



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE LOS
BLOQUES A Y B DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE
COTOPAXI, CAMPUS MATRIZ.**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO HIDRÁULICO.

AUTORES:

Alpusig Chuqui Hugo Geovanny
Bustos Arias Jeniffer Nicole

TUTOR:

MSc. Yenson Vinicio Mogro Cepeda


LATACUNGA, AGOSTO 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Hugo Geovanny Alpusig Churqui, con cédula de ciudadanía No. 0503020745 y Jeniffer Nicole Bustos Arias, con cedula de ciudadanía No. 040185016-9, declaramos ser autores del presente **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “EVALUACIÓN DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE LOS BLOQUES A Y B DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, CAMPUS MATRIZ”**, siendo el Ing. el Ing. Yenson Vinicio Mogro Cepeda Mg. Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi, y a sus representantes legales, de posibles reclamos por vicios ocultos.

Además, certifica que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo de investigación, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, Agosto del 2024



Hugo Geovanny Alpusig Chuqui
C.C: 040185016-9



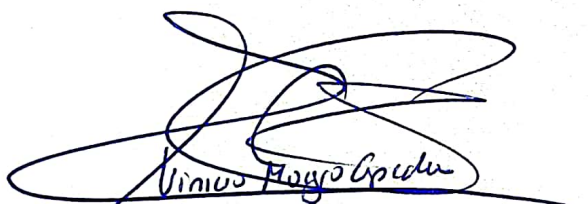
Jeniffer Nicole Bustos Arias
C.C: 050302074-5

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE LOS BLOQUES A Y B DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, CAMPUS MATRIZ” realizado por los ponentes: Hugo Geovanny Alpusig Chuqui y, Jeniffer Nicole Bustos Arias, de la carrera de Ingeniería Hidráulica, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, Agosto del 2024



Ing. Yenson Vinicio Mogro Cepeda MSc

C.C.: 0501657514

TUTOR

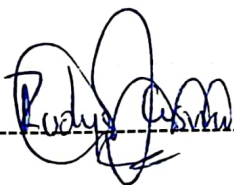
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad del tribunal de lectores, aprueba el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, por cuanto, los postulantes: Hugo Geovanny Alpusig Chuqui, con cedula de ciudadanía No. 0503020745 y Jeniffer Nicole Bustos Arias, con cedula de ciudadanía No. 0401850169, con el Título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE LOS BLOQUES A Y B DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, CAMPUS MATRIZ”**. Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos al acto de sustentación del trabajo de titulación.

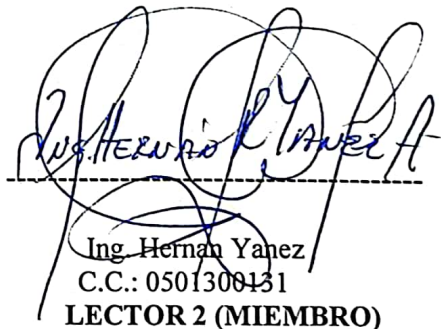
Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, Agosto del 2024

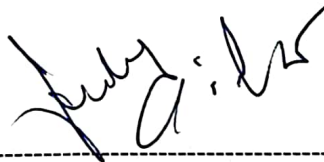
Para consistencia firma:



Ing. Rudys Cusme.
C.C: 1313770891
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Hernán Yanez
C.C.: 0501300431
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Andy Giler
C.C: 1312820325
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

A mis padres y Abuelos por todo su cariño, amor y confianza que me han sabido brindar y que han sido mi inspiración para alcanzar esta meta tan anhelada.

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento profundo a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a la Carrera de Ingeniería Hidráulica, a sus autoridades, a todo el personal docente, administrativo, que colaboraron conmigo durante el período de mi carrera.

Un agradecimiento especial al Ing. Jeison Vinicio Mogro Cepeda MSc. tutor de este trabajo de investigación por su apoyo y guía durante todo el desarrollo del presente.

A todos los docentes que tuvieron la paciencia para impartirme sus conocimientos y transmitirme sus experiencias en el camino de mi formación profesional.

Al GAD PREFECTURA DE COTOPAXI, en especial a su Prefecta, sus autoridades y a todo el personal técnico, por el apoyo, la consideración y la información brindada

A todas aquellas personas que de alguna u otra manera contribuyeron a la realización de este proyecto.

Hugo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por hacer su obra en mí, llevarme consigo de la mano y darme la fuerza y fortaleza para no desfallecer en los momentos más difíciles de mi vida.

Con especial cariño a mis Padres, y Familiares por ser los gestores en mi vida, que con su amor me ha enseñado el verdadero valor de la vida, con sus sabios consejos han hecho de mí una persona de bien y con su apoyo incondicional contribuyeron al alcance de este logro.

A mis hermanos, a quienes quiero mucho y quienes siempre han deseado lo mejor para mí y creyeron en este logro transmitiéndome fuerza y comprensión.

A una persona muy especial en mi vida que en todo momento y lugar me ha brindado siempre su apoyo como profesional a fin, