivos, docentes, estudiantes), y con ellos realizar los análisis pertinentes relacionados con la problemática existe, que es, la falta de espacios para establecer una educación de calidad.

3.3.3. Muestreo

En el muestreo se consideraron miembros entre autoridades, docentes y estudiantes con una densidad de 38, 56, 515 personas respectivamente, para el estudio ocupacional del edificio, como indican (Otzen & Manterola, 2017) el muestreo es considerado un instrumento que tiene el propósito de determinar que parte de la población en estudio debe analizarse con la finalidad de inferir.

3.4. Metodología de la investigación del diseño de ingeniería de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.

El desarrollo del presente trabajo investigativo tiene un plazo estimado de 6 meses, donde se diseñará los sistemas hidrosanitario y eléctrico eco-amigable en el proyecto que se anexa al de construcción del pabellón perteneciente a la facultad de Ciencias de la Ingeniería, presentado por los egresados: Gómez Parrales Wilmer Andrés y Reyes Tomalá Darwin Gabriel, donde se aplicarán las siguientes metodologías:

1. Se realizó un análisis de las características de la edificación, tanto arquitectónica como estructural para proponer un diseño hidrosanitario y eléctrico que cumpla con los requerimientos de esta, considerando los parámetros que establece la norma ecuatoriana de la construcción.
2. Para el trazado de las redes de agua potable, aguas grises y aguas negras se utilizó la herramienta Revit.

3. Se elaboro el modelo de cálculo del sistema hidrosanitario de acuerdo con la Norma Hidrosanitaria NHE Agua.
4. Para el sistema de extinción de incendios se estableció dos metodologías, para las áreas comunes un sistema de rociadores y gabinetes equipados, para el área de cómputo un sistema de supresión por agentes limpios.
5. Para el trazado de las redes eléctricas se utilizó la herramienta AutoCAD.
6. Establecidas las redes hidrosanitarias y eléctricas se conoce los recursos los requeridos para la edificación.
7. Se determinan los valores generados por el consumo de los recursos y se realiza un análisis comparativo de la eficiencia y eficacia de los sistemas utilizados.

3.5. Análisis de conceptos de ingeniería eco amigable

En la proyección de este trabajo investigativo, se expondrá una serie de conceptos que corresponden al área de ingeniería civil, que permiten tener una idea clara de las nuevas soluciones habitacionales que están en el mercado, apoyadas en la diversidad de herramientas digitales que existen a la disposición del ingeniero civil.

Esto permite ahorrar el uso excesivo de recursos naturales, que se emplean en el área de la construcción y que tienen efectos negativos en el sector donde se los extrae; esto promueve acciones de protección ambiental y en el sector de la construcción de trata de aplicar estándares de sostenibilidad acordes al campo de la ingeniería civil y así generar fuentes de trabajo, pero respetando el medio ambiente (Cgamorro, Hoepfner, Montaña, & Rios, 2019),

3.6. Uso de la metodología con relación al desarrollo del cálculo de las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas

Calcular los parámetros necesarios para dimensionar adecuadamente las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas del edificio de aulas de tres niveles mediante la norma ecuatoriana de la construcción y sistemas inteligentes eco-amigables para la optimización del recurso agua y energía eléctrica, se detalla a continuación.

3.6.1. Cálculos del caudal y tanque de almacenamiento

Cálculo del consumo: como nuestro proyecto es dotar de agua potable a un edificio para la UPSE, este volumen dependerá netamente de la cantidad de estudiantes y personal administrativo, la densidad de personas será de 609 personas, de acuerdo a la norma (NEC, 2011, p. 16) se establece la tabla 16.2 de dotaciones para edificaciones de uso específico:

Tabla 1. Dotación de agua potable para edificaciones de diferentes ocupaciones

Tipos de edificaciones	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/Hab/día	200 a 350
Bares, cafetería y restaurantes	L/m ² área útil/día	50 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/Hab/día	200 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	150 a 300
Centro comercial		3 a 5
Cines templos y auditorios	L/m ² área útil/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 300
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400

FUENTE: Tomada de la Norma NEC 11 capítulo 16

Tabla 2. Dotación de agua potable para edificaciones de diferentes ocupaciones

Tipos de edificaciones	Unidad	Dotación
Adelante		
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/kg de ropa	2 a 8
Lavandería y tintorería	L/visitante/día	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m2 área útil/día	15 a 30
Prisiones	L/persona/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/m2 área útil/día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	800 a 1300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Zonas industriales, agropecuarias y fabricas	L/s/ha	1 a 2

FUENTE: Tomada de la Norma NEC 11 capítulo 16 continuación

Señala que para las Universidades tendrán una dotación de 40 a 60 litros/estudiante/día, se elige un promedio de 50 L/estudiante/día. Las 609 personas que estarán en el edificio se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Cantidad de personas y dotaciones.

Ocupantes	Población		Dotación	Consumo
	Nº personas	Habitantes	L/hab/día	l/día
P. Adm.	38	38	50	1900
P. Doc.	56	56	50	2800
Estudiantes	515	515	50	25750
Población de diseño		609		30450

De esta manera se obtiene el caudal que necesita la edificación para su correcto uso.

Volumen total diario requerido por el edificio= 30.45 m3.

Se determina el diámetro de la tubería de la acometida:

Como indica la (NEC, 2011, p. 16) la velocidad del fluido desde la red pública hacia el tanque de almacenamiento no debe ser menor a 1.5 m/s además indica que para llenar el tanque de almacenamiento el tiempo no debe exceder de 4 horas.

Dicho esto, se procede a calcular diámetro de la tubería:

Volumen de reserva = 30450 lt

Tiempo de llenado 4 horas = 14400 segundos

Se utilizó la formula

$$Q = \frac{\text{volumen de almacenamiento}}{\text{tiempo de llenado}}$$

$$Q = \frac{30450 \text{ lt}}{14400 \text{ seg}} = 2.11 \left(\frac{\text{lt}}{\text{seg}} \right) = 0.002114 \text{ m}^3$$

Se elige una tubería de diámetro comercial= 1 1/2", diámetro interno = 38.10 mm. Se procede a calcular el área:

$$\text{Area} = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$\text{Area} = \frac{\pi * (0.0381)^2}{4} = 0.00114 \text{ m}^2$$

De la formula

Q = velocidad x area , se procede a despejar la velocidad

$$V = \frac{\text{CAUDAL}}{\text{ÁREA}}$$

$$V = \frac{0.002114 \text{ m}^3/\text{s}}{0.00114 \text{ m}^2} = 1.85 \text{ m/s}$$

Entonces 1.5 < 1.85 ok

Se dimensiona el tanque de almacenamiento:

Según la norma se debe dotar de agua a el edificio por lo menos por 24 horas

Para determinar las dimensiones se asume una altura de 2.5 metros.

Uno de sus lados se obtiene de la siguiente manera:

$$Lado = \sqrt{\frac{\text{caudal}(m^3)}{2 * altura}}$$

$$Lado1 = \sqrt{\frac{30.45 m^3}{2 * 250m^2}} = 2.46 \approx 2.5 m$$

$$Lado2 = 2x2.5 = 4.90 \approx 5 m$$

El tanque de almacenamiento queda de las siguientes características:

Tabla 4. Tanque de almacenamiento

Dimensiones	calculado	requerida
altura	2.50 m	3.0 m
Ancho	2.50	2.7 m
Largo	5.0 m	5.1 m

Se determina los diámetros de tubería de succión:

Se calcula el caudal de bombeo, para ello la (Norma Hidrosanitaria NHE Agua,11) nos indica en la tabla 16.5 los ciclos por hora de encendido y apagado del grupo motor-bomba.

Tabla 5. Ciclos por hora de encendido y apagado del grupo motor-bomba.

Potencia (HP)	Máximo numero ciclos/hora	de de	Tiempo mínimo (minutos)
Hasta 10.0	20		3
De 10.0 a 20.0	15		4
De 20.0 a 30.0	12		5
De 30.0 a 50.0	10		6
Desde 50.0	6		10

FUENTE: TOMADA DE NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA.

De la cual se consideró un tiempo de bombeo de 6 minutos en ciclos de encendido y apagado de 15 veces al día teniendo como resultado un tiempo de funcionamiento de la bomba de 90 minutos diarios

Se determina el caudal de bombeo:

$$Q_{\text{bombeo}} = \frac{\text{volumen total en 24 horas}}{\text{tiempo de funcionamiento de la bomba en 1 día}}$$

$$Q_{\text{bombeo}} = \frac{30450 \text{ l/día}}{90 \times 60 \text{ seg}} = 5.638 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 0.005638 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se asume una velocidad de 3 m/s para mediante despeje de formula determinar el diámetro de la tubería de succión, los resultados se lo muestran en la tabla:

Tabla 6. Caudal de bombeo

Tuberías	Diámetro	Perdidas por accesorios	Perdidas por longitud	ADT	Carga de bombeo
Succión	49.24 mm	1.42	0.482	3.57	
impulsión	49.24 mm	1.854	3.071	40.40	
total		3.27	3.55		43.97
Subtotal			6.830		metros

Para determinar la potencia de la bomba se hace usó de la formula:

$$P(\text{hp}) = \frac{\text{Caudal de bombeo} \times \text{altura succion} + \text{altura impulsión}}{75 \times \text{eficiencia de la bomba}}$$

$$P(\text{hp}) = \frac{(50.1 \times 3.57) + 40.40}{75 \times 0.65} = 4.497 \approx 5 \text{ hp}$$

Se calcula el volumen del tanque presurizador:

Como se señala en la (NEC, 2011, p. 23) la ubicación de este equipo recomendablemente debe ser en la planta baja de toda edificación, en el caso de existir sótano se debe priorizar ubicarlo allí, el área en la que se instale el equipo debe ser independiente y debe tener la capacidad de aislar el ruido que emite la bomba y debe ser de fácil acceso para ejecutar reparaciones y mantenimientos.

La presión de encendido y apagado del grupo motor-bomba la controla un sensor conocido como presostato que es quien mantiene la fluctuación de presión (en metros columna de agua/mca) entre estos dos valores. En la tabla se detalla los valores de encendido y apagado.

Tabla 7 Presiones de encendido y apagado del grupo motor-bomba según NHE Agua

	Según NHE Agua	Presiones (m.c.a.)
Encendido de bomba	15 m sobre el nivel del techo del último departamento	29
Apagado de bomba	20 m sobre la presión de encendido	49

$$W_{thn} = \frac{19 R_{aire} Q_b (P_{OFF} + 10.33)}{N_{bombas} N_{ciclos} (P_{OFF} - P_{ON})}$$

Así mismo la norma nos facilita una fórmula para poder calcular el volumen del tanque presurizador con la siguiente formula:

$$W_{thn} = \frac{19 R_{aire} Q_b (P_{OFF} + 10.33)}{N_{bombas} N_{ciclos} (P_{OFF} - P_{ON})}$$

Donde:

W_{thn} = Volumen del tanque hidroneumático, en litros.

Q_b = caudal de bombeo medio, en litros por minuto.

N bombas= número de bombas en funcionamiento a excepción de la de reserva.

N ciclos= número de ciclos por hora.

P_{on}= Presión de encendido.

P_{OFF}= Presión de apagado.

R_{aire}= 1.0 para hidroneumático de membrana con revisión periódica de la masa de aire.

Datos:

$$Q_b = 100.2 \text{ l/min}$$

Reemplazando tenemos:

$$W_{thn} = \frac{19 \times 1 \times 100.2 \times 59.33}{1 \times 15 \times 20} = 376.50 \text{ litros}$$

Se elige un volumen comercial de 99.46 galones \approx 100 galones.

3.6.2. Cálculo de la Red Interna de Agua Potable:

Para poder ejecutar los respectivos cálculos se debe establecer las demandas de los aparatos sanitarios, considerando que si se diseña para un edificio de uso público el caudal instantáneo de cada aparato deberá afectarse por 1.67.

Tabla 8. Caudales, presiones y diámetros para aparatos sanitarios según Norma NHE Agua.

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión mínima (m.c.a.)
Bañera/ tina	0.30	3.0
Bidet	0.10	3.0
Calentadores/ calderas	0.30	10.0
Fuentes para beber	0.20	3.0
Grifo para manguera	0.20	2.0
Inodoro con depósito	0.10	2.0
Inodoro con fluxor	1.25	3.0
Lavabo	0.10	3.0
Máquina de lavar ropa	0.20	10.0
Maquina lava vajilla	0.20	2.0
Urinario con fluxor	0.50	10.0
Urinario con llave	0.15	3.0
Sauna, turco o hidromasaje domésticos	1.00	10.0

FUENTE: TOMADA DE NORMA NHE AGUA.

Para el correcto funcionamiento de los aparatos sanitarios es necesario dimensionar la red interior tal que; en condiciones normales de funcionamiento, la red pueda proveer los caudales mínimos y a las presiones dadas en la norma, Además las áreas donde se dotasen de agua deberán contener por lo menos una llave de corte para facilitar mantenimientos y reparaciones.

Con respecto a las presiones en la red, es recomendable que la presión en cualquier punto de la red no deberá ser mayor que 50 mca (72.12 PSI), por otro lado, se exige que las tuberías utilizadas en la red puedan resistir una presión de 150 mca, para garantizar la resistencia a la presión de servicio y también el fenómeno conocido como golpe de ariete.

Para el cálculo del caudal máximo probable (QMP) se establece en la norma una ecuación para determinar este valor:

$$Q Mp = Ks \times \Sigma qi$$

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F \times (0.04 + 0.04 \times \log(\log(n)))$$

Donde:

n= número total de aparatos servidos

Ks= coeficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.0

qi= caudal mínimo de los aparatos suministrado (tabla 16-1)

F= 4, para edificios académicos, cuarteles y semejantes.

3.6.3. Cálculo de pérdidas de carga:

La norma nos da la fórmula para determinar esta pérdida de carga por longitud expresada en términos de mca.

$$hf = mx Lx \left(\frac{V^{1.75}}{D^{1.25}} \right)$$

Donde:

m= constante del material del tubo, en este caso se trabajará con tubería PVC que es plástica tomando un valor de m= 0.00054.

D= diámetro interno de la tubería, en metros.

L= longitud de tubería, en metros

V= velocidad, en metros / segundos.

3.6.4. Cálculo de la velocidad:

Se utilizo la formula:

$$Q = V * A$$

Donde:

Q= caudal máximo probable, en m³.

V= velocidad en la tubería, en metros / segundos.

A= área de la sección circular de la tubería, en metros cuadrados.

De la formula del caudal se realiza un despeje quedando la fórmula de la siguiente manera:

$$V = \frac{4xQ}{\pi x D^2} \text{ (m/s).}$$

Perdida por velocidad:

$$h_v = \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

V= la velocidad, en m/s

g= gravedad, 9.81 m/s²

3.6.5. Cálculo de longitudes equivalentes en accesorios:

En los proyectos de instalaciones sanitarias siempre se presentan perdidas en las tuberías, estas pérdidas de carga no se ven reflejado solamente en las tuberías por las fricciones del fluido con las paredes internas de la misma, sino que también estas pérdidas se dan en los accesorios que se utilizan por lo general en secciones de tuberías (codos, yé, té, llaves, etc.), la longitud equivalente representa una longitud lineal ficticia que genera pérdidas de presiones.

Para poder obtener estos valores la norma indica unos factores que van a depender del accesorio utilizado en los tramos de red, en la tabla 16.4 de la nec11 se establece los dichos valores:

Tabla 9 Factores para cálculo de longitudes equivalentes Norma NHE Agua.

Accesorio	Factor A	Factor B
Codo de 45o	0,38	0,02
Codo radio largo 90o	0,52	0,04
Entrada normal	0,46	-0,08
Reducción	0,15	0,01
Salida de tubería	0,77	0,04
Té paso directo	0,53	0,04
Té paso de lado y Té salida bilateral	1,56	0,37
Té con reducción	0,56	0,33
Válvula de compuerta abierta	0,17	0,03
Válvula de globo abierta	8,44	0,5
Válvula de pie con criba	6,38	0,4

FUENTE: TOMADA DE NORMA NHE AGUA.

La fórmula para calcular es la siguiente:

$$Le = \left(Ax \left(\frac{D}{2.54} \right) \pm B \right) x \left(\frac{120}{C} \right)^{1.8519}$$

Donde:

Le= longitud equivalente, en metros.

A, B= factores que dependen del tipo de accesorios, ver tabla 3.

D= diámetro interno de la tubería, en milímetros.

C= coeficiente de rugosidad de la tubería= 150 para plásticos.

3.6.6. Desarrollo del cálculo hidráulico de la red interna de agua potable:

Para empezar el desarrollo se determina el recorrido hacia el artefacto más lejano desde el punto de abastecimiento, a este recorrido se lo conoce como línea crítica, para la presión requerida en el artefacto más lejano se establecerá según indique la norma.

Los datos iniciales para el cálculo del tramo (DUCHA-J) se los presenta en la siguiente tabla:

SECCION DUCHA-J

Tabla 10 Accesorios en tramo Ducha-J

Accesorios en el tramo	Longitud vertical (m)	Longitud horizontal (m)	Presión asumida (mca)
Ducha	1.29	0.97	5
Llave de paso			
Codo de 90°			

Según la tabla 16-1, la dotación para la ducha =0.20 l/s recordando que para edificios de uso público el caudal instantáneo se debe incrementar 1.67 veces, entonces:

$$q = 0.20 \times 1.67 = 0.334 \text{ l/s}$$

Se determina el factor de simultaneidad: cuando la cantidad de salidas en igual a 1 el factor K adopta el valor de 1.

Cálculo del caudal máximo probable (QMP)

$$QMp = Ks \times \Sigma qi$$

$$QMp = 1 \times 0.334 = 0.334 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 0.000334 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Se calcula la velocidad del fluido en la tubería, se asume una tubería pvc de ½ pulgada de diámetro comercial, con un diámetro interno en milímetros de (13.88), en metros (0.01388).

Mediante la formula

$$V = \frac{4 \times 0.000334}{\pi \times (0.01388)^2} = 2.20 \text{ (m/s)}.$$

Se calcula las longitudes equivalentes de los accesorios.

$$\text{Le codo } 90^\circ = \left(0.52x\left(\frac{13.88}{2.54}\right) + 0.04\right) x \left(\frac{120}{150}\right)^{1.8519} = 0.214 \text{ m}$$

Como en esta sección existen dos codos de 90° la Le = 0.428 metros.

$$\text{Le llave de paso} = \left(0.17x\left(\frac{13.88}{2.54}\right) + 0.03\right) x \left(\frac{120}{150}\right)^{1.8519} = 0.0812 \text{ m}$$

Se suman todas las longitudes equivalentes más la longitud horizontal y verticales

$$\text{Longitud total} = 0.428 + 0.0812 + 0.94 + 1.29 = 2.74 \text{ metros.}$$

Se calcula las pérdidas de carga en la tubería con la siguiente formula:

$$hf = mx Lx \left(\frac{V^{1.75}}{D^{1.25}}\right)$$

$$hf = 0.00054x2.77 x \left(\frac{2.20^{1.75}}{0.01388^{1.25}}\right) = 1.446 \text{ mca.}$$

Se calcula la pérdida por velocidad con la siguiente formula:

$$h_v = \frac{V^2}{2g}$$
$$h_v = \frac{2.20^2}{2 \times 9.81} = 0.25 \text{ m}$$

La presión en el punto más crítico:

P_{ducha} = presión requerida + longitud vertical + pérdida por longitud + la pérdida por velocidad

$$P = 5 + 1.29 + 1.44 + 0.25 = 7.78 \text{ mca.}$$

De esta manera se calculan todas las secciones de la red, se aplican las mismas fórmulas para todos los tramos variando las longitudes, cantidad de accesorios y el tipo de aparato sanitario, los resultados de diámetros, velocidades y presiones se muestran en la siguiente tabla de resultados.

Tabla 11 Diámetros, velocidad y presión en los ramales.

Tramo	Diámetro	v (m/s)	Presión en el punto (mca)
DUCHA-J	13,88	2,207	7,780
J-I	18,85	1,809	9,320
I-H	18,85	1,719	9,630
H-G	18,85	1,765	9,950
G-F	18,85	1,884	10,310
F-E	18,85	1,933	10,690
E-D	24,3	1,219	10,840
D-C	24,3	1,274	10,970
C-B	24,3	1,416	12,18
I1-H1	13,88	1,104	5,150
H1-G1	18,85	1,206	5,320
G1-F1	18,85	1,289	5,509
F1-E1	18,85	1,412	5,960
E1-D1	18,85	1,536	5,993
D1-C1	18,85	1,657	6,210
C1-C2	18,85	1,933	8,210
a3-a4	13,88	1,104	5,568
a4-a5	18,85	1,206	6,133
a5-a6	18,85	1,059	6,773
a6-a7	18,85	1,229	7,410
a7-a8	18,85	1,381	7,996
a8-a9	18,85	1,412	10,073
a9-c2	18,85	1,463	10,950
C2-B	24,30	1,389	31,510

Según se menciona en la (NEC, 2011, pág. 6) la montante o columna de distribución es la tubería vertical que tiene la función de alimentar los ramales desde el depósito aportando con los caudales demandado por la red, recomienda que los diámetros sean calculados y a la vez establece diámetros mínimos que se encuentra entre los 25 – 50 mm. Dicho esto se presenta los resultados de los cálculos de los diámetros del montante en la siguiente tabla:

Tabla 12 Diámetros, velocidades y presiones en el montante.

Tramo	Diámetro	v (m/s)	Presión en el punto
B-B1	24,30	1,960	35,776 mca
B1-B2	38,10	1,163	39,180 mca
B2-B3	38,10	1,466	40,400 mca

Figura 3. Vista isométrica de la red interna de agua potable.

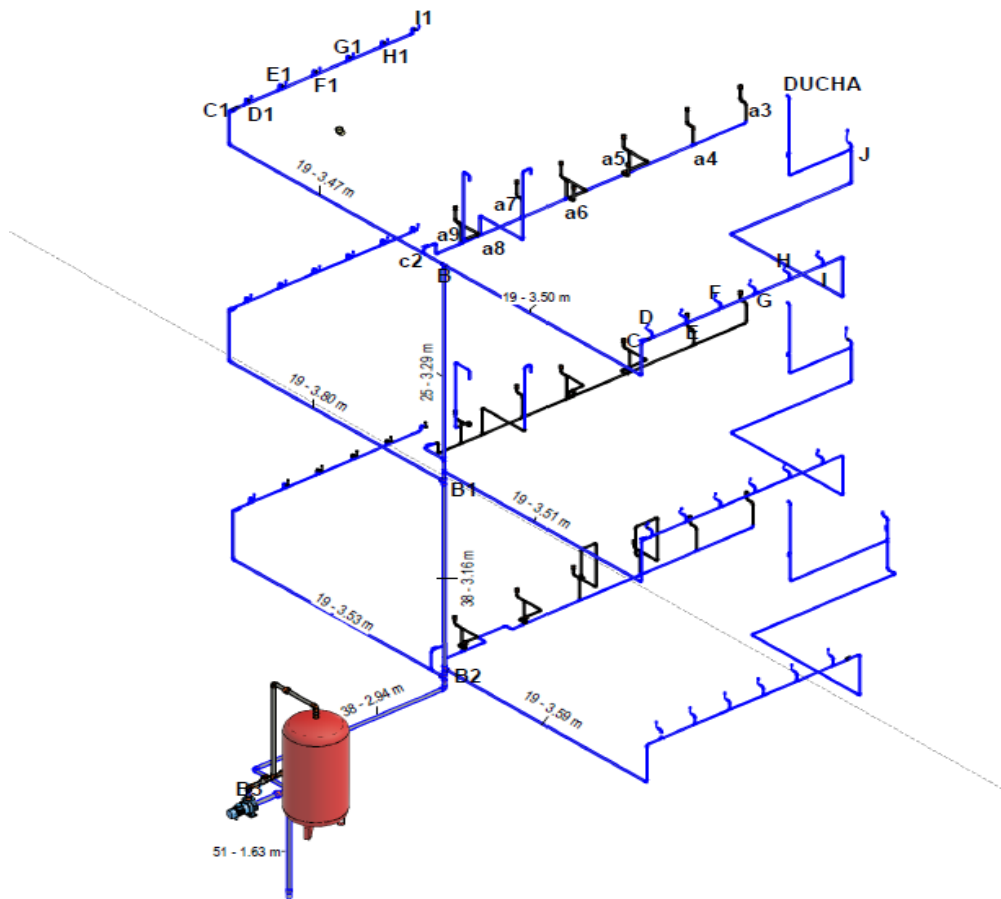
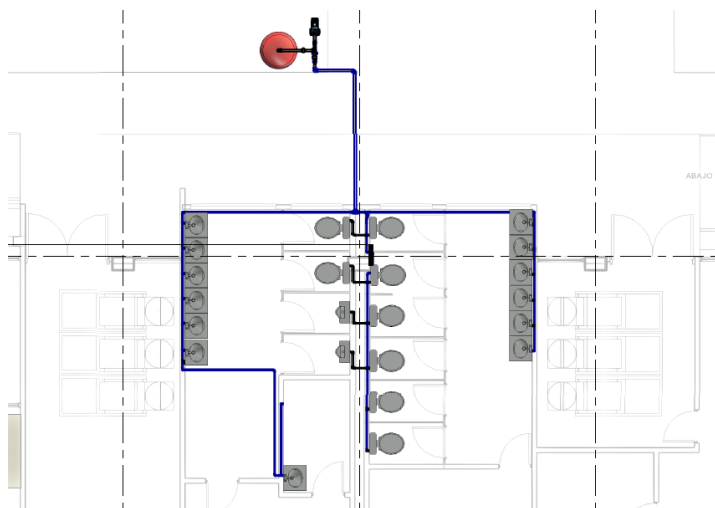


Figura 4. Vista isométrica de la red interna de agua potable.



3.7. Diseño de la red de aguas negras y grises

Se conoce como sistema de red de aguas negras en un edificio a la unión de tuberías y accesorios que permiten la correcta evacuación de las aguas descargada por cada aparato sanitario hacia el sistema de alcantarillado de la red pública (NEC, 2011)

3.7.1. Determinación de los caudales

para determinar los caudales se trabajó con el método de Hunter, para su desarrollo es necesario saber la cantidad de aparatos sanitarios que van a descargar en las tuberías, se trabajó con el criterio de simultaneidad y con las relaciones hidráulicas.

Se recalca que el agua que circulará por este sistema será netamente aguas que han sido descargadas de los inodoros ya que para los lavamanos se realizó un sistema independiente pero que se utilizará el mismo método de cálculo.

Para el diseño se debe en cumplir con algunos criterios que se detallan a continuación:

1. La conexión entre el aparato sanitario y la red de desagües debe estar dotada por un sifón con la finalidad de garantizar un sello hidráulico y evitar que malos olores se presenten en el área.
2. Se recomienda que los trazados de la red sean los más cortos posibles, en este caso el trazado será de acuerdo con las características de la edificación procurando cumplir con las pendientes mínimas para el diseño
3. En ningún momento se debe utilizar codos o té donde el ángulo para cambios de direcciones sea mayor a 45° , es decir que para un cambio de dirección en lugar de colocar un codo de 90° es preferible colocar dos de 45° para evitar obstrucciones en la red.
4. El material que se recomienda usar es la tubería de PVC ya que por sus características de resistencia al ambiente la hace la preferida por los constructores.

5. Con respecto a la velocidad esta debe ser mayor que 0.45 m/s y menor a 5 m/s
6. Con respecto a la pendiente, se debe cumplir con la pendiente mínima de 1%
7. La tubería debe trabajar al 50% de su profundidad y en casos especiales hasta un 75%.

Como indica Rodriguez H. ,(2005, p. 88) el caudal maximo probable es el caudal efectivo de una seccion de la red, considerando que los aparatos sanitarios no funcionaran simultaneamente, se calcula mediante la multiplicacion del caudal maximo probable por el factor de simultaneidad. Siendo este valor el que se usa para el dimensionamiento del sistema.

Tabla 13 Unidades de abastecimiento o de consumo de acuerdo con la norma Icontec 1500

Aparato sanitario	Ocupación	Tipo de control de suministro	Unidad de descarga
Inodoro	Público	Fluxómetro	10
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5
Orinal	Público	Fluxómetro Ø=2,5 cm	10
Orinal	Público	Fluxómetro Ø=2 cm	5
Orinal	Público	Tanque de limpieza	3
Orinal	Público	Llave	2
Lavamanos	Público	Llave	4
Ducha	Público	Válvula mezcladora	4
	Hotel		
Fregadero de servicio	Restaurante	Llave	3
Fregadero de cocina	Privado	Llave	4
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3
Lavamanos	Privado	Llave	1
Bidet	Privado	Llave	1
Tina	Privado	Llave	2
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2
Cuarto de baño	Privado	Un fluxómetro por cuarto	8
Cuarto de baño	Privado	Un tanque de limpieza	
Cuarto de baño	Privado	por cuarto	6
Ducha separada	Privado	Válvula mezcladora	2
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2
Lavadero	Privado	Llave	3
Lavadora	Privado	Llave	3
Combinación de accesorios	Privado	Llave	3

FUENTE: Tomado del libro diseños hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones.

Como el edificio es de tres niveles el cálculo se lo hará desde el ultimo nivel hasta la parte de abajo, considerando el ramal número 1 que tiene las siguientes características:

SECCION DE RAMAL 1 HACIA BAJANTE 1

Tabla 14 Numero de aparatos sanitarios, salidas y unidades de gasto

RAMAL 1		Número de Unidades de consumo	
Aparatos sanitarios	salidas	UC	UC Real
Inodoro	8	5	40
Orinal	2	2	4
Totales			44

Se calcula el factor de simultaneidad con la fórmula que establece la norma francesa:

$$k = \frac{1}{(S - 1)^{1/2}}$$

Donde:

S= el número de salidas.

Aplicando la formula:

$$k = \frac{1}{(10-1)^{1/2}} = 0.333.$$

Ahora se calcula el caudal con la fórmula que establece (Rodriguez, 2005, p. 94), para edificaciones donde los aparatos sanitarios sean comunes (Sin presencia de Fluxores) y las unidades de consumo estén en el intervalo de $3 < UC < 240$ entonces se calcula:

$$Q = (0.1163(UC)^{0.6875}) \times K$$

$$Q = (0.1163(44)^{0.6875}) \times 0.33 = 0.517 \text{ LPS.}$$

Para calcular la velocidad se utiliza la ecuación de MANNING que es para calcular a tubo lleno, asumiendo un diámetro de tubería de 4 pulgadas, pendiente del 2% y un n de Manning = 0.01 se calcula:

$$V_0 = \frac{1}{n} \left(\frac{D}{4} \right)^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

n= coeficiente de Manning.

D= diámetro de tubería, en metros.

S= pendiente de la tubería.

$$V_0 = \frac{1}{0.01} \left(\frac{0.1016}{4} \right)^{2/3} 0.02^{1/2} = 1.22 \text{ m/seg}$$

Se calcula el área:

$$A_0 = \left(\frac{\pi * D^2}{4} \right)$$

$$A_0 = \left(\frac{\pi * 0.1016^2}{4} \right) = 0.008 \text{ m}^2$$

Se calcula el caudal que podrá soportar nuestra tubería

$$Q_0 = A_0 \times V_0$$

$$Q_0 = 0.008 \times 1.22 = 9.90 \text{ L/S}$$

Con este valor nos vamos a la tabla de relaciones hidráulicas en tuberías y se extrae los siguientes valores:

Tabla 15 Relaciones hidráulicas en tuberías

Q/Q0	Y/Ø	V/V0	D/ Ø	A/A0
.010	.061	.272	.041	.025
.020	.099	.327	.067	.051
.030	.126	.366	.086	.073
.040	.148	.398	.102	.092
.050	.168	.426	.116	.110
.060	.185	.450	.128	.127
.070	.200	.473	.140	.143
.080	.215	.495	.151	.157
.090	.228	.515	.161	.172
.100	.241	.534	.170	.185
.0110	.253	.553	.179	.199
.0120	.264	.564	.180	.211
.0130	.275	.575	.197	.224
.0140	.286	.586	.205	.236
.0150	.296	.596	.213	.248

FUENTE: tomado del libro de Rafael Pérez Carmona.

Tomado del libro de diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas de Rafael Pérez Carmona pg. 182

Tabla 16 Datos obtenidos de la tabla de relaciones hidráulicas en tuberías

Q/Q0	Y/Φ	V/V0	D/Φ
0,053	0,148	0,398	0,102

FUENTE: Elaborado por Enrique David Flores M.

Para calcular la altura real de la lámina “Y” se procede a multiplicar:

$Y/\Phi = 0.148$ recordar que este valor debe ser mayor que 0.75 es una manera de comprobar que el diseño va correctamente

Φ de la tubería x Y/Φ , si reemplazamos se obtiene: $0.1016 \times 0.148 = 0.015$ m

Así mismo para determinar la velocidad real se multiplica

$V_0 \times V/V_0 = 1.22 \times 0.398 = 0.486$ es mayor a la velocidad mínima

Para comprobar si la velocidad es la adecuada recordamos que la velocidad mínima es 0.45 m/s esta es menor que 0.486 m/s correcto.

El caudal = $Q \times Q/Q_0 = 0.523 / 9.907 = 0.0527$

$\Phi \times Dh/\Phi = 0.1016 \times 0.102 = 0.01 = Dh$

Para verificar el flujo en condiciones uniformes debemos calcular:

$F = \gamma \times R \times S$; se comprueba que F sea mayor que 0.15

Donde:

γ = es el peso específico del agua.

R = es el radio hidráulico.

S = es la pendiente.

El radio hidráulico se lo obtiene mediante la formula:

$$R = \left(1 - \frac{\text{sene}}{\theta}\right) \left(\frac{D}{4}\right)$$

Donde θ es igual a:

$$\theta = 2\cos^{-1}\left(1 - \frac{2Y}{D}\right)$$

El número de Froude=

$$FR = \frac{V}{\sqrt{gDH}}$$

Donde:

V= la velocidad.

g= gravedad.

Dh= profundidad hidráulica.

Este número de froude debe ser menor que 0.9 o mayor que 1.1, esto determina unas características importantes sobre el comportamiento del flujo

Cuando:

$F < 0.9$ el flujo se lo denomina subcrítico

$F = 1$ flujo crítico

$F > 1.1$ flujo supercrítico

Aplicados los procedimientos y reemplazando las fórmulas se obtienen los resultados que se presentan en la siguiente tabla, se recalca que para calcular los ramales tanto de agua negras como agua gris son los mismos, los datos que varían en los dos casos son la cantidad de aparatos que van a descargar y el número de salidas

Tabla 17 Resultados de los cálculos de ramales de red de aguas negras.

Ramales	unidades de descarga HC	Numero de salidas	Caudal que pasa por la tubería (L.p.s)	Diámetro de tubería (in)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Tipo de flujo
1	44	10	0,523	4	2,0	0,486	Super critico
2	44	10	0,523	4	2,0	0,486	Super critico
3	44	10	0,523	4	2,0	0,486	Super critico

Volumen de tanque de almacenamiento de aguas grises.

$$V = 1.97 \times 1.70 \times 3.30 = 11.05 \text{ m}^3 > 10.96 \text{ m}^3.$$

Tabla 18 Resultados de cálculos de ramales de agua gris.

Ramales	unidades de descarga HC	Numero de salidas	Caudal que pasa por la tubería (L.p.s)	Diámetro de tubería (in)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Tipo de flujo
1	28	14	0,319	2	2,5	0,538	Super critico
2	28	14	0,319	2	2,5	0,538	Super critico
3	12	6	0,287	2	2,5	0,521	Super critico
4	14	7	0,296	2	2,5	0,521	Super critico

Tabla 19 Resultados de tubería bajante y ventilación de la red de aguas negras

BAJANTE	LONGITUD	DESCARGA COLECTOR	unidad HM	[QDT]	ϕ	Vt	Lt	Lt (10 ϕ)	ϕ VENT
[-]	(m)	[-]	[-]	[Lps]	(in)	(m/seg)	(m)	(m)	(in)
1	3,04	1	44	0,523	4	1,22	0,25	1,02	2
1	2,81	1	88	1,046	4	1,61	0,44	1,02	2

Tabla 20 Resultados de tubería bajante y ventilación de la red de aguas grises.

BAJANTE	Longitud	Descarga a colector	Unidad HC	[QDT]	ϕ	Vt	Lt	Lt (10 ϕ)	ϕ VENT
	(m)			[Lps]	(in)	(m/seg)	(m)	(m)	(in)
1	2.72	1	28	0,319	3	1,13	0,22	0.76	2
1	3.33	1	56	0,638	3	1,49	0,38	0.76	2

Figura 5. Vista isométrica de la red de aguas negras.

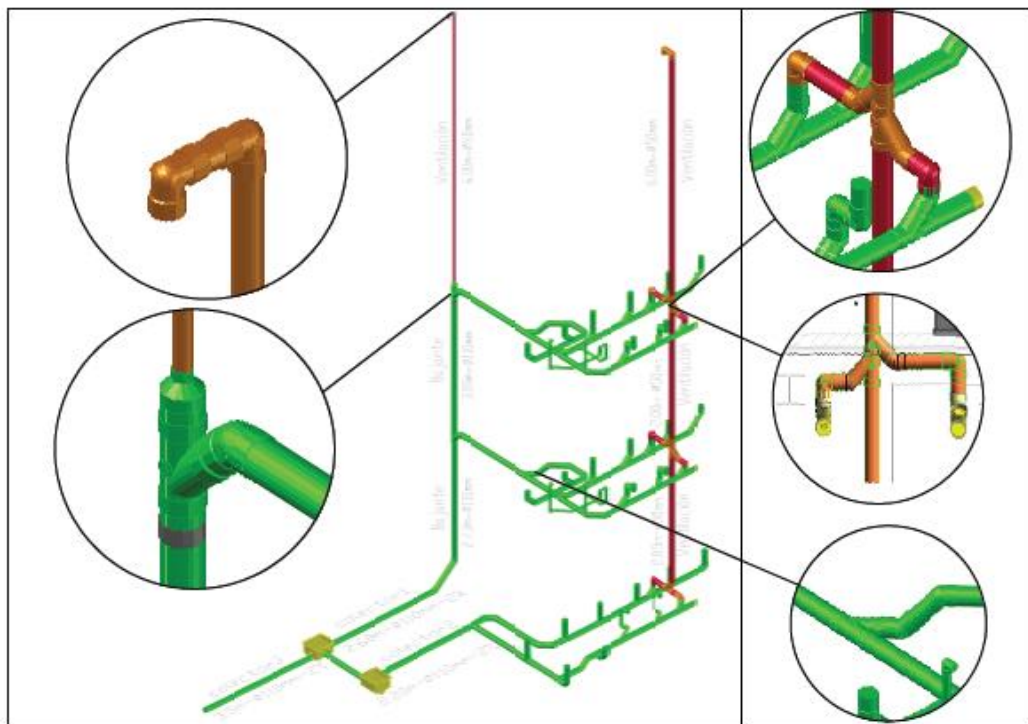


Figura 6. Vista en planta red aguas negras

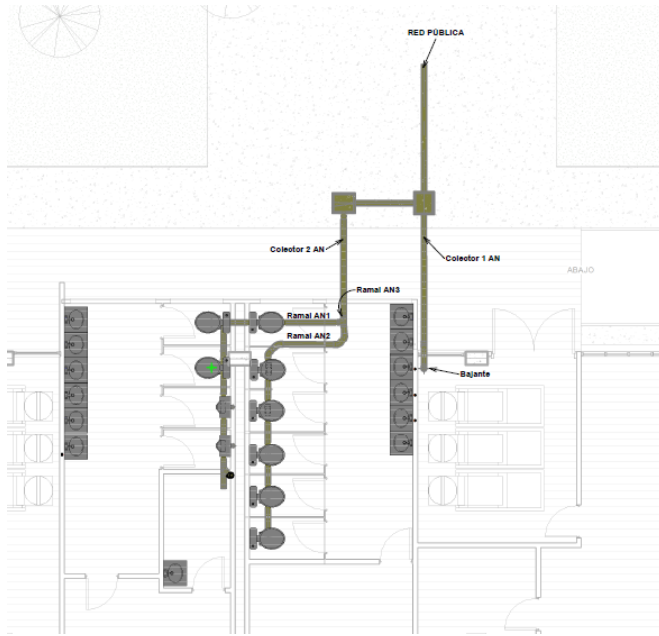


Figura 7. Vista isométrica de la red de aguas grises.

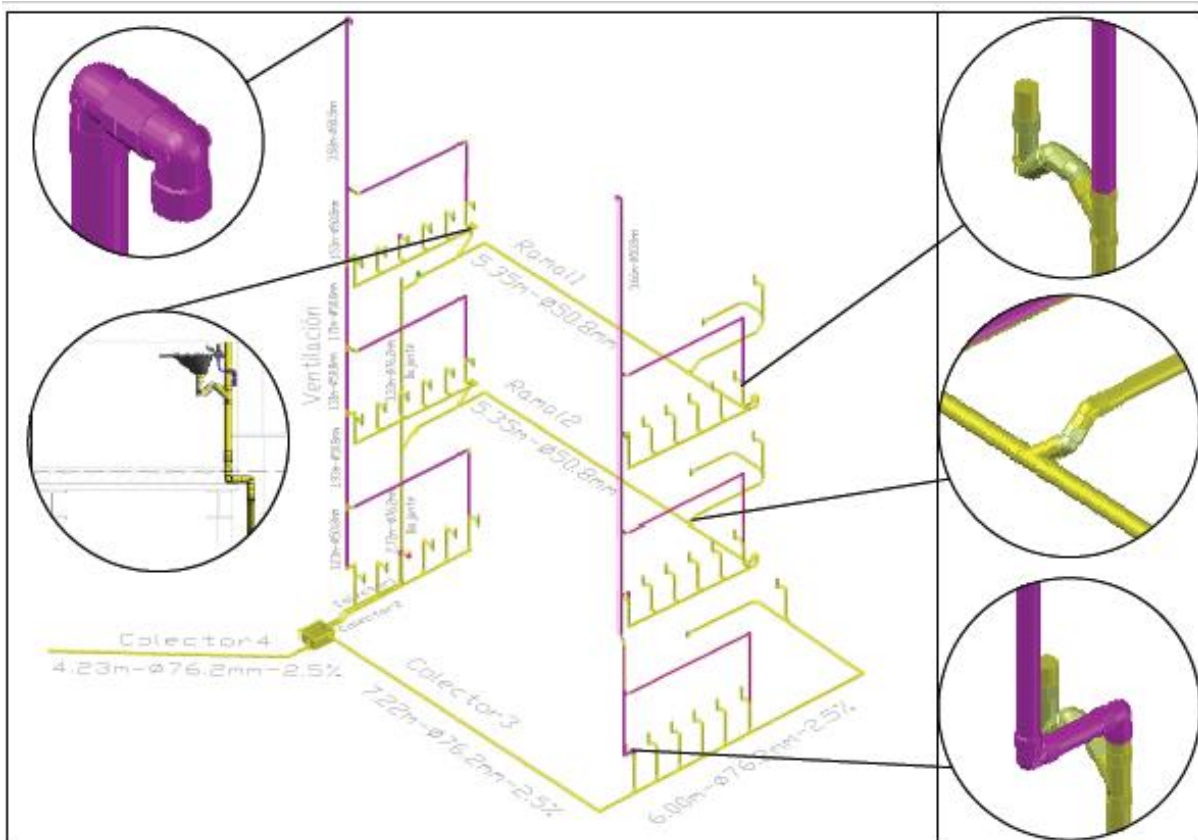
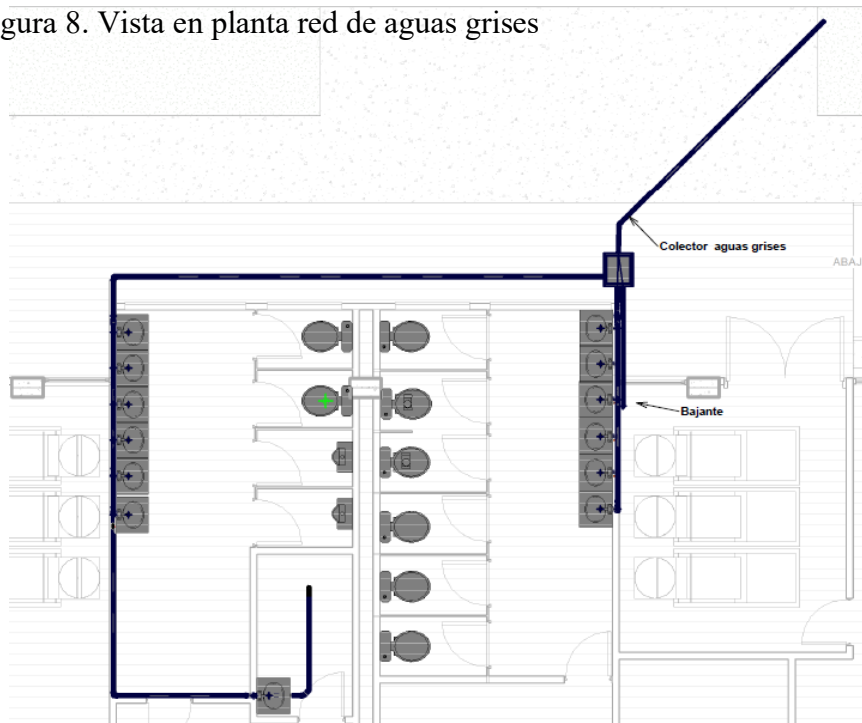


Figura 8. Vista en planta red de aguas grises



3.8. Cálculo de Aguas lluvias

Determinación del área de la cubierta del edificio; se dividió el área total en (area1) y (área 2), con la finalidad de conseguir dos bajantes de agua lluvia

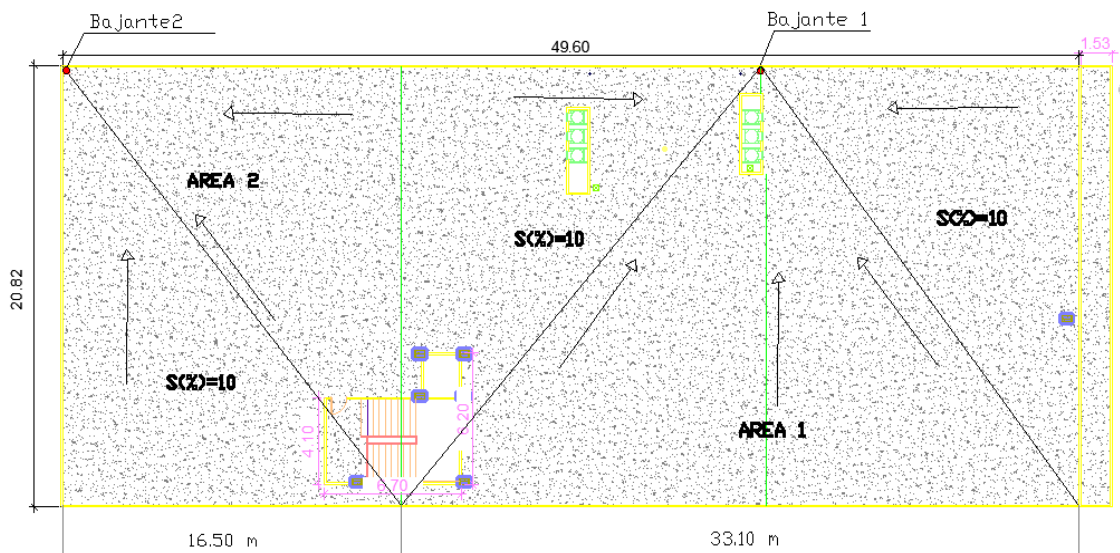
Tabla 21. Cálculo de aguas lluvias 1

Área 1:
Largo: 33.10 metros
Ancho: 20.82 metros
Área: $33.10 \times 20.62 = 682.52 \text{ m}^2$
Área: $682.52 / 10000 = 0.0682 \text{ ha (hectáreas)}$

Tabla 22. Cálculo de aguas lluvias 1

Área 2:
Largo: 16.50 metros
Ancho: 20.82 metros
Área: $16.50 \times 20.62 = 340.23 \text{ m}^2$
Área: $340.23 / 10000 = 0.0340 \text{ ha (hectáreas)}$

Figura 9. Vista en planta área de recolección de aguas lluvias



Para el cálculo del caudal: se utiliza el método racional, según lo establece cpe_inen_5 parte 9-1 p 187, se utiliza “para la estimación del escurrimiento superficial en cuencas tributarias con superficie menor a 100 ha.”

$$Q = 0.00278 * C * I * A;$$

DONDE:

Q= CAUDAL (M3/S)

C= COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

I= INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/hr)

A= AREA (ha)

Tabla 23 Coeficiente de escorrentía: cpe_inen 5 parte 9-1 p 195, numeral 5.4.2.1

Tipo de zona	Valores de C
Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas.	0.7– 0.9
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas.	0.7
Zonas residenciales mediamente pobladas.	0.55-0.65
Zonas residenciales de baja densidad	0.35-0.55
Parques, campos de deporte	0.1-0.2

FUENTE: Tomada de la CPE INEN 5

A) **Intensidad de lluvia:** El instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2015) versión (2) 2019 señala que la intensidad de lluvia en la relación que existe entre el volumen de agua precipitado y el tiempo que tarda en precipitar en un área determinada, se calculará de acuerdo a las relaciones que existe entre la intensidad, duración y frecuencia, según lo establece el numeral 5.1.5.9 y 5.1.5.10 para su cálculo se tomará la formula del pluviómetro de JULCUY.

Figura 10. Estaciones Pluviométricas gráficas – Ecuador

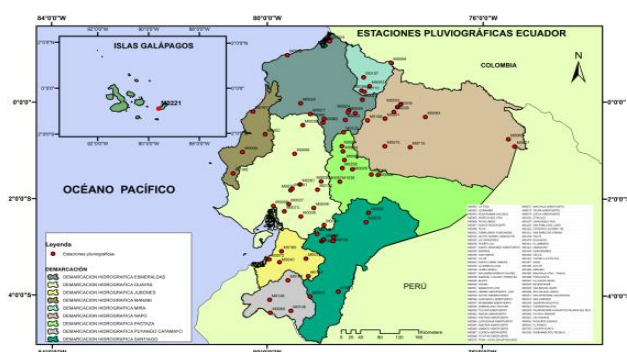


Imagen tomada del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2015)

Tabla 24. Intensidad de lluvia

ESTACION	INTERVALOS DE TIEMPOS EN MINUTOS	ECUACIONES
NOMBRE	{minutos}	$i=262,0571 * T^{0,2563} * t^{-0,660770}$
	5<120	$i=719,77 * T^{0,2563} * t^{-0,80795}$
GUALACEO	30<120	$i=163,3335 * T^{0,1753} * t^{-0,4333}$
	120<1440	$i=374,6061 * T^{0,1045} * t^{-0,6853}$
EL LABRADO	5<15	$i=1406,3476 * T^{0,1642} * t^{-0,9557}$
	15<60	$i=102,6808 * T^{0,2373} * t^{-0,5073}$
	60<1440	$i=146,5836 * T^{0,2062} * t^{-0,6077}$
SARAGURO	10<20	$i=363,4344 * T^{0,1650} * t^{-0,8037}$
	20<120	$i=207,4684 * T^{0,1007} * t^{-0,6885}$
	120<1440	$i=94,4424 * T^{0,1048} * t^{-0,7506}$
CARIAMANGA	5<30	$i=218,1112 * T^{0,2170} * t^{-0,6673}$
	30<120	$i=268,0683 * T^{0,2372} * t^{-0,7239}$
	120<1440	$i=191,3706 * T^{0,1305} * t^{-0,3987}$
CELICA	5<30	$i=336,8671 * T^{0,1041} * t^{-0,6166}$
	30<120	$i=1102,736 * T^{0,1706} * t^{-0,38587}$
	120<1440	$i=159,0504 * T^{0,2402} * t^{-0,4568}$
CHONE	5<30	$i=385,2038 * T^{0,1078} * t^{-0,6850}$
	30<120	$i=500,9410 * T^{0,2357} * t^{-0,7517}$
	120<1440	$i=105,1001 * T^{0,2006} * t^{-0,3123}$
JAMA	5<30	$i=261,8121 * T^{0,3179} * t^{-0,6055}$
	30<120	$i=705,4143 * T^{0,2736} * t^{-0,7085}$
	120<1440	$i=125,5845 * T^{0,3202} * t^{-0,4455}$
JULCUY	5<30	$i=164,1148 * T^{0,3055} * t^{-0,6011}$
	30<120	$i=542,1518 * T^{0,2804} * t^{-0,7341}$
	120<1440	$i=161,6041 * T^{0,3387} * t^{-0,4192}$

FUENTE: Tomada del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

Velocidad: la CPE INEN5 parte 9-2 indica que la velocidad debe fluctuar en 0.9 m/s en caudales máximos instantáneos en diferentes periodos del año,

Tabla 25 velocidades y coeficiente de rugosidad establecida en CPE INEN 5

MATERIAL	Velocidad a tubo lleno (m/s)	Coficiente de rugosidad
Tuberías de hormigón simple con uniones de mortero.	3.5	0.013
Comuniones mecánicas de hormigón armado.	4.0	0.013
De asbesto-cemento	6.0	0.013
De PVC		
Colectores	4.5	0.011
De hormigón	4.5	0.011

FUENTE: Tomada de la norma CPE INEN5.

Cálculos:

Coficiente de escorrentía: se adopta el 100%

Intensidad de lluvia: $i = 161.6041 * T^{0.2087} * t^{-0.4192}$

Periodo de retorno= 5 AÑOS

TIEMPO DE CONCENTRACION= 10 MINUTOS

Reemplazando tenemos que la intensidad es igual a 86.26 mm/h

Aplicando la ecuacion para determinar el caudal por el metodo racional tenemos:

$$Q = 2.78 * C * I * A = 2.78 * 1 * 86.26 * 0.103 = 23.98 \text{ l/S} * 3600\text{s} = 86328\text{lt} = 86.32\text{m}^3$$

El volmen que se necesita para almacenar =

$$V = h \times \sqrt{\frac{Q}{2h}} \times 2 \times \sqrt{\frac{Q}{2h}} = 3.5 \times 3.51 \times 7.05 = 86.60 \text{ m}^3 > 86.32 \text{ m}^3$$

h= 3.5 m

3.9. Consideraciones para el diseño de sistema de red eléctrica

Para el diseño de la red interna de instalaciones eléctricas se tomó como referencia a la normativa ecuatoriana (Código NEC-SB-IE, 2018) donde se

especifican técnicas y requisitos mínimos que se deben cumplir para ofrecer condiciones de seguridad a las personas, minimizando o erradicar los riesgos de son de origen eléctricos para el correcto diseño y ejecución en edificaciones residenciales.

Las instalaciones deben garantizar la protección tanto de las personas como la edificación contra los riesgos que se pueden generar por el uso de la electricidad, por ello se establece el cumplimiento de los parámetros de calidad y continuidad del servicio eléctrico.

3.9.1. Para el estudio de demanda

Según la norma (NEC-SB-IE, 2018, p. 6) se establecen los parámetros para los cálculos de diseño

1. para la iluminación: se tiene que para cada punto de iluminación se debe considerar una carga de 100 watts.
2. Para tomacorrientes: se considera para cada punto una carga de 200 watts.
3. Para cargas especiales: se denomina así a los puntos donde los equipos a instalar sobrepasan la potencia de 1500 watts, estos equipos por lo general son aire acondicionado, equipos hidroneumáticos, ascensores, calentador eléctrico de agua, ducha eléctrica entre otros.

La norma clasifica el tipo de vivienda dependiendo el área de construcción y ofrece una recomendación mínima de circuitos tanto para iluminación como para tomacorrientes.

Tabla 26 Tomada de la Norma NEC-SB-EI

Tipo de vivienda	Área de construcción (m ²)	Número Mínimo de Circuitos	
		Iluminación	Tomacorrientes
Pequeña	$A < 80$	1	1
Mediana	$80 < A < 200$	2	2
Mediana grande	$201 < A < 300$	3	3
Grande	$301 < A < 400$	4	4
Especial	$A > 400$	1 por cada 100 m ² o fracción de 100 m ²	1 por cada 100 m ² o fracción de 100 m ²

FUENTE: Tomada de la Norma NEC-SB-EI.

Los factores de demandas para iluminación y tomacorrientes para usos general en función al tipo de edificación se establecen en la tabla:

Tabla 27 Factores de demandas

TIPO DE VIVIENDA	FD ILUMINACION	FD TOMACORRIENTES
Pequeña- mediana	0,7	0,5
Mediana grande-grande especial	0,55	0,4
	0,53	0,3

FUENTE: Tomada de la norma NEC-SB-IE.

Para las cargas especiales los factores de demanda se detallan en la siguiente tabla. Factores de demanda para cargas especiales (ce)

Tabla 28. Cargas Especiales

Para 1 carga	Para 2 o más cargas CE<10kW	Para 2 o más cargas 10KW<CE<20KW	Para 2 o más cargas CE<20KW
1	0.80	0.75	0.65

FUENTE: Tomada de la norma NEC-SB-IE.

Con respecto a los circuitos:

La red eléctrica interna debe de contar con circuitos individuales tanto para tomacorrientes como iluminación y las cargas especiales deben de contener las siguientes características:

- Las líneas conductoras de corriente se deben dimensionar para que soporten una corriente no menor al 125% de la corriente de carga máxima.
- Cada circuito debe de estar dotado de la línea neutro o conectado a tierra
- Cada circuito debe estar dotado por su propia pastilla de protección. Cada circuito es netamente funcional para el área de diseño independientemente de cuantos niveles tenga el edificio esta trabajara de forma individual.

Los circuitos de iluminación se diseñan para soportar una carga máxima de 15 Amperios y esta no debe exceder de 15 puntos de iluminación, con respecto a

los conductores estos deben estar revestidos con tipo THHN con una sección circular de 2.5 mm² (14 AWG).

Los circuitos de tomacorriente se diseñan para soportar una capacidad máxima de 20 Amperios y esta no debe exceder de 10 salidas. Cada punto debe contener tres líneas, Fase, neutro y tierra. El calibre de las líneas conductoras de corriente debe ser iguales para neutro, fase y tierra, debes estar revestidos de tipo THHN con una sección circular mínima de 4mm² (12AWG)

Para los circuitos especiales se diseñan de manera individual es decir que cada uno debe soportar la carga nominal unitaria de cada equipo eléctrico. Los calibres de los conductores deben estar revestidos de tipo THHN con una sección mínima de 5.26 mm² (10 AWG). Con respecto a los calibres de la línea de los circuitos se establecen parámetros en la tabla

Tabla 29. Capacidad de protección en función del calibre del conductor

Calibre del conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor (amperios)	15/16	20	30/32	40	50

3.9.2. Diseño de red eléctrica interna

El área de la edificación es de 1032 m² por lo que la norma la clasifica como especial por ser mayor a 400 m², se establece también que el factor para iluminación será de 0.53 y para tomacorrientes será de 0.3 dicho esto se procede a calcular la demanda que tendrá el edificio referente a los aparatos eléctricos que posiblemente se instalen en la red eléctrica se muestra en la siguiente tabla

Figura 11. Circuitos del edificio

Áreas Comunes

Circuitos								TOTAL	AMP	Fase	Fase	Fase	
	15 W.	15 W.	200 W.	200 W.	20 W.	750 W.	1300 W.	1300 W.	WATTS.	A	A	B	C
C-1	37								855	15			855
C-2	42	9							765	15			765
C-3	23	10							495	15			495
C-4			7						1400	20			1400
C-5			7						1400	20			1400
C-6			7						1400	20			1400
C-7			7						1400	20			1400
C-8			7						1400	20			1400
C-9			7						1400	20	1400		1400
C-10			7						1400	20			1400
C-11			7						1400	20			1400
C-12			7						1400	20			1400
C-13				3	8				760	20			760
C-14					2				1500	20			1500
C-15						1			1300	20			1300
C-16							1		1300	20			1300
Total									19575		6220	6555	6900

Aplicando la fórmula para calcular el consumo máximo del edificio afectando por su factor de demanda se obtiene lo siguientes resultados

Demanda de iluminacion # de circuitos x # puntos de iluminacion x potencia de cada foco

Donde: DI= demanda de iluminación.

Numero de circuitos= 3

Numero de salidas= 141

Potencia de focos= 15 watts

$$DI = 3 \times 141 \times 15 \times 0.53 = 3362.85$$

Se realiza el mismo procedimiento para la demanda de tomacorrientes y instalaciones especiales

$$DT = 9 \times 63 \times 200 \times 0.3 = 34020$$

$$DE = 4 \times 15 \times 1215 \times 0.8 = 58320$$

Estos valores son para la primera planta, el consumo para todo el edificio seria de 170.47 kwh, y 114.555,84 Kwh anuales.

Figura 12. Vista en planta de plano de iluminaria.

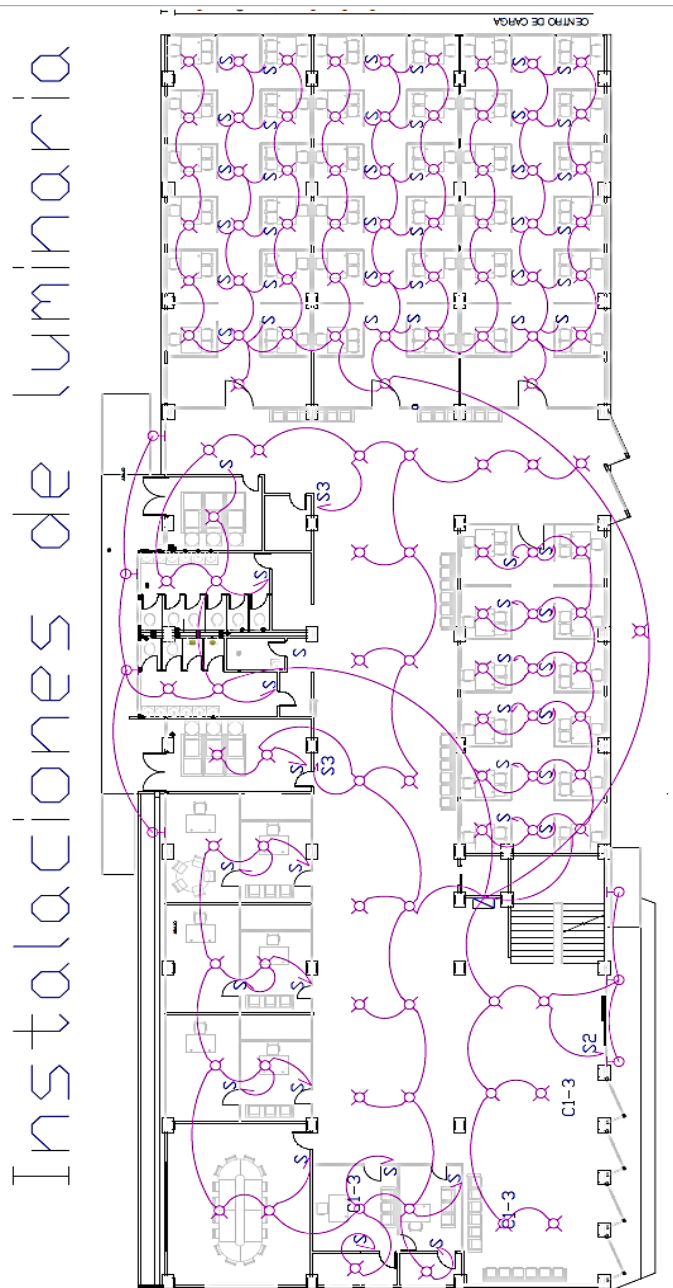
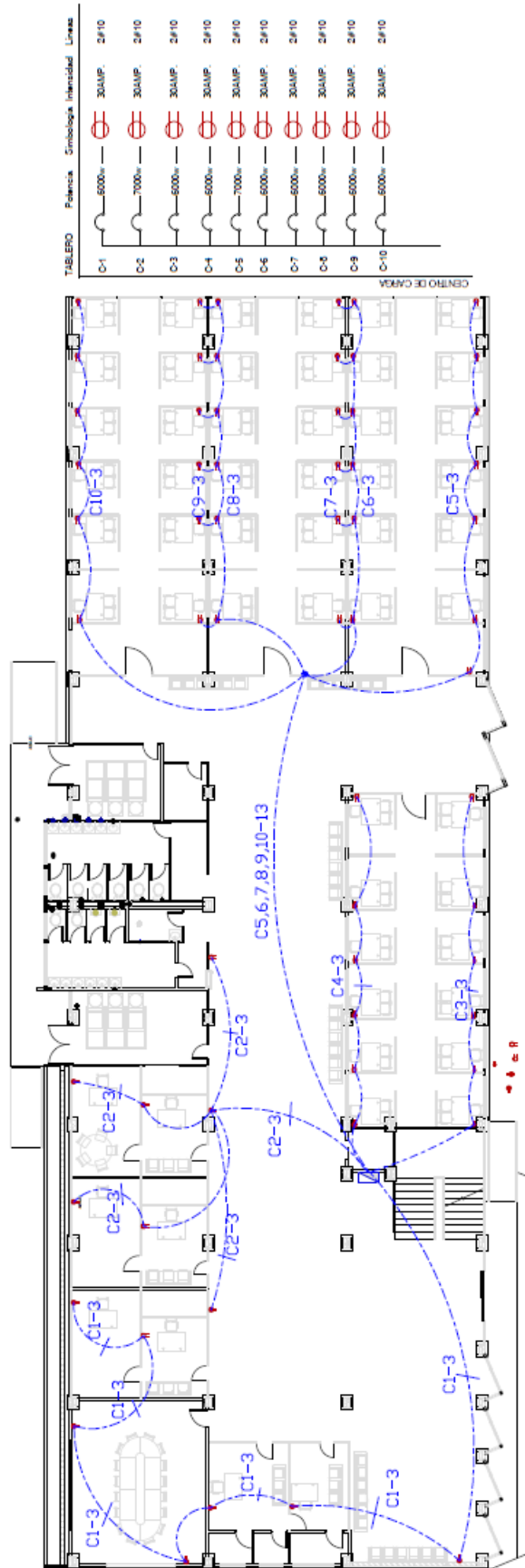


Figura 13. Vista en planta de plano de Tomacorrientes.

Instalaciones tomacorriente



3.10. Cálculo sistema de rociadores

En el proyecto se abastecerá a cuatro áreas las cuales mediante la ocupación y según la norma clasifican como riesgo leve. Para iniciar los cálculos se deben determinar parámetros como la ocupación, área, material que estarán permanentes en la edificación. Se señala que el edificio será dotado de un sistema de rociadores y gabinetes en las áreas en la que puedan formarse fuegos tipo A y B.

Por otro lado, en el área de cómputo se diseñará con un sistema independiente de supresión con agentes limpios, debido a la importancia y valor económico que representa un equipo electrónico.

Tabla 30. Sistema de Computo

	AREA 1	AREA 2	AREA 3	AREA 4
Ocupación				
Área compartimentada pie2	3281.676	953.251	1425.356	354.272
Material	CPVC FIRE			
COEFICIENTE C	150			
GABINETE	1			

Para la saber la presión requerida en el rociador más crítico la norma indica que la presión operativa mínima es de 7 psi (0.5 bar) en el inciso 27.2.4.11, para garantizar el buen desempeño del sistema se considerara 15 PSI para la presión en el rociador más desfavorable.

Para determinar el caudal en el rociador critico (o más desfavorable) se debe elegir el coeficiente k del rociador, la norma NFPA establece en la tabla 7.2.2.1 un valor para: k característico de 5.6 que representa al 100% de la demanda de la descarga, este valor se considera para ocupaciones de riesgo leve como lo indica la norma NFPA 13 (A.4.3.2).

Tabla 31. Factores K para los tipos de rociadores según NFPA13

Tabla 7.2.2.1 Identificación de las características de descarga de los rociadores

Factor K nominal [gpm/(psi) ^{1/2}]	Factor K nominal [L./min/(bar) ^{1/2}]	Rango del factor K [gpm/(psi) ^{1/2}]	Rango del factor K [L./min/(bar) ^{1/2}]	Porcentaje de descarga del factor K-5.6 nominal	Tipo de rosca
1.4	20	1.3-1.5	19-22	25	½ pulg. (15 mm) NPT
1.9	27	1.8-2.0	26-29	33.3	½ pulg. (15 mm) NPT
2.8	40	2.6-2.9	38-42	50	½ pulg. (15 mm) NPT
4.2	60	4.0-4.4	57-63	75	½ pulg. (15 mm) NPT
5.6	80	5.3-5.8	76-84	100	½ pulg. (15 mm) NPT
8.0	115	7.4-8.2	107-118	140	¾ pulg. (20 mm) NPT o ½ pulg. (15 mm) NPT
11.2	160	10.7-11.7	159-166	200	½ pulg. (15 mm) NPT o ¾ pulg. (20 mm) NPT
14.0	200	13.5-14.5	195-209	250	¾ pulg. (20 mm) NPT
16.8	240	16.0-17.6	231-254	300	¾ pulg. (20 mm) NPT
19.6	280	18.6-20.6	272-301	350	1 pulg. (25 mm) NPT
22.4	320	21.3-23.5	311-343	400	1 pulg. (25 mm) NPT
25.2	360	23.9-26.5	349-387	450	1 pulg. (25 mm) NPT
28.0	400	26.6-29.4	389-430	500	1 pulg. (25 mm) NPT

Nota: Se aplica el factor K nominal para rociadores del tipo seco para la selección de los rociadores. Ver 27.2.4.10.3 sobre el uso de factores K ajustados para rociadores del tipo seco a los fines de los cálculos hidráulicos.

FUENTE: Tomada de la Norma NFPA13.

La fórmula para calcular el caudal del rociador más desfavorable es:

$$Q_{r\ desf} = K\sqrt{P} \text{ (GPM)}$$

Donde

P= es la presión mínima que necesita el rociador

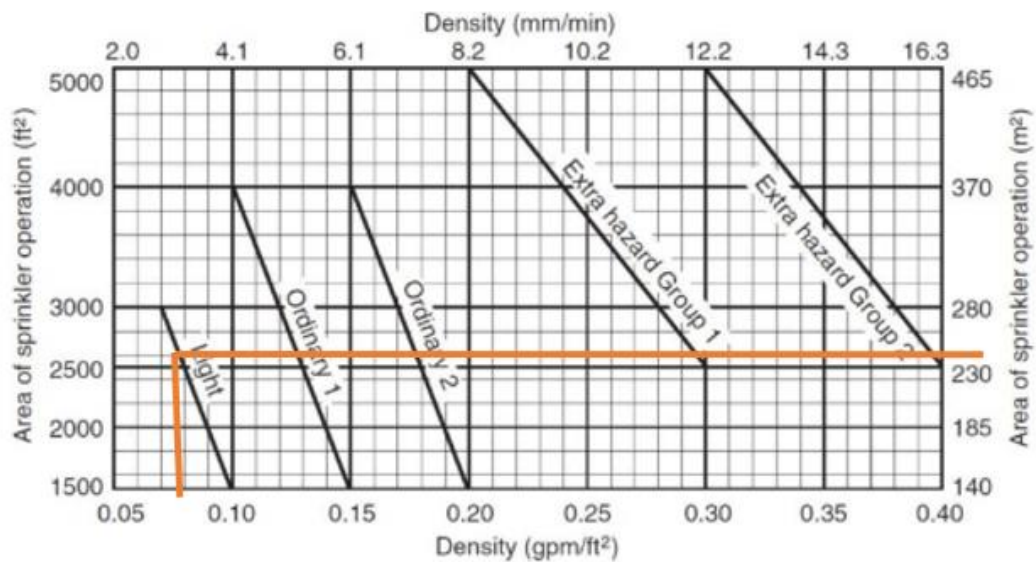
K= 5.6

$$Q_{r\ desf} = 5.6\sqrt{15} = 21.68 \text{ (GPM)}$$

Es necesario determinar el caudal que requerirá la red para garantizar un correcto desempeño ante un evento de flagelo la norma establece la siguiente tabla:

Se determina la demanda de agua para rociadores se puede determinar por cálculos hidráulicos o por el uso de la tabla (curvas de densidad/ área) de la tabla 19.3.3.1.1 de la NFPA 13

Figura 14. Gráfico de curvas de densidad/ área.



FUENTE: Tomada de la Norma NFPA13.

El caudal para la red = $q_{red} = 0.08 \text{ gpm/pie}^2$

Se multiplica por pie^2

$Q_{total} \text{ en la red} = 0.08 * 3281.676 = 262.534 \text{ GPM}$

Como al proyecto se le dotará de lo que se conoce como boca contra incendio (gabinete) por piso se debe proveer un incremento de caudal para abastecer el requerimiento de dicho equipo, según NFPA indica en la tabla 19.3.3.1.2. opciones que dependiendo del lugar donde estará ubicado el gabinete se le agregará un caudal adicional a la red, en nuestro caso estará ubicado fuera del área de los rociadores y considerando de que los rociadores y el gabinete trabajaran independientemente se le dotará de un caudal de 100 gpm establecido en la tabla 32.

Se determina el caudal total de la siguiente manera:

$Q_t = Q \text{ de rociadores} + Q \text{ de gabinete}$

Tabla 32. Requisitos de asignación para chorros de mangueras y duración de agua para sistemas calculados hidráulicamente de la norma NFPA13.

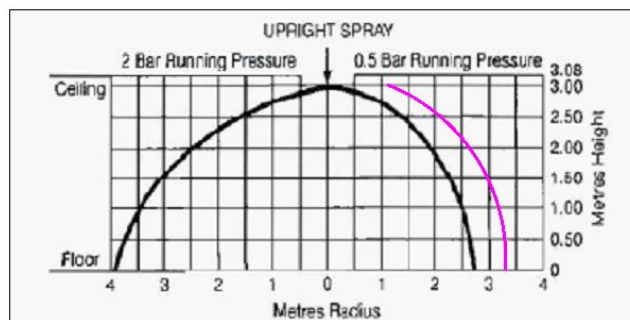
Ocupación	Manguera interior		Manguera interior y exterior combinadas		Duración (minutos)
	gpm	L/min	gpm	L/min	
Riesgo leve	50 o 100	0.19 o 380	100	380	30
Riesgo ordinario	50 o 100	0.19 o 380	250	950	60-90
Riesgo extra	50 o 100	0.19 o 380	500	1900	90-120

FUENTE: Tomada de la Norma NFPA13.

Según la tabla se dotará al gabinete un suministro de 100gpm y una duración de 30 minutos de abastecimiento. Para determinar el área de cobertura del rociador se determina el factor K

Sección de norma (9.5.2.1.2). esta área de cobertura de la protección del rociador (ar) debe ser establecida por la multiplicación de la dimensión s por la dimensión L

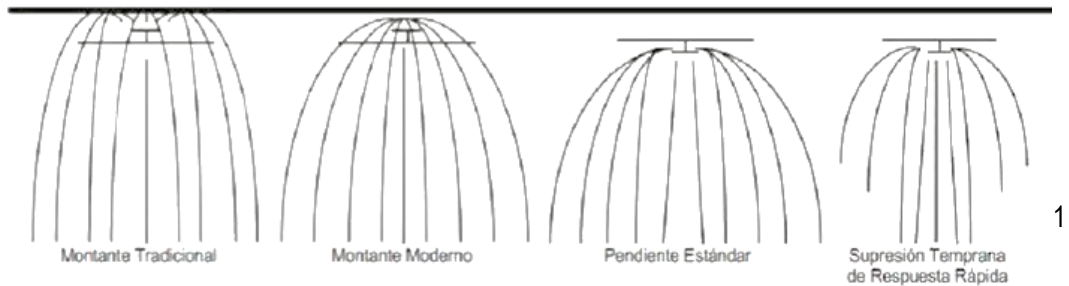
Figura 15. Radio de cobertura del rociador automático.



FUENTE: Tomada de ficha técnica de rociador K5.6.

Es necesario determina la cantidad de rociadores que se necesita para cada área considerando los espaciamientos que establece la normativa para evitar un deficiente desarrollo de los rociadores al producirse un evento de flagelo.

Figura 16. Cobertura de rociadores según la norma NFPA13.



FUENTE: Tomada de la Norma NFPA13.

Sección de norma NFPA (9.5.2.2.2) indica que el área máxima de cobertura máxima de cualquier rociador no debe exceder de 400 pies² (37m²)

Para comprobar los distanciamientos de los rociadores la norma exige que:

$$S \geq 2X \text{ también que } L \geq 2Y \text{ donde:}$$

X = distancia entre el ultimo rociador a la pared

S= distancia entre rociadores en sentido axial al ramal

L= distancia entre rociadores en sentido transversal o perpendicular

Y= distancia entre el rociador a la pared en sentido transversal.

Figura 17. Distancia entre rociadores.

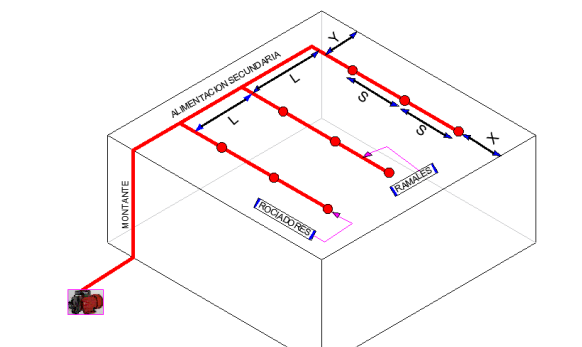


Figura 18. Comprobación del correcto distanciamiento.

S	6,6	≥ 4	CUMPLE
X	2		
Y	1,65		
L	4	$\geq 3,3$	CUMPLE

Se determina la separación entre rociadores, según la norma NFPA 13 inciso 10.2.4.2.1 y 10.2.5.4.1 donde se indica que para un riesgo leve la separación mínima es 1.8 metros (6 PIES) y máximo 4.6 metros (15 pies).

Tabla 33 Áreas de protección y espaciamento máximo de rociadores pulverizadores estándar colgantes y montantes para riesgo leve.

Tipo de edificación	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamento máximo	
		Pie2	M2	pie	m
Todas	todos	130	12	15	4.6

FUENTE: Tomada de la norma NFPA 13.

Para determinar es el diámetro nominal del rociador en la Tabla A7.2.2.1 se establece de acuerdo con el factor K el diámetro

Tabla 34 Tamaños nominales de los orificios de los rociadores NFPA 13.

Factor K nominal		Tamaño nominal de orificio	
U.S. [gpm/(psi) ^{1/2}]	Métrico [L/min/(bar) ^{1/2}]	pulg.	mm
1.4	20	¼	6.4
1.9	27	⅜	8.0
2.8	40	½	10
4.2	60	⅝	11
5.6	80	¾	13
8.0	115	1⅜	13
11.2	160	⅝	16
14.0	200	¾	20
16.8	240	—	—
19.6	280	—	—
22.4	320	—	—
25.2	360	—	—
28.0	400	—	—

FUENTE: Tomada de la norma NFPA 13.

Se realiza el mismo procedimiento para las otras áreas teniendo como resultado:

Tabla 35 áreas y números de rociadores calculados.

Áreas compartimentadas	Pie2	Tubería	Caudal total red (GPM)	Diámetro de rociador	# de rociadores
Área 1	3281.676	CPVC	262.534	½"	15
Área 2	953.251	CPVC	66.728	½"	4
Área 3	1425.356	CPVC	142.536	½"	8
Área 4	354.272	CPVC	35.427	½"	2

A continuación, se detalla el cálculo hidráulico para el Área 1. Sección R1-R2

Sección de cálculo rociador crítico (R1 a R2), recordando que se consideró la presión de 15 psi en el rociador crítico, se contabiliza los accesorios en este tramo para poder determinar las longitudes equivalentes, dichos valores se los toman de la tabla que nos da la norma NFPA 13 inciso 27.2.3.1.1

Tabla 36 longitudes equivalentes para tubería de acero cedula 40 NFPA 13.

	1/2 in	1/4 in	1 in	1 1/4 in	1 1/2 in	2 in	2 1/2 in	3 in	3 1/2 in	4 in
Codo de 45°	1	1	1	1	2	2	3	3	3	4
Codo de 90°	0,5	2	2	3	4	5	6	7	8	10
Codo radio largo 90°	3	1	2	2	6	3	4	5	5	6
Te o cruz		4	5	6	8	10	12	15	17	20
Válvula mariposa						6	7	10		12
Válvula compuerta						1	1	1	1	2
Interruptor de flujo tipo paleta			6	9	10	14	17	22		30
Válvula tipo chamela			5	7	9	11	14	16	19	22

FUENTE: Tomada de la norma NFPA 13, tabla 27.2.3.1.1.

Recordando que se trabajará en los ramales con tubería CPVC, la cual los valores de la Tabla 10 de la NPFA 13 se deberán afectar por el factor de conversión 1.51 para hacer valido los valores para CPVC.

Así mismo para inicios de los cálculos se estableció un diámetro de tubería de 2 ½"

En este tramo se tiene

Tabla 37 resultados de longitud equivalente de la sección R1 a R2

Accesorios	Longitud equivalente tabla Φ 2	Long. equivalente (Pulg.)
	$\frac{1}{2}$ "	
CODO DE 90°	6	9.06
REDUCCION	0.16	0.24
TEE	12	18.12

La longitud del tramo = 4.58 metros = 15.026 pies

El diámetro interior de la tubería CPVC = 62.18 mm = 2.44"

Tabla 38 Tomada del manual CPVC FIRE Plastigama pg. 38

Diámetro Nominal	De	e	Di
3/4"	26,7	1,98	24,72
1"	33,4	2,46	30,94
1 1/4"	42,2	3,12	39,08
1 1/2"	48,2	3,58	44,62
2"	60,3	4,47	55,83
2 1/2"	73	5,41	67,59
3"	88,9	6,58	82,32

FUENTE: Tomada de la ficha técnica de tubería cpvc fire plastigama.

Se determina el coeficiente de rugosidad, este dependera del material de la tubería. Se toman los valores de C de Hazen-Williams $C = 150$

Tabla 39 coeficiente de rugosidad

Material	C	Material	C
Asbesto cemento	140	Hierro galvanizado	120
Latón	130-140	Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100	Plomo	130-140
Hierro fundido nuevo	130	Plástico (PE, PVC)	140-150
Hierro fundido 10 años de edad	107-113	Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido 20 años de edad	89-100	Acero nuevo	140-150
Hierro fundido 30 años de edad	75-90	Acero rolando	130
Hierro fundido 40 años de edad	64-83	Lata	110
Concreto	120-140	Madera	130
Cobre	130-140	Hormigón	120
Hierro dúctil	120		120-140

Para determinar la pérdida de carga por fricción se utiliza la formula

$$P_m \text{ (PSI)} = \frac{4.52 * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}} \text{ (Long equivalente + Long sección)}$$

Donde Q es el caudal (GPM), C es el coeficiente de rugosidad (Adimensional), D es el diámetro interior (Pulgadas)

$$P_m \text{ (PSI)} = \frac{4.52 * 17.709^{1.85}}{150^{1.85} * 2.44^{4.87}} (9.06 + 18.12 + 0.24 + 15.026) = 0.069 \text{ PSI}$$

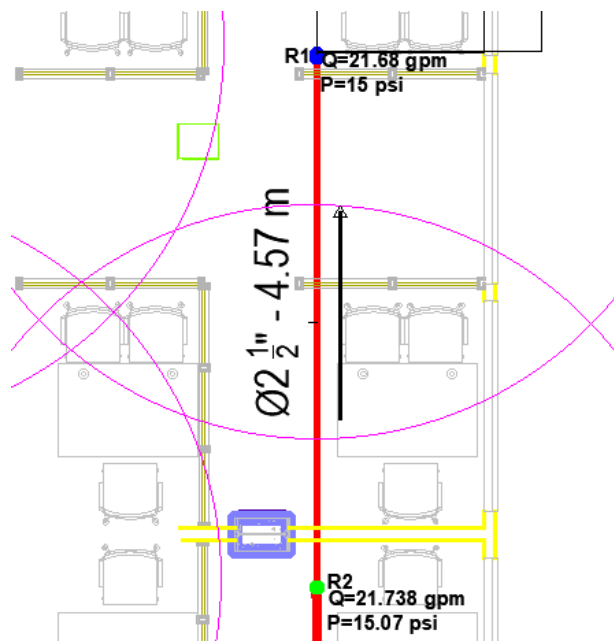
Entonces la presión en el rociador R2 = 0.054 + 15 = 15.07 PSI

Se procede a calcular la presión en el rociador (r2) con la siguiente formula:

$$Q_r = K \sqrt{P} \text{ (GPM)}$$

$$Q_r = 5.6 \sqrt{15.07} = 21.738 \text{ (GPM)}$$

Figura 19. Sección del rociador 1 hacia Rociador 2



SECCION R2-R3

Tabla 40 resultados de longitud equivalente de la sección R2 a R3

Accesorios	Longitud equivalente Tabla Φ 2 1/2"	Long. Equivalente (Pulg.)
REDUCCION	0.16	0.24
TEE	12	18.12

La longitud del tramo = 4.56 metros = 14.961 pies

El diámetro interior de la tubería CPVC = 62.18 mm= 2.44"

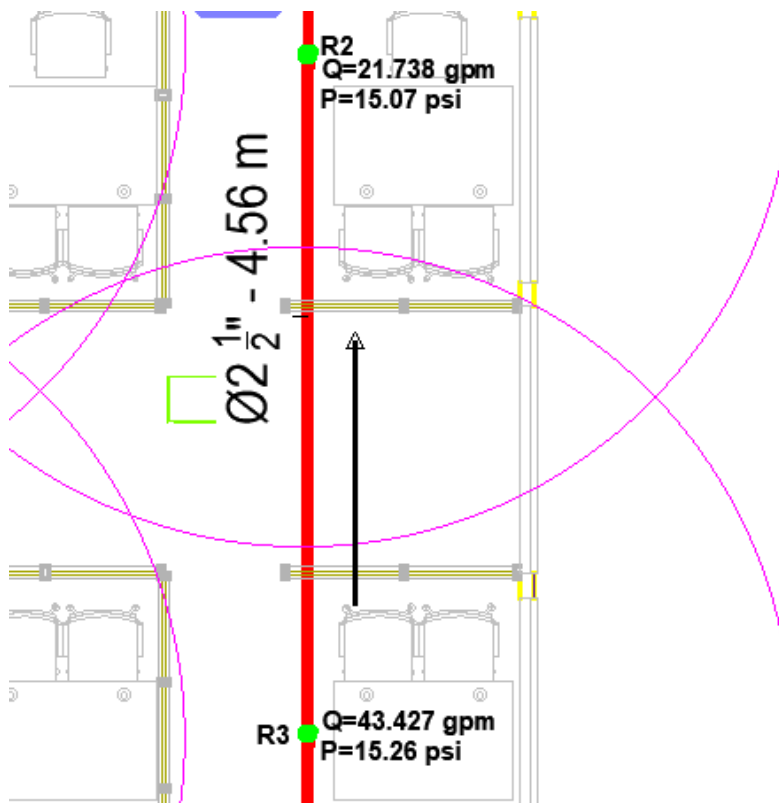
C= 150

QR3= QR1+QR2=21.689+21.728=43.416 GPM

$$P_m \text{ (PSI)} = \frac{4.52 * 35.664^{1.85}}{150^{1.85} * 2.44^{4.87}} (0.24 + 18.12 + 14.961) = 0.193 \text{ PSI}$$

PR3= PR2+PM= 15.07+0.193=15.26 PSI

Figura 20. Sección del rociador 2 hacia Rociador 3



SECCION R3-R4

Tabla 41 resultados de longitud equivalente de la sección R3 a R4

Accesorios	Longitud Equivalente Tabla Φ 1 ½"	Long. equivalente (Pulg.)
REDUCCION	0.16	0.24
TEE	12	18.12

La longitud del tramo = 4.07 metros = 13.35 pies

El diámetro interior de la tubería CPVC = 62.18mm = 2.44"

C= 150

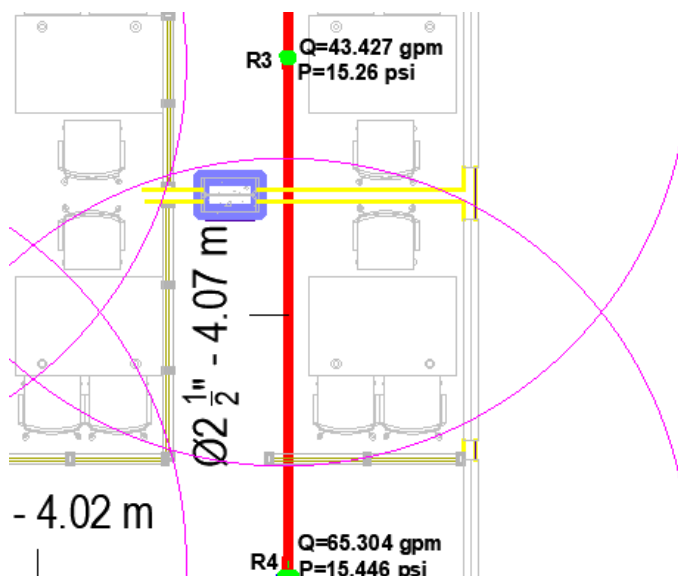
$$Q_r = 5.6\sqrt{15.21} = 21.841 \text{ (GPM)}$$

$$QR4 = Q_r + QR3 = 21.841 + 43.416 = 65.25 \text{ GPM}$$

$$P_m \text{ (PSI)} = \frac{4.52 * 54.328^{1.85}}{150^{1.85} * 2.44^{4.87}} (18.12 + 0.24 + 143.35) = 0.185 \text{ PSI}$$

$$PR4 = PR3 + PM = 15.26 + 0.185 = 15.446 \text{ PSI}$$

Figura 21. Sección del rociador 3 hacia Rociador 4



SECCION R4-C1

Tabla 42 resultados de longitud equivalente de la sección R4 a C1

Accesorios	Longitud Equivalente Tabla Φ 1 $\frac{1}{2}$ "	Long. Equivalente (Pulg.)
REDUCCION	0.16	0.24
CODO 90°	7	10.57

FUENTE: Elaborado por Enrique David Flores M.

La longitud del tramo = 0.14 metros = 0.475 pies

El diámetro interior de la tubería CPVC en pulgadas = 62.18mm = 2.44"

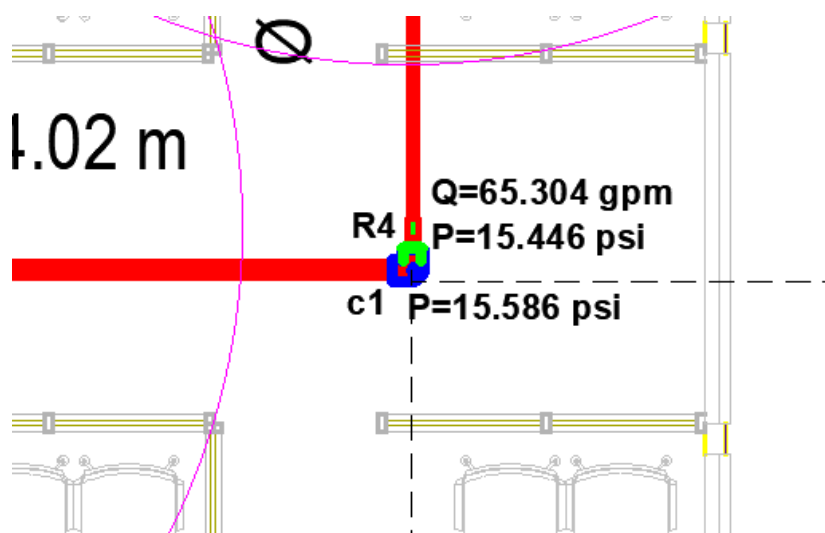
C= 150

QC1=65.257 GPM

$$P_m \text{ (PSI)} = \frac{4.52 * 73.642^{1.85}}{150^{1.85} * 2.44^{4.87}} (0.24 + 10.57 + 0.475) = 0.140 \text{ PSI}$$

$$PC1 = PR3 + PM = 15.446 + 0.140 = 15.445 \text{ PSI}$$

Figura 22. Sección del rociador 4 hacia codo 1



SECCION C1-T1

Tabla 43 resultados de longitud equivalente de la sección C1 a T5

Accesorios	Longitud Equivalente Tabla Φ 3"	Long. Equivalente (Pulg.)
REDUCCION	0.30	0.453
TEE	4*15*1.51	90.6
Codo	4*7*1.51	42.28

FUENTE: Elaborado por Enrique David Flores M.

Se considera la línea crítica para determinar el caudal y presión requerido por el sistema para responder adecuadamente ante un evento de incendio, además para el gabinete equipado se considera un caudal de 100 gpm y una presión de 60 psi, la consideración del diseño es proponer que ante un flagelo se considera que ante un evento se activaran 4 rociadores y dos gabinetes equipados dicho esto se muestra los resultados obtenidos.

Figura 23. Sección de C1 a T1.

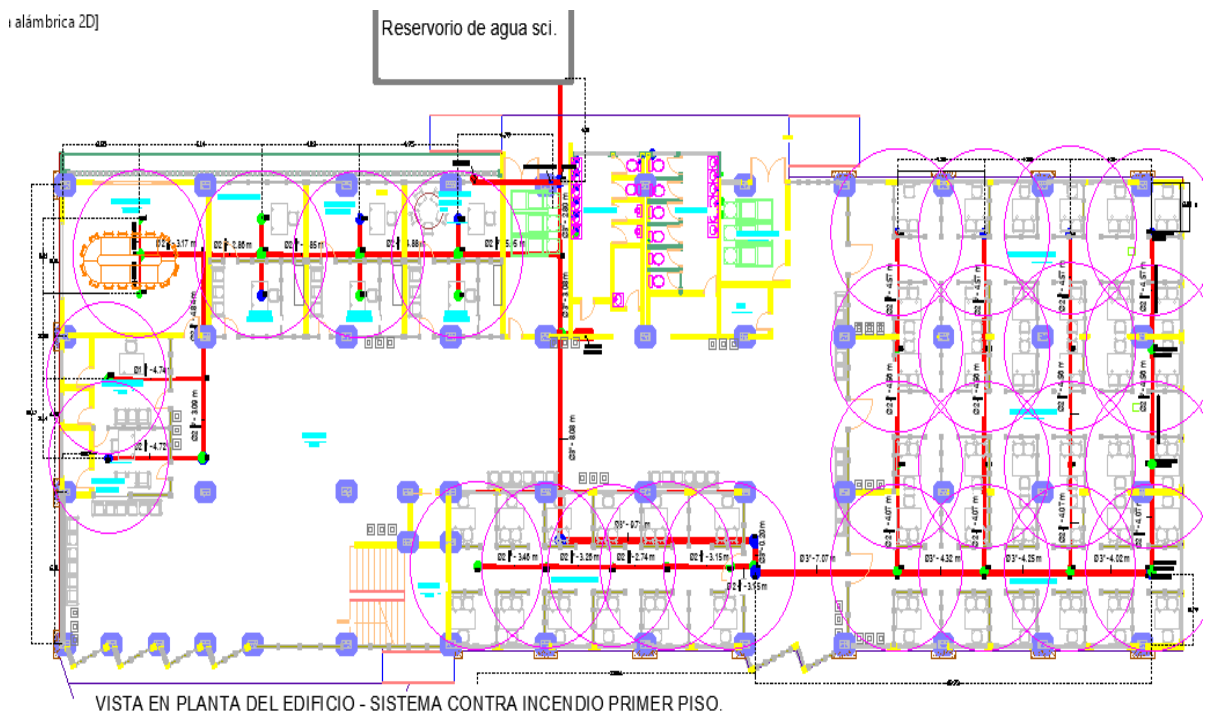


Tabla 44 resultados de caudal y presión en el sistema.

CAUDAL DE TOTAL REQUERIDO (GPM)	265.3
PRESION EN EL SISTEMA (PSI)	81.82

Para el cálculo del tanque de almacenamiento se considera

$$Q = V/T$$

Despejando

$$V = Q * T$$

Tiempo = Autonomía de funcionamiento = 30 minutos

$$Q = 265.3 \text{ gpm}$$

$$V = 265.3 * 30 = 7959 \text{ galones}$$

$$V = 30.1 \text{ m}^3$$

Para calcular el volumen del reservorio se considera también el volumen para agua potable siendo un volumen de 60.45 m³ (el plano se muestra en los anexos)

$$\text{Altura} = 2.50 \text{ metros}$$

$$\text{Ancho} = 3.50 \text{ metros}$$

$$\text{Largo} = 7 \text{ metros}$$

$$H * B * L = 2.5 * 3.5 * 7 = 61.25 \text{ M}^3 \text{ correcto}$$

Para estimar la bomba que se utilizara en el sistema aplicamos la siguiente formula:

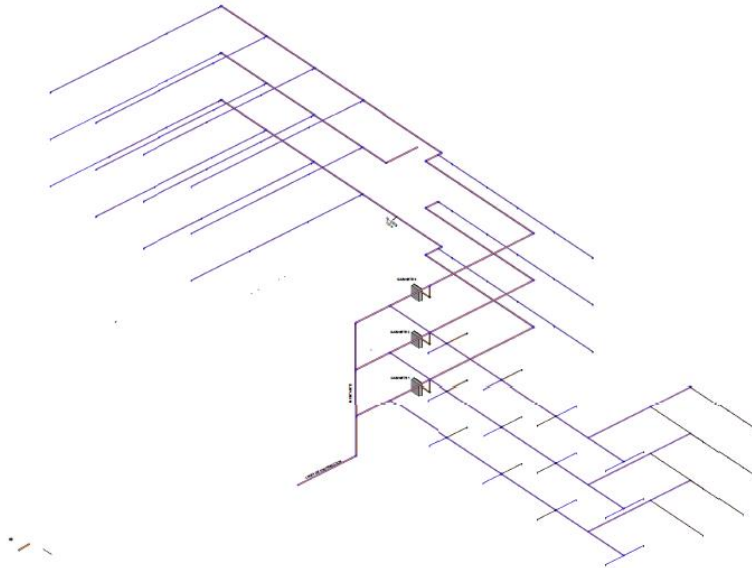
$$P(\text{hp}) = \frac{\text{Caudal de bombeo} \times \text{altura succion} + \text{altura impulsión}}{75 \times \text{eficiencia de la bomba}}$$

$$P(\text{hp}) = \frac{16.73 \times (3 + 57.53)}{75 \times 0.65} = 20 \text{ hp}$$

Se puede elegir una bomba de 300 GPM y para la bomba Jockey se considera el 4% de la bomba primaria.

Se elige una de bomba de 25gpm

Figura 24. Vista isométrica del sistema de rociadores.



3.11 CALCULO DEL SISTEMA DE SUPRESION.

Dentro del mercado existen muchos tipos de agentes limpios, pero para este diseño se eligió novec 1230 por presentar características más favorables al medio ambiente.

Figura 25. Tipos de agentes limpios en el mercado.

	FK-5-1-12	BTM	HFC-125	HFC-23	INERT GAS
Trade name	Novec 1230	Halon 1301	FM200	FE-25 ecaro	INERGEN
ODP	0	16	0	0	0
GWP	1	7140	3220	3500	0
ALT (years)	0,014	65	34,2	29	N/A

FUENTE: tomada de la web.

Donde:

ODP (agotamiento potencial de ozono)

GWP (calentamiento potencial global)

ALT (tiempo de vida en la atmosfera en años)

Los agentes halocarbonados trabajan por absorción de calor, al momento de eliminar el calor la combustión no existiría.

Tabla 45 áreas de protección del sistema de supresión.

Área de protección		PISO FALSO	UNIDADES
largo	14,85	14,85	m
ancho	18,25	18,25	m
altura	2,5	0,5	m
volumen	677,5313	135,50625	M3

FUENTE: Elaborado por Enrique David Flores M.

Como nuestro edificio tendrá cielo raso no se descontará ningún volumen referente a vigas o columnas

Se determina la concentración de la agente mínima requerida para el diseño, según la NFPA 2001, en la tabla A.5.4.2.2(b) se interceptan el tipo de agente y el tipo de fuego, como en nuestro caso el fuego producido por electrodomésticos es tipo C se procede teniendo como resultado una concentración de 4.5.

Tabla 46 concentración mínima de agente limpio.

Agent	Class A MEC	Class A minimum design concentration	Class C minimum design concentration
FK-5-1-12	3,3	4,5	4,5
HFC-125	6,7	8,7	9,00
HFC-23	15	18	20,3

FUENTE: Tomada de la Norma NFPA2001.

Se determina la cantidad de agente, para esto se debe conocer la temperatura mínima esperada en el área a proteger, para este caso se tomó un valor de 20 grados centígrados.

Este valor se lo puede calcular con la tabla A.5.5.1(a) que nos recomienda la norma: Se intercepta la temperatura con la cantidad de agente requerido, como en la tabla no especifica el valor de 4.5 se procede a realizar una interpolación lineal:

$$y_x = y_o + \frac{x - x_o}{x_1 - x_o} (y_1 - y_o)$$

$$Y_x = \frac{4.5 - 4}{5 - 4} (0.7322 - 0.5796) + 0.5796$$

$$Y_x = 0.6559$$

Tabla 47 Cantidad de agente según su temperatura.

Weight requirements of hazard volume, W/V (kg/m3)							
Temp (°c)	Specific vapor volume (m3/kg)	3	4	5	6	7	8
-20	0,060914	0,5077	0,684	0,864	1,0479	1,2357	1,4275
-15	0,602285	0,4965	0,669	0,845	1,0248	1,2084	1,3961
-10	0,063657	0,4859	0,6545	0,8268	1,0027	1,1824	1,3961
-5	0,065028	0,4658	0,6407	0,9094	0,9816	1,1575	1,9372
0	0,0664	0,4558	0,6275	0,7926	0,9613	1,1335	1,3096
5	0,067771	0,4473	0,6148	0,7766	0,9418	1,1106	1,2831
10	0,069143	0,4886	0,6026	0,7412	0,9232	1,0885	1,2575
15	0,070514	0,4302	0,5909	0,7464	0,9052	1,0674	1,2332
20	0,071886	0,4222	0,5796	0,7322	0,8879	1,0471	1,2096
25	0,073257	0,4133	0,5688	0,7184	0,8713	1,0275	1,187

FUENTE: Tomada de la Norma NFPA2001.

Se calcula la cantidad de agente

$$Q_t = (677.531 + 135.506) * 0.6559$$

$$Q_t = 533.27 \text{ Kg} = 1175.86 \text{ lb}$$

Se realiza el ajuste de cantidad de agente de acuerdo con el factor de corrección por altitud

La altitud de la UPSE referente al nivel del mar = 70 msnm = 0.07 KM

De acuerdo con la tabla 5.5.3.3 de la NFPA 2001

Tabla 48 Factor de corrección atmosférico.

Equivalent altitude		Enclosure pressure		Atmospheric
ft	km	psi	mm Hg	factor de corrección
-3,000	-0,92	16,25	840	1,11
-2,000	-0,61	15,71	812	1,07
-1,000	-0,3	15,23	787	1,04
0,000	0,00	14,7	760	1,00
1,000	0,30	14,18	733	0,96
2,000	0,61	13,64	705	0,93
3,000	0,91	13,12	678	0,89
4,000	1,22	12,58	650	0,86
5,000	1,52	12,04	622	0,82
6,000	1,83	11,53	596	0,78
7,000	2,13	11,03	570	0,75
8,000	2,45	10,64	550	0,72
9,000	2,74	10,22	528	0,69
10,000	3,05	9,77	505	0,66

FUENTE: Tomada de la Norma NFPA2001.

Mediante interpolación lineal de los datos se obtiene un factor de corrección de 0.99 el cual se afecta a la cantidad de agente por el factor de corrección calculado:
 $Q_{\text{total corregido}} = 1175.86 \times 0.99 = 1164.10$ libras.

Para determinar la capacidad requerida del tanque se elige uno de volumen comercial de volumen inmediatamente superior al calculado, por lo tanto

El volumen del tanque = 1200 libras

La boquilla de descarga será de tipo 360

Tiene una cobertura de 70 m²

Para determinar la cantidad de boquillas se realiza la división entre el área y la cobertura, resultando el número de boquillas:

de boquillas = 4 unidades

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presentará los resultados obtenidos de los cálculos realizados para conseguir el diseño de las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.

4.1.sistema interno de agua potable.

En el estudio realizado se pudo desarrollar de manera efectiva el diseño de la red interna de agua potable con la ayuda del software Revit, mediante los cálculos se pudo determinar los requerimientos que la edificación demanda para cumplir de manera eficaz con el objetivo.

Figura 26. Instalaciones de tuberías de agua potable.



Los resultados obtenidos configuran un sistema de agua potable que cuenta con los parámetros hidráulicos y mecánicos establecidos dentro de la NEC 11 Cap. 16 y presentados en la siguiente tabla:

Tabla 49 Equipo presurizador

Equipos de presión	Cantidad	Bomba centrifuga	Tanque Hidroneumático
Potencia Hp	2	5	
Capacidad (galones)	2		100

Tabla 50 Diámetros, presiones y velocidades.

	Diámetros nominales	Diámetros internos	Velocidades	Presiones
Ramal	3/4"	18.85 mm	1.80 m/s	10.18 m.c.a.
Montante	1"	24.30 mm	1.16m/s	37.46 m.c.a.
Distribución	1/2"	38.10 mm	1.46m/s	40..40 m.c.a.

4.2. Resultados de sistema de aguas negras.

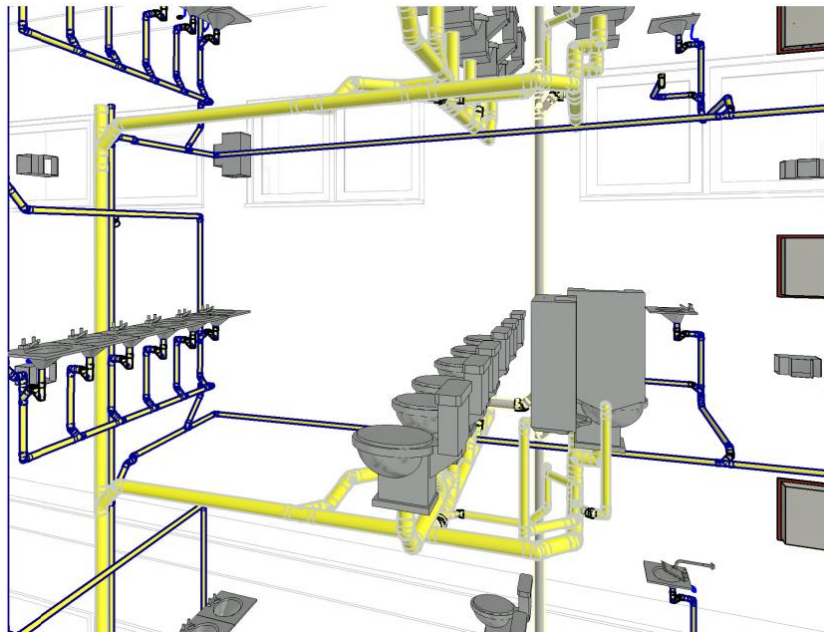
El diseño fue desarrollado aplicando el método de Hunter, y aplicando la norma NEC 11.

Se estableció una red que reciba las descargas de aparatos sanitarios específicos solo de inodoros, logrando de esta manera una red independiente, esta aplicación no es muy famosa ya que los costos por el incremento de los materiales para abarcar como tal todas las aguas residuales es elevado, pero a largo plazo nos dará beneficios que se detallan en 4.8.

Tabla 51 Diámetro, Caudales, Velocidades, pendiente y tipo de flujo

	Diámetro (mm)	Caudal (L/s)	Velocidades m/s	Pendiente	Flujo
Ramal	4"	0.523	0.486	2%	supercrítico
Bajante	4"	1.046	1.61	--	
Colector	4"	1.569	0.58	2.5%	supercrítico

Figura 27. Instalaciones de tuberías de aguas negras.



4.3. Aguas grises.

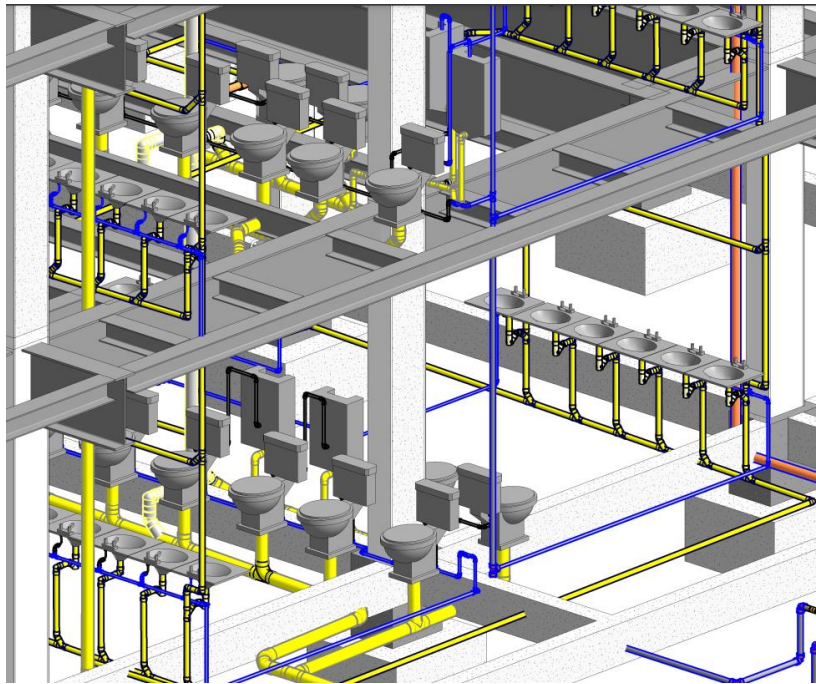
Se realizó el diseño de la red de aguas grises de acuerdo con el método de Hunter, donde el sistema recibe descargas de lavamanos y de tres duchas colocadas en la edificación, se decidió plantear esta red independiente para disminuir el grado de contaminación del agua, evitando la presencia de coliformes fecales y proponiendo la utilizando jabones biodegradables, en esta investigación se detallan los beneficios que este sistema aportará al medio ambiente y a la economía.

Los resultados de los cálculos se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 52 Diámetros, caudales, velocidad, pendiente y tipo de flujo

	Diámetro (mm)	Caudal (L/s)	Velocidades m/s	Pendiente	Flujo
Ramal	2"	0,315	0.538	2.5%	supercrítico
Bajante	2"	0,315	0.539	--	
Colector	2"	0.287	0.521	2.5%	supercrítico

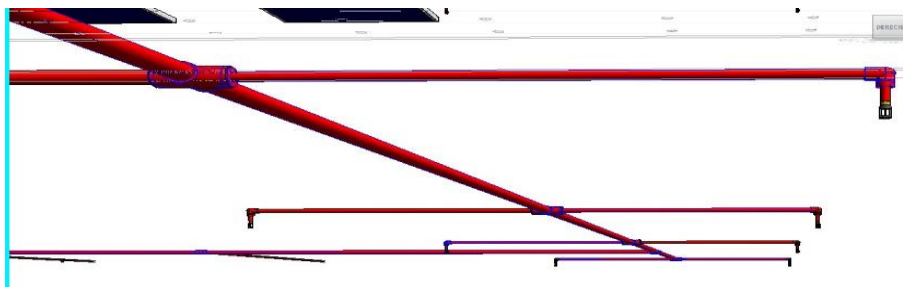
Figura 28. Instalaciones hidrosanitarias.



4.4. Sistema de rociadores.

Se diseño de acuerdo con lo que establece la norma NFPA 13, para el diseño de sistema contra incendios para ocupaciones de riesgo leve, se realizaron los cálculos hidráulicos para determinar caudales, diámetros de tuberías, cantidad de rociadores, etc. Además, se incorporó en el sistema un gabinete equipado en cada nivel, este que contiene una manguera de 30 metros de longitud. Los resultados establecen un sistema óptimo para el buen funcionamiento del sistema ante un evento de incendio.

Figura 28. Sistema contra incendio por rociadores.



4.5.Sistema de supresión de agentes limpios.

Este sistema de detección de incendios basado en la aplicación de agentes limpios ayuda a salvar vidas, proteger los equipos electrónicos que tienen un valor económico elevado y reduce el tiempo de retorno a labores luego de presentarse un incendio, estos agentes tienen la particularidad de eliminar el calor, eliminar el fuego a nivel molecular y cortar con la reacción en cadena evitando la propagación del fuego.

Se presentan los resultados del análisis realizado a el área de cómputo del edificio,

Tabla 53 Equipamiento del sistema de supresión.

volumen del área de computo	813,037 m3		ϕ (pulgadas)
Cantidad de agente limpio corregido	1164.10 lb	Montante	2 ½”
Capacidad de tanque	1200 lb	Ramales	2”
Cobertura de boquilla rociadora	70 m2		
Cantidad de boquillas	4-2”		

Figura 29. Sistema de supresión por agentes limpios.



FUENTE: Tomada de la Web

4.6. Consumo del recurso agua.

Los resultados de los cálculos hidráulicos permitieron determinar el caudal aproximado que requiere el edificio para poder satisfacer las necesidades de consumo de agua potable del mismo, se consiguió diseñar una red apropiada que aportará el caudal adecuado para cada piso lo que garantiza un suministro diario requerido por los aparatos sanitarios. El volumen total requerido por el edificio es de 30.45 m³ diarios, de este volumen el 58.6 % representan las aguas negras, el 35.92% corresponde a aguas grises y 5.48% un volumen destinado a imprevistos.

4.7. Consumo del recurso eléctrico.

Los resultados obtenidos del análisis energético de la edificación son de 114.555,84 Kwh anuales lo que nos obliga a buscar alternativas ajustadas a mejora de la eficiencia energética del edificio mediante la utilización de paneles solares.

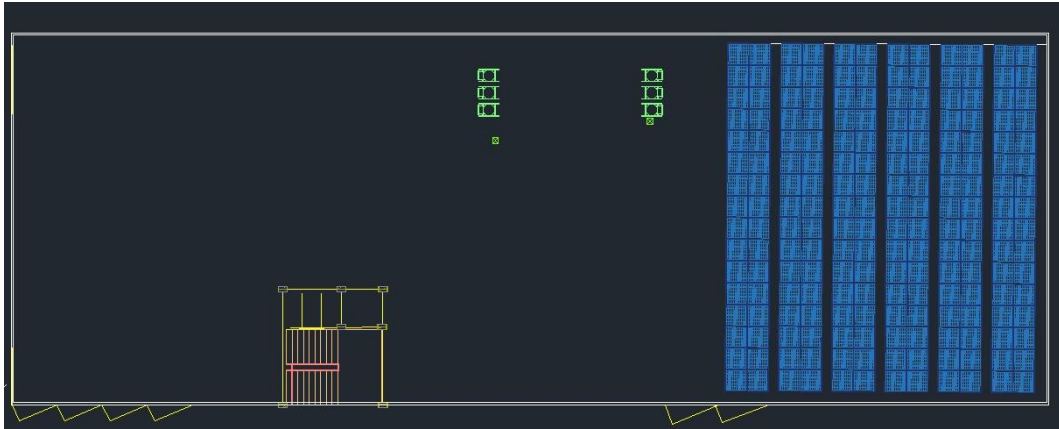
4.7.1. Base de Cálculo de Producción

- Orientación con azimut 180° (Noreste) con una inclinación de 10 grados respecto a la horizontal
- Hora Sol Pico (HSP): 4,30
- Rendimiento de la instalación fotovoltaica: 78,18%

4.7.2 Dimensionamiento de la instalación fotovoltaica

- Potencia Para Instalar: 52,32 kWp.
- Potencia de cada panel o módulo solar: 545 W.
- Tipo de módulo: Monocristalino.
- Número de módulos: 96 paneles.
- Número de Inversores: 1 inversor de 50 kW trifásico.
- Potencia Total en Inversores: 50 kW.
- Área requerida: 285 m² aproximadamente.
- Ubicación: Techo.

Figura 30 Planta Fotovoltaica 52,32 kWp



Es importante recalcar que, para un correcto funcionamiento de los paneles solares, estos deben estar ubicados tal como se indica, respetando los criterios técnicos y de las normas internacionales de construcción de estos equipos a fin de ser aprovechados al máximo y que se genere la mayor cantidad de energía e inclusive se la puede almacenar para futuros eventos.

4.7.3 Cálculo de producción energética

El cálculo de Cmp se lo establece de acuerdo los aparatos electrónicos que se usaran en el edificio por un determinado lapso de tiempo.

Tabla 54 Calculo de producción Energética en un año.

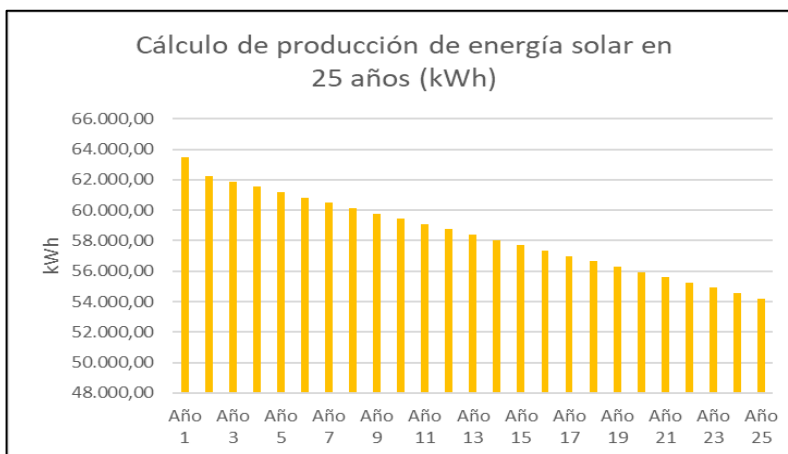
	Cmp	P	G cem (kW/m2)	Ep (kWh/mes)
Enero	102,72	52,32	1,00	5.374,43
Febrero	92,46	52,32	1,00	4.837,69
Marzo	103,54	52,32	1,00	5.417,36
Abril	101,25	52,32	1,00	5.297,32
Mayo	102,65	52,32	1,00	5.370,66
Junio	96,93	52,32	1,00	5.071,34
Julio	99,27	52,32	1,00	5.194,03
Agosto	106,08	52,32	1,00	5.550,32
Septiembre	102,44	52,32	1,00	5.359,79
Octubre	106,87	52,32	1,00	5.591,44
Noviembre	104,13	52,32	1,00	5.448,24
Diciembre	108,30	52,32	1,00	5.666,36
			Producción anual (kWh)	64.178,98

Con la planta solar fotovoltaica de 52,32 kWp, en la ubicación determinada, se estima una producción energética anual aproximada de 64.178,98 kWh.

Tabla 55 Calculo de producción energética aproximada en 25 años.

Año	Producción Energía (kWh)
Año 1	64.178,98
Año 2	62.895,40
Año 3	62.542,42
Año 4	62.189,43
Año 5	61.836,45
Año 6	61.483,46
Año 7	61.130,48
Año 8	60.777,50
Año 9	60.424,51
Año 10	60.071,53
Año 11	59.718,54
Año 12	59.365,56
Año 13	59.012,57
Año 14	58.659,59
Año 15	58.306,61
Año 16	57.953,62
Año 17	57.600,64
Año 18	57.247,65
Año 19	56.894,67
Año 20	56.541,68
Año 21	56.188,70
Año 22	55.835,71
Año 23	55.482,73
Año 24	55.129,75
Año 25	54.776,76
TOTAL	1.476.244,94

Figura 31 Grafica de Producción Energética en 25 años.



4.7.4 Análisis económicos de los sistemas hidrosanitario y eléctricos.

Los diseños realizados en esta investigación requieren de una inversión económica inicial mayor a diferencia de los sistemas utilizados en edificaciones tradicionales, es importante resaltar que la inversión se recuperará a largo plazo y que generaran ahorros económicos en facturaciones del consumo de los recursos agua y electricidad.

La utilización de agua potable para actividades como limpieza, mantenimiento y riego de áreas verdes, hace un requerimiento innecesario de este recurso, en otras palabras, reemplazar el agua potable utilizada para estas actividades por agua grises que no tienen las mismas características pero que se pueden utilizar para realizar lo antes mencionado.

Según encuestas a personas dedicadas a brindar el servicio de limpieza y mantenimiento de edificaciones, se utiliza en promedio 120 litros de agua semanales para tal actividad, esto representaría 5760 litros anuales que transformados a metros cúbicos tendríamos 5.760 m³, el precio por cada m³ está a \$ 0.61 dólares, si afectamos al volumen por el valor tendríamos \$ 3.51 dólares anuales que dependiendo si se reemplaza el agua potable por agua reciclada será un ahorro, a diferencia si se utiliza agua potable será un gasto económico.

La reutilización de las aguas grises influye mucho en el tema económico y ambiental, en el proyecto se estima reutilizar un volumen aproximado de 263,040 m³ mensuales y 3.156,48 m³ anuales, siendo un ahorro de \$1.925,45 dólares anuales.

Con respecto al análisis económico que representa la aplicación de los paneles fotovoltaicos al proyecto, se muestra una tabla considerando la producción energética mensual, la tarifa energética actual que cobra CNEC en un rango de consumo > 1000 Kwh es de 0,09 \$/Kwh y tomando en cuenta consumos generados por una edificación de similares características.

Tabla 56 Beneficio económico de la planta fotovoltaica.

MES	SIN ENERGÍA SOLAR		ENERGÍA PRODUCIDA (kWh)	CON ENERGÍA SOLAR		
	FACTURACIÓN			FACTURACIÓN ESTIMADA		
	CONSUMO (kWh)	FACTURA CNEL 1 (\$)		CONSUMO (kWh)	FACTURA CNEL 2 (\$)	AHORRO
may-22	8.078	\$ 894,24	5.371	2707,74	\$ 383,79	\$ 510,45
jun-22	5.304	\$ 611,65	5.071	232,66	\$ 132,88	\$ 478,77
jul-22	5.222	\$ 614,46	5.194	28,37	\$ 123,86	\$ 490,60
ago-22	6.283	\$ 730,55	5.550	732,88	\$ 205,11	\$ 525,44
sep-22	6.120	\$ 701,47	5.360	760,21	\$ 194,54	\$ 506,93
oct-22	5.957	\$ 675,93	5.591	365,36	\$ 148,39	\$ 527,54
TOTAL	36.965	\$ 4.228,30	64.179	4.827,22	\$ 1.188,57	\$.039,73
PROMEDIO	6.160,80	\$ 704,72	5.356	804,54	\$ 198,10	\$ 506,62

Resumen del Análisis Económico:

- Ahorro promedio mensual: \$ 506,62.
- Ahorro promedio anual: \$ 6.079,44.
- Porcentaje de ahorro energético: 86,81%.
- Porcentaje de ahorro económico sobre facturación: 71,89%.

El precio del sistema fotovoltaico está entre un aproximado de \$73.248 (más IVA).

De acuerdo con el artículo #10 literal 7 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA PRODUCCIÓN, COMERCIO E INVERSIONES (COPCI) expresa lo siguiente:

“La depreciación y amortización que correspondan a la adquisición de maquinarias, equipos y tecnologías destinadas a la implementación de mecanismos de producción más limpia, a mecanismos de generación de energía de fuente renovable (solar, eólica o similares) o a la reducción del impacto ambiental de la actividad productiva, y a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, se deducirán con el 100% adicional, siempre que tales adquisiciones no sean necesarias para cumplir con lo dispuesto por la autoridad ambiental competente para reducir el impacto de una obra o como requisito o condición para la expedición de la licencia ambiental, ficha o permiso correspondiente. En cualquier caso, deberá existir una autorización por parte de la autoridad competente.

Este gasto adicional no podrá superar un valor equivalente al 5% de los ingresos totales. También gozarán del mismo incentivo los gastos realizados para obtener los resultados previstos en este artículo. El reglamento a esta ley establecerá los parámetros técnicos y formales, que deberán cumplirse para acceder a esta deducción adicional. Este incentivo no constituye depreciación acelerada”.

$$\text{Beneficio Tributario Anual} = \frac{\text{Costo del proyecto} \times 2}{10} \times 25\%$$

$$\text{Beneficio Tributario Anual} = \frac{73.248 \times 2}{10} \times 25\% = 3.66$$

Tiempo de recuperación de la inversión:

$$\text{PAYBACK} = \frac{\text{Valor del proyecto}}{\text{Ahorro anual} + \text{Beneficio tributario}}$$

$$\text{PAYBACK} = \frac{\$73.248,00}{\$6.079,44 + 3.66} = 7,52$$

Se recuperará la inversión en 7 años y 6 meses.

4.7.5. Contribución al desarrollo sostenible

Con la ejecución del Proyecto de 52,32 kWp se estima evitar la emisión de 49,18 ton de CO₂eq al año. Esto es equivalente a sembrar 83 árboles anualmente

Figura 32. Contribución al desarrollo sostenible



4.8. Análisis comparativos de los recursos utilizados en un edificio común versus edificio eco-amigable.

Para lograr demostrar la eficiencia y eficacia de los sistemas propuestos en este proyecto investigativo, se establece un análisis comparativo entre un edificio tradicional que no presenta características sustentables eco-amigable versus el edificio con sistemas eco-amigables. Se evalúan los siguientes parámetros:

- Característica de los sistemas aplicados.
 - Sistema de agua potable.
 - Sistema de aguas grises.
 - Sistema de aguas negras.
 - Sistema contra incendio.
 - Sistema de paneles solares.

- Beneficio económico por ahorro en consumo operacional del edificio.

Tabla 57 Análisis de los recursos utilizados en edificio tradicional.

	<i>Edificio Tradicional</i>	<i>Ahorro de recursos</i>
<i>Sistema de agua potable</i>	Por lo general para el bastecimiento del agua a la edificación se la hace por el método indirecto, con tanque de almacenamiento subterráneo y elevado. El suministro se lo realiza por gravedad.	No genera
<i>sistema de aguas residuales</i>	sistema mixto, las aguas residuales son conducidas al sistema de alcantarillado sanitario público.	No genera

Tabla 58 Análisis de los recursos utilizados en edificio tradicional.

	<i>Edificio Tradicional</i>	<i>Ahorro de recursos</i>
<i>Sistema contra incendio</i>	Es común ver que en edificaciones tradicionales no se da la debida importancia al sistema de extensión de incendio (dependiendo de la ocupación del edificio), por su elevado costo de aplicación, la complejidad que da montar las redes de tuberías que en la mayoría de los casos son de acero de célula 40, muchas veces la falta de mantenimiento deja fuera de servicio al sistema.	No genera
<i>Sistemas Foto voltaico</i>	Los edificios tradicionales se abastecen de energía eléctrica directamente de la red pública. Donde el correcto desempeño de la edificación dependerá netamente de la eficacia de la red pública, es decir si llegase a fallar el sistema por un tiempo prolongado compromete el correcto desempeño de la edificación y de sus ocupantes.	No genera

Tabla 59 análisis de los recursos utilizados en edificio eco-amigables.

	<i>Edificio sustentable eco-amigable</i>	<i>Ahorro de recursos</i>
<i>Sistema de agua potable</i>	se estableció un método indirecto, con la particularidad de que se dotara un tanque de almacenamiento subterráneo y un equipo de hidroneumático que mantenga presurizada la red y garantizar las presiones funcionales de los aparatos sanitarios.	Genera ahorro, se propone aplicar aparatos sanitarios ahorradores inteligentes que permiten disminuir el consumo de agua potable.
<i>sistema de aguas residuales</i>	sistemas independientes, las aguas grises se van a filtrar para su reutilización, las aguas negras son conducidas a la red sanitaria pública.	se genera un ahorro anual de agua de 2.436,68 m ³ y un ahorro económico de \$1.486,40 dólares anuales.

Tabla 60 análisis de los recursos utilizados en edificio eco-amigables.

	Edificio sustentable eco-amigable	Ahorro de recursos
Sistema contra incendio	se diseñó un sistema de extinción de incendios que sea efectiva ante un flagelo, que sea de fácil montaje, para agilizar el tiempo se diseñó con tubería cpvc para los ramales y de acero para los montantes, se realizó énfasis a las distintas áreas dentro del edificio, caso especial el de la sala de cómputo que exigió un método de extinción que no se utilice el agua como agente extintor. al trabajar con cpvc se reducen perdidas en las tuberías por lo que permite cumplir con las presiones demandadas con diámetros de tuberías no mayores.	genera ahorro, con la aplicación de tubería cpvc que no solo hace que las instalaciones sean ejecutadas mucho más rápidas que con acero, sino permite reducir diámetros de tuberías manteniendo las presiones y caudales demandadas, generando de muchas maneras un ahorro económico.
Sistemas Foto voltaico	Aplicar sistema de abastecimiento energético mediante paneles solares tiene una inversión inicial elevada, pero también beneficios a largo plazo, mientras mayor sea la inversión mayor será el porcentaje de energía que se puede aprovechar del sistema que luego se convierte en beneficios durante la vida útil del sistema.	Genera ahorro, la inversión en el sistema se recupera en 7 años y 6 meses, la vida útil del sistema es de 25 años con eficiencia lineal durante este periodo de tiempo, es decir se tendrán aproximadamente 17 años para recibir los beneficios económicos que brinda este sistema, el ahorro anual es de \$6.079,44 dólares en facturación del consumo energético.

se evidencia que aplicar criterios de sustentabilidad a proyectos innovadores representa un mayor incremento a la inversión, se comparte los resultados que obtuvo Martínez, (2012) en su estudio mencionan que la inversión inicial es elevada a diferencia de las construcciones tradicionales, pero indica que los beneficios se verán plasmados en la transformación de la calidad de vida de los ocupantes.

(Martinez, 2012) en su investigación tuvo como resultado un ahorro en agua potable cerca del 44%, por otro lado, en esta investigación se llegó a un ahorro aproximado de 54.83% lo que define la factibilidad de diseñar con visión eco-amigable.

4.9. COSTOS DE LOS SISTEMAS

Se presentan a continuación el costo de los materiales y mano de obra de los sistemas aplicados a la edificación.

Tabla 61 Materiales para red de agua Potable.

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio Unitario</i>	<i>unidad</i>	<i>Subtotal</i>
Unión universal 1 1/2"	3,0	7,43	u	22,29
Unión universal 2"	1,0	8,81	u	8,81
Válvula de retención 1/2"	1,0	18,82	u	18,82
Codo 90° 1/2"	33,0	6,00	u	198,00
Reductor de 1 1/2" - 3/4"	6,0	2,50	u	15,00
Reductor 3/4" - 1/2"	39,0	0,47	u	18,33
Té 3/4"	64,0	1,05	u	67,20
Llave de paso 3/4" valv. compuerta 215	15,0	26,57	u	398,55
llave de ducha	3,0	18,70	u	56,10
sellador de uniones P125	10,0	1,98	u	19,80
Cinta teflón 12mm-10m	15,0	0,47	u	7,05
Tubo PVC roscable 1/2"*6m (420 PSI)	2,0	9,71	u	19,42
Tubo PVC roscable 3/4"*6m (340 PSI)	8,0	11,83	u	94,64
Tubo PVC roscable 1" *6m (320 PSI)	2,0	21,63	u	43,26
Tubo PVC roscable 1 1/2" *6m	1	25.50	u	25,50
Total				\$1.013,77

Tabla 62 Materiales para red de aguas residuales.

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Unidad</i>	<i>Subtotal</i>
Codo desagüe 90° 2"	54,0	1,41	u	76,14
Codo desagüe 45° 2"	104,0	1,37	u	142,48
Codo desagüe 45° 4"	50,0	6,15	u	307,50
Yee desagüe 2"	66,0	1,95	u	128,70
Yee desagüe 4"	34,0	6,02	u	204,68
Té desagüe 4"	2,0	5,11	u	10,22
Sifón	42	5,29	u	222,18
Sellador de uniones 946cc	12,0	23,66	u	283,92
Yee reductora 4" - 2"	4,0	7,08	u	28,32
Tubería desagüe 4" * 3m	17,0	16,64	u	282,88
Tubería desagüe 2" * 3m	29,0	6,61	u	191,69
Tubería de ventilación 2"*3m	21,0	3,57	u	74,97
Total				\$1.951,68

Tabla 63 Lista de equipos.

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Unidad</i>	<i>Subtotal</i>
Tanque hidroneumático 100 galones	2.0	283,24	u	566,48
Bomba centrífuga 5 hp	2.0	1508	u	3016,00
Bomba centrífuga 1.5 hp	2.0	262	u	524,00
Panel de control 24 u	1,0	340	u	340,00
Panel de control 8 u	1,0	24,75	u	24,75
Total				\$4.471,230

Tabla 64 Lista de materiales eléctricos.

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>unidad</i>	<i>Subtotal</i>
Codo 1/2" 90°	618,0	0,29	u	179,22
Caja rectangular	414,0	0,90	u	372,60
Caja octogonal	432,0	0,77	u	332,64
Tubería 1/2" * 3m	300,0	1,08	u	324,00
Tubería 3/4" * 3m	6,0	2,75	u	16,50
Tubería 1" * 3m	6,0	6,14	u	36,84
Cable THHN 14 unilay 100 mts	21,0	46,01	u	966,21
Cable THHN 12 unilay 100 mts	24,0	71,81	u	1.723,44
Cable THHN 10 unilay 100 mts	1,0	95,13	u	95,13
Cinta aislante color negro	50,0	1,26	u	63,00
Tomacorriente doble polaridad	192,0	2,50	u	480,00
Tomacorriente 220v	12,0	7,16	u	85,92
Interruptor sencillo	192,0	2,52	u	483,84
Interruptor doble	9,0	3,76	u	33,84
Interruptor triple	9,0	8,74	u	78,66
Breaker 20A CAJA	27,0	6,07	u	163,89
Breaker 30A CAJA	12,0	6,07	u	72,84
Breaker 15A CAJA	9,0	5,54	u	49,86
LED cuadrado 15 W	406,0	7,00	u	2.842,00
Total				\$8.400,43

Tabla 65 Lista de materiales para sistema contra incendio.

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Subtotal</i>
Codo 90° 1 ½"	33.0	52,00	1716,00
Codo 90° 3"	23.0	57,00	1311,00
Cruz 3"	9.0	63,67	573,00
Reducción 3"-2"-1 1 /2"	93,0	46,0	4278,00
Tubo 1 ½"	17,0	15,00	255,00
Tubo 3"	20,0	2,79	5580,00
Te 1 ½"	44,0	31,0	1364,00
Sirena con luz estrobo	6,0	75,42	452,5200
Extintor portátil 20 lb	3,0	120,00	360,00
Gabinete equipado	3,0	343,28	1029,84
Siamesa	1,0	6,07	163,89
Válvula check 3"	2,0	48,0	96,00
Válvula angular 1 ½"	9,0	5,54	49,86
Detector de calor	18,0	35,40	637,20
Letrero aviso	6,0	37.47	224,82
Sirena	3	75.42	226,26
Grupo hidroneumático FF800-120	1	4958,0	4958,00
Rociadores ½" k5.6	93	9.53	886,29
SHP-pro control sistema	1	1197,06	1197,06
Baterías	1	234,83	234,83
CRN4 replay module	1	214,99	214,99
Cilindro 650 lb	2	676.88	1353,73
Clip de descarga	1	662,17	662,17
Interruptor supervisor	1	174,0	174,00
Reset tool	1	34.97	34,97
			\$28.033,43

Tabla 66 Costos de mano de obra.

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio unitario</i>	<i>Subtotal</i>
Punto de agua	72,0	29,0	2088,00
Punto aguas negras	36,0	39,0	1404,00
Punto aguas grises	54,0	34,67	1872,18
Punto de Luz	432,0	18,45	7776,0
Punto de tomacorriente 110-220v	204,0	15,0	3060,00
Instalación de aparatos sanitarios	63,0	3,57	224,00
Instalación sistema hidroneumático	2,0	18,0	36,00
Instalación panel de control	2,0	55,0	110,00
Instalación de paneles solares	96,0	763,0	73248,00
Instalación de gabinete	3,0	510,0	1530,00
Instalación de Siamesa	1,0	340,0	340,00
Instalación de rociadores	93,0	19,0	1767,00
Instalación equipo de bombeo	1,0	900,0	900,00
Instalación sistema de alarma	3,0	66,40	199,20
Instalación detectora de calor	18,0	33,47	602,46
Sistema de supresión	1	5500,0	5500,00
Total			\$100.656,84
TOTAL, MANO DE OBRA, ACCESORIOS Y EQUIPOS			\$ 144.527,38

5. CONCLUSIONES

OE1. Se diseñó los sistemas hidrosanitarios y eléctrico del edificio de tres niveles para la Universidad Estatal Península de Santa Elena de acuerdo con lo que establece la norma ecuatoriana de la construcción, se evidencia en los cálculos la efectividad y buen desempeño que tendrán los sistemas a lo largo de su vida útil, para el abastecimiento de agua potable se estableció un tanque de almacenamiento que almacenará también el volumen para el sistema contra incendio teniendo un volumen total de agua potable de 60.45 m³, (h=2.80; La=3.50; L= 7), para mantener la red presurizada la red se consideran dos bombas de 5 hp y dos tanques de presión de 100 galones.

El sistema de recolección de aguas grises se lo realiza independiente de las aguas negras por lo que generará mayor inversión en su aplicación pero que podrá reutilizar un volumen 10.9 m³ la cual tendrá su tanque de almacenamiento independiente de h=2; La=1.65; L= 3.30 metros.

El sistema fotovoltaico dotado de 96 paneles generando 52.32 Kwh al mes lo que en ahorros energéticos representa el 86.81% del consumo del edificio su costo es elevado pero la inversión se recuperará en 7 años y 6 meses. El sistema contra incendio por rociadores demanda un caudal de 265.30 gpm y una presión de 81.825psi.

OE2. La reutilización de las aguas grises influye mucho en el tema económico y ambiental, en el proyecto se estima reutilizar un volumen aproximado de 263,040 m³ mensuales y 3.156,48 m³ anuales, facturando \$1.925,45 dólares anuales. Es decir que un edificio convencional para mantenimientos y riego de áreas verdes va a requerir 3.156,48 m³ que serán netamente de agua potable mientras el edificio inteligente eco-amigable requerirá ese mismo volumen, pero de aguas reutilizadas.

OE3. De acuerdo al análisis realizado entre las características de dos edificaciones que comparten similares prestaciones se concluye que el proyecto de instalaciones hidrosanitarias y electricidad renovable cumple con el objetivo de esta investigación reducir el consumo excesivo de agua potable, reutilizar aguas grises y generar ahorros económicos mediante la utilización de paneles solares.

6. RECOMENDACIONES

En virtud de los resultados obtenidos nos permitimos recomendar a el sector constructivo del país aplicar el sistema de instalaciones hidrosanitarias y electricidad fotovoltaica por las bondades que presta este sistema a la economía de nuestro país.

Se recomienda implementar el ahorro de agua potable mediante la reutilización de aguas grises para mantenimiento y sistemas de riego para las áreas verdes.

La aplicación del sistema de extinción contra incendio por agentes limpios dentro de las salas de cómputo del edificio, para evitar accidentes a las personas que permanecen en el área y que desconocen los tipos de fuegos y como extinguirlos.

Se recomienda al sistema de educación público y privado aplicar este tipo de sistemas hidrosanitarios y fotovoltaicos dentro de las instituciones colocando a nuestra provincia como pionera en la construcción de edificaciones sustentables.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alavedra, P. (2016). *La construcción sostenible: el estado de la cuestión*. Bogota: Pearson.
- Andrade, J. (2020). *La estadística investigativa y su aporte en el proceso de recolección de información*. Mexico: Trillas.
- Carmona, D. y. (2020). *Photovoltaics Report*.
- Carvajal. (2019). *La ingeniería de cálculos en la rama de la construcción*. Mexico: McPearson.
- Cepeda Merizalde, L. (2021). *Análisis de las tecnologías sostenibles implementadas en los proyectos de construcción BD Bacatá, Kubik Virrey*. Bogota, Colombia.
- Cgamorro, C., Hoepfner, L., Montaña, C., & Rios, I. (2019). Procesos de gestión: edificios sostenibles vs edificios tradicionales. *Activos*, 17(2). doi:<https://doi.org/10.15332/25005278/5737>
- Chamorro, C., Hoepfner, Montaña, C., & Rios, I. (2019). Procesos de gestión: edificios sostenibles vs edificios tradicionales. 17(2). doi:<https://doi.org/10.15332/25005278/5737>
- Consejo Nacional de Electricidad, C. (2011). *Regulación N° 004/01, Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución*. Quito, Ecuador .
- Daza Donoso, P. (2017). *Construcción sostenible de edificios: una alternativa responsable para el desarrollo urbano de Quito*. Quito.
- Díaz, T, G., & Carmona, G., C. (2018). *Componentes de una instalación solar fotovoltaica, "de Instalaciones Solares Fotovoltaicas.GM*. Barcelona, España: McGraw-Hill,.
- Encinas, E., López, G., Nuño de la Parra, J., & Pico, B. (2018). Propuesta de un modelo teórico integral de gestión de la innovación basado en redes de colaboración aplicable a empresas constructoras de vivienda. *Strategy, Technology & Society*, 33.
- enrique. (s.f.).
- Espinoza, D. P. (2017). *Uso seguro del agua para el reúso*. Mexico: Trillas.
- Fuentes, I. (2017). *El Nuevo Estándar en Automatización de Subestaciones*. Gunnar Stranne.

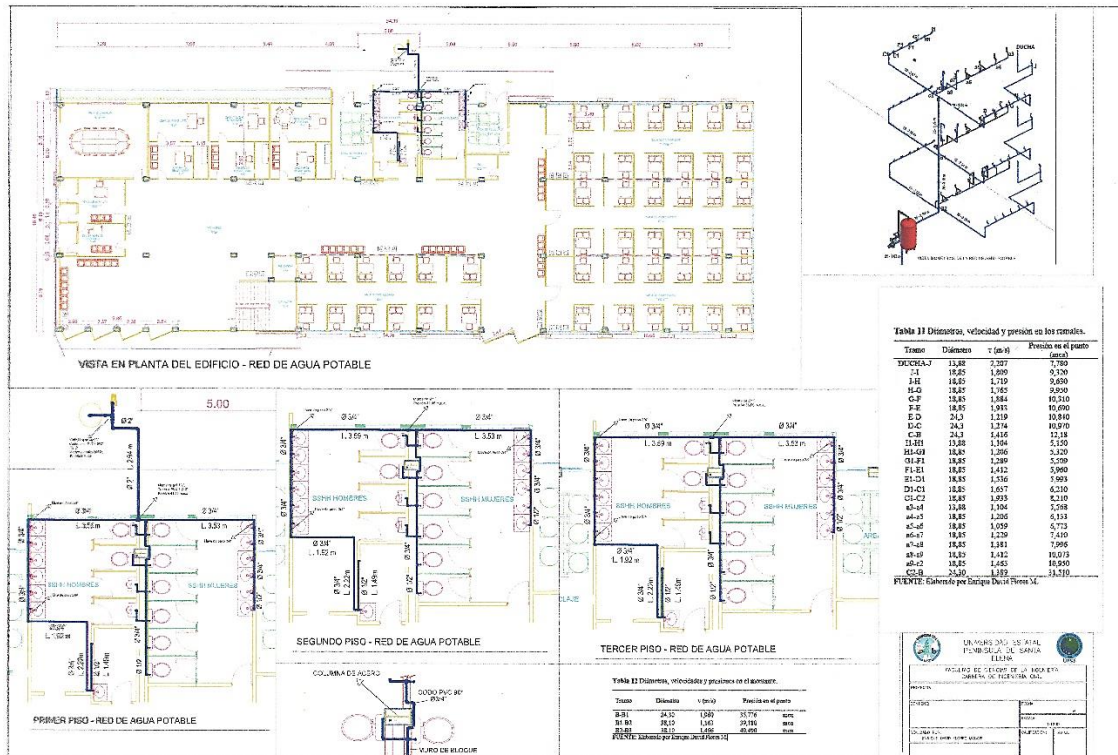
- Gómez, M. E. (2019). Emprendimiento con base tecnológica : Un reto por cumplir. *Tec Empresarial*, 33-44.
- Guzmán, S. (2014). SISTEMA DE CAPTACION DE AGUAS PLUVIALES ADAPTABLE A CASAS HABITACION. HUAJUAPAN, OAXACA. Obtenido de http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/12492.pdf
- Instituto Ecuatoriano de Normalizacion. (2014). *NTE INEN 1108*. Obtenido de <http://www.pudeleco.com/files/a16057d.pdf>
- Lara-García, A. (2022). *Sinergias y aplicación de las metodologías y principios de Lean Construction, BIM y Construcción* . Mexico: Trillas.
- Martinez, M. (2012). LOS PRINCIPIOS DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE COMO MEDIDA PARA ABATIR EL SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO. ESTUDIO DE CASO DE EDIFICIOS ACADÉMICOS 10, 11 Y 12 DE LA UNIDAD PROFESIONAL ADOLFO LÓPEZ MATEOS DEL IPN. COLOMBIA. Obtenido de <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/8843>
- Medina, T. (2013). El consumo de agua potable en hoteles y su incidencia en el grado de satisfaccion de este servicio por parte de los habitantes de la ciudad de Baños de Agua Santa. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/7007>
- Mejia, M. (2016). Investigación científica en Educacion. Lima. : *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 88.
- Molina, E., Quesada, F., Calle, A., Ortiz, J., & Orellana, D. (2018). CONSUMO SUSTENTABLE EN VIVIENDAS DE LA CIUDAD DE CUENCA. doi:<https://doi.org/10.17163/ings.n20.2018.03>
- Monsolar. (13 de marzo de 2018). <https://www.monsolar.com/blog/tipos-sistemas-solares-fotovoltaicos>.
- Montoya, S. (2017). *Residencia Universitaria y usos Complementarios de la UPC*. Lima, Perú.
- Mora, A. (2013). LAS AGUAS NEGRAS Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DEL BARRIO JUAN MONTALVO, SECTOR DE LOS TRABAJADORES MUNICIPALES DEL CANTON PUYO PROVINCIA DE PASTAZA. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/6680>

- Morató, J. (2017). “Situación y evolución de la Economía Circular en España. *Fundación COTEC para la Innovación*”.
- Muguirra, A. (2022). ¿Qué es la investigación descriptiva? *Questionpro*, 2.
- NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN. (2011, 6 DE ABRIL). *NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA*. Obtenido de <https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/nec2011-cap-16-norma-hidrosanitaria-nhe-agua-021412.pdf>
- NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN. (2018). *INSTALACIONES ELÈCTRICAS. CÒDIGO NEC-SB-IE*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>
- ONU. (2020). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. New York.
- Ortiz Vivar, R. (2019). *Diseño Estructural Sismorresistente De Una Edificación Metálica De Cuatro Niveles, Ubicado En La Ciudad De Guayaquil*. Guayaquil.
- Ortiz, R., & Pacheco . (2019). *Diseño Estructural Sismorresistente De Una Edificación Metálica De Cuatro Niveles*. Guayaquil.
- Rashid, M. H. (2017). *Electrónica de potencia: circuitos, dispositivos y aplicaciones*. Mexico: Pearson Prentice Hall.
- Reyes, A. (2015). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO COMO ENERGÍA ALTERNATIVA, QUE PERMITIRÁ SATISFACER LA NECESIDAD DE ENÉRGIA ELÉCTRICA ESTABLE EN EL SECTOR EL TABLAZO DEL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA. Obtenido de <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/1962>
- Riddell, R. (2019). *Diseño estructural*. Ediciones UC.
- Rodriguez, H. (2005). DISEÑOS HIDRAULICOS, SANITARIOS Y DE GAS EN EDIFICACIONES. Obtenido de www.libreriaingeniero.com
- Rodriguez, H. (2005). DISEÑOS HIDRAULICOS, SANITARIOS Y DE GAS EN EDIFICACIONES. Obtenido de www.libreriaingeniero.com
- Rodríguez, N. (2016). *estudio de las aguas grises*. Mexico: Trillas.
- Ruiz Delgado, L. (2021). *Aplicación de la herramienta de certificación leed en la evaluación de la sustentabilidad de equipamientos tipo Retail*. Perú.

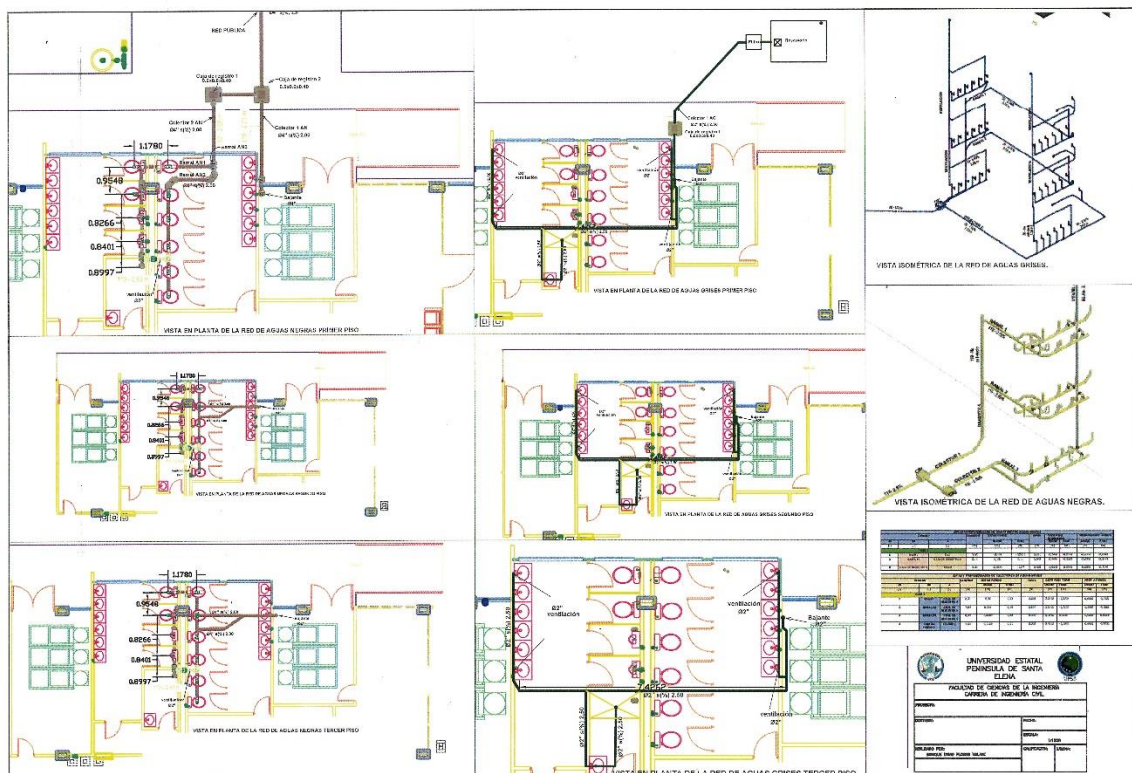
- Ruiz, E. (2012). ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VIDA DE LOS HABITANTES: LA FLORIDA BAJA, ZONA ALTA DE JESÚS DE GRAN PODER Y REINA DE TRÁNSITO DEL CANTON CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3776>
- Saclima. (1 de septiembre de 2022). *Usos más comunes de la energía solar*. Obtenido de <https://www.saclima.com/usos-mas-comunes-la-energia-solar/>.
- Sarmiento, A. (14 de agosto de 2020). *Método inductivo en la economía*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/metodo-deductivo.html>.
- ShareAmerica. (18 de noviembre de 2016). *¿Qué es la red eléctrica y cómo funciona?* Obtenido de <https://share.america.gov/es/que-es-la-red-electrica-y-como-funciona/>.
- Tobajas, C. (2015). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. Barcelona: Canopina.
- UPSE. (2021). *PLAN ESTRATEGICO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL (PERIODO UPSE 2019-2021)*. La Libertad.
- UTPL. (2020). *se convierte en la primera universidad sostenible del país*. Loja, Ecuador.
- Vargas, H. (2019). El fuego como proceso de combustion. *Scielo*, 17.
- Vargas, r. (2020). *Desarrollo sostenible de los paises en vias de desarrollo*. New York.
- Vasquez, J., & Quesada, J. (2017). DETERMINACIÓN DEL COSTO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS DIFERENTES CLASIFICACIONES PARA UNA VIVIENDA SUSTENTABLE DE LA CIUDAD DE CUENCA, ECUADOR. CUENCA, ECUADOR. doi:<https://doi.org/10.22320/07190700.2017.07.02.03>
- Velazquez, F. (2018). *Tratamiento de agua y sus diferentes métodos*. Obtenido de <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/terminosdefiniciones/tratamiento-agua-diferentes-metodos/>.
- Villegas, H. (2021). *Edificaciones inteligentes, la construccion del futuro*. Barcelona, España: Ovideo.

8. ANEXOS

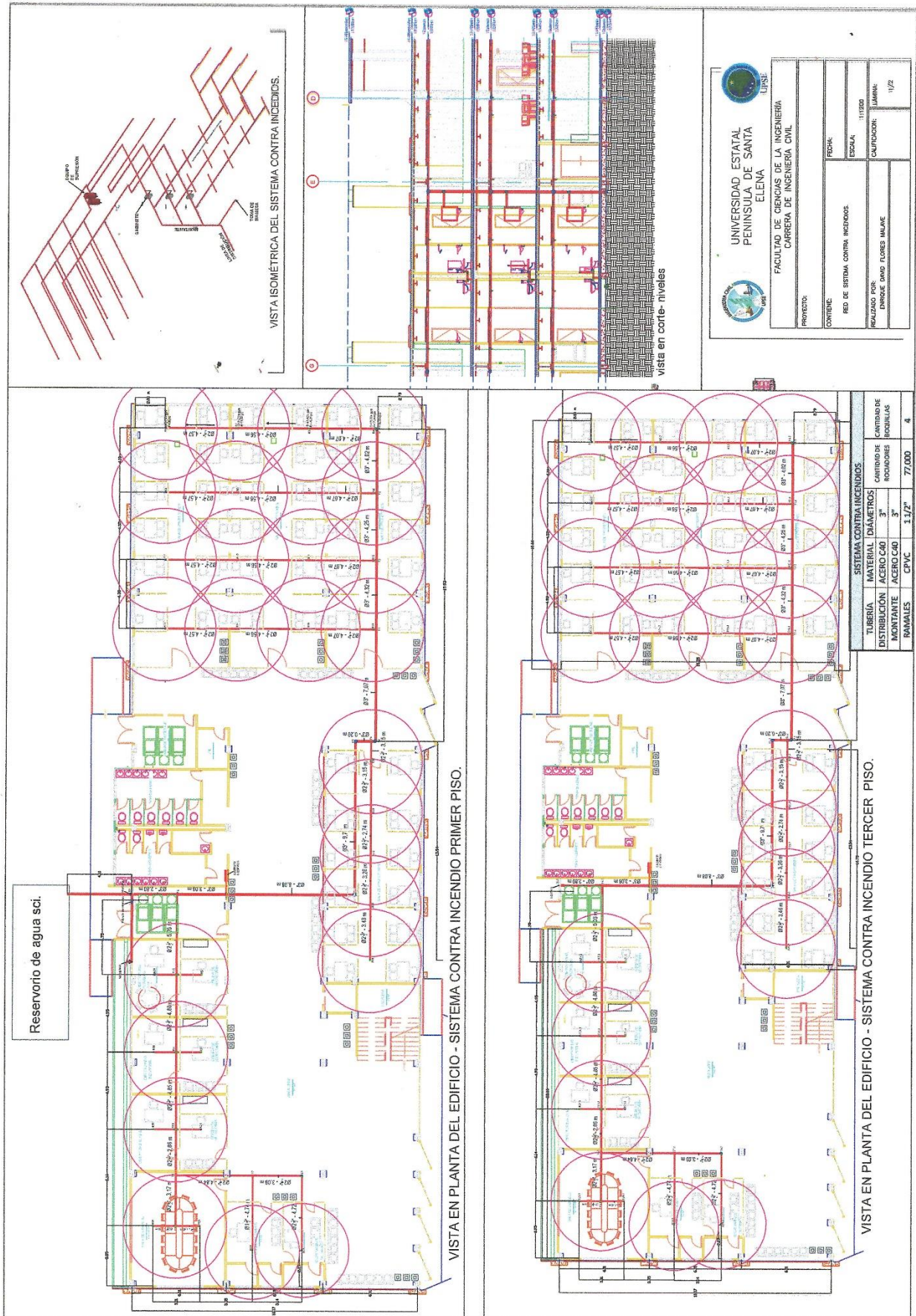
8.1 Red interna de agua potable.



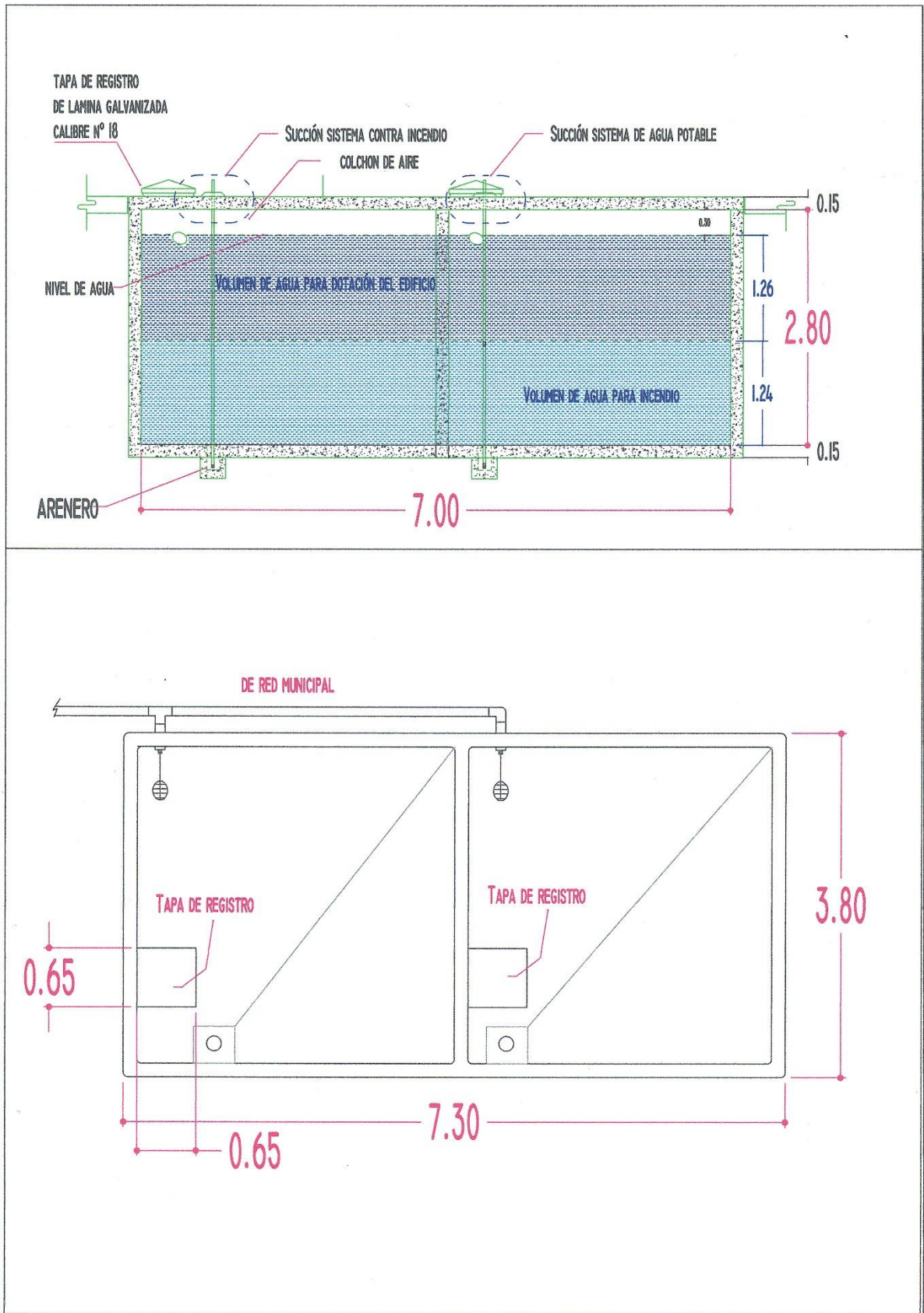
8.2 Red de aguas grises y aguas negras.



8.3 Red de sistema contra incendio.



8.7 Plano del tanque de almacenamiento de agua potable.



8. 8 Hoja de cálculo de la red de aguas negras.

Ramal	descarga bajante	unidad HC	N salidas	K	Q	Ø	Ø	S	V0	A0	Q0	Q/Q0	Y0	V/V0	D/D0	Yn	v	Dh	θ	R	t	FROUD	Verificación	Verificación
					(L.p.s)	(m)	(m)	(%)	(m/seg)	(m ²)	(L.p.s.)					(m)	(m/seg)	(m)	(rad)	(m)	(kg/m ²)		(-)	(-)
PISO 3																								
R1	1	44	10	0,33	0,523	4	0,1016	2,0%	1,22199888	0,008	9,307168742	0,05	0,148	0,398	0,1	0,015	0,49	0,01	1,580	0,009	0,1864	1,526	CUMPLE	Flujo super critico
PISO 2																								
R2	1	44	10	0,33	0,523	4	0,1016	2,0%	1,22199888	0,008	9,307168742	0,05	0,148	0,398	0,1	0,015	0,49	0,01	1,580	0,009	0,1864	1,526	CUMPLE	Flujo super critico
PISO 1																								
R3	1	44	10	0,33	0,523	4	0,1016	2,0%	1,22199888	0,008	9,307168742	0,05	0,148	0,398	0,1	0,015	0,49	0,01	1,580	0,009	0,1864	1,526	CUMPLE	Flujo super critico

8. 9 Hoja de cálculo de colectores de aguas negras.

ID	Colector	De	A	Unid HM	No Salidas	K	Q	Ø	Ø	S	V0	A0	Q0	Q/Q0	Y0	V/V0	D/D0	Yn	v	Dh	θ	R	t	FROUD	VERIFICACION	Verificación	
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(L.p.s)	(m)	(m)	(%)	(m/seg)	(m ²)	(L.p.s.)	(-)	(-)	(-)	(-)	(m)	(m/seg)	(m)	(Rad)	(m)	(Kg/m ²)	(-)	(-)	(-)	
PISO 1																											
1	Bajante #1	CAJA DE REGISTRO 1		88	20	0,23	0,51	4	0,102	2,0%	1,22	0,008	9,91	0,06	0,148	0,398	0,102	0,015	0,49	0,0104	1,5796	0,009	0,19	1,53	CUMPLE	Flujo super critico	
2	RAMAL#2	CAJA DE REGISTRO 2		44	10	0,33	0,52	4	0,102	2,0%	1,22	0,008	9,91	0,05	0,148	0,398	0,102	0,015	0,49	0,0104	1,5796	0,009	0,19	1,53	CUMPLE	Flujo super critico	
3	CAJA DE REGISTRO 2	Alcant		132	30	0,19	0,42	4	0,102	2,5%	1,37	0,008	11,08	0,06	0,163	0,425	0,116	0,017	0,51	0,0101	1,6893	0,010	0,26	1,71	CUMPLE	Flujo super critico	

8. 10 Hoja de cálculo de la red de aguas grises.

Ramal	descarga bajante	unidad HM	N salidas	K	Q	Ø	Ø	S	V0	A0	Q0	Q/Q0	Y0	V/V0	D/D0	Yn	v	Dh	θ	R	t	FROUD	Verificación	Verificación
					(L.p.s)	(m)	(m)	(%)	(m/seg)	(m ²)	(L.p.s.)					(m)	(m/seg)	(m)	(rad)	(m)	(kg/m ²)		(-)	(-)
PISO 3																								
3	1	26	13	0,29	0,315	4	0,1016	2,5%	1,36624	0,008	11,0765	0,03	0,148	0,398	0,102	0,015	0,54376	0,01036	1,580	0,009	0,23301	1,70627	CUMPLE	Flujo super critico
PISO 2																								
R2	1	26	13	0,29	0,315	4	0,1016	2,5%	1,36624	0,008	11,0765	0,03	0,148	0,398	0,102	0,015	0,54376	0,01036	1,580	0,009	0,23301	1,70627	CUMPLE	Flujo super critico
PISO 1																								
RIA	1	13	7	0,41	0,277	4	0,1016	2,5%	1,36624	0,008	11,0765	0,02	0,148	0,398	0,102	0,015	0,54376	0,01036	1,580	0,009	0,23301	1,70627	CUMPLE	Flujo super critico
RIB	1	12	6	0,45	0,287	4	0,1016	2,5%	1,36624	0,008	11,0765	0,03	0,148	0,398	0,102	0,015	0,54376	0,01036	1,580	0,009	0,23301	1,70627	CUMPLE	Flujo super critico

8. 11 Hoja de cálculo de colectores de aguas grises.

ID	Colector	De	A	Unid HM	No Salidas	K	Q	Ø	Ø	S	V0	A0	Q0	Q/Q0	Y0	V/V0	D/D0	Yn	v	Dh	θ	R	t	FROUD	VERIFICACION	Verificación	
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(L.p.s)	(m)	(m)	(%)	(m/seg)	(m ²)	(L.p.s.)	(-)	(-)	(-)	(-)	(m)	(m/seg)	(m)	(Rad)	(m)	(Kg/m ²)	(-)	(-)	(-)	
PISO 1																											
1	BAG#1	CAJA DE REGISTRO 1		52	26	0,20	0,35	4	0,102	2,5%	1,37	0,008	11,08	0,03	0,148	0,102	0,54	0,0104	1,5796	0,009	0,23	1,71	1,71	CUMPLE	Flujo super critico		
2	RAMAL#2	CAJA DE REGISTRO 1		14	7	0,41	0,29	4	0,102	2,5%	1,37	0,008	11,08	0,03	0,148	0,102	0,54	0,0104	1,5796	0,009	0,23	1,71	1,71	CUMPLE	Flujo super critico		
3	RAMAL#3	CAJA DE REGISTRO 1		12	6	0,45	0,29	4	0,102	2,5%	1,37	0,008	11,08	0,03	0,148	0,102	0,54	0,0104	1,5796	0,009	0,23	1,71	1,71	CUMPLE	Flujo super critico		
4	Caja de registro	FILTRO 1		78	39	0,16	0,38	4	0,102	2,5%	1,37	0,008	11,08	0,03	0,166	0,116	0,58	0,0101	1,6893	0,010	0,26	1,71	1,71	CUMPLE	Flujo super critico		

8. 12 vista de gabinetes equipados.



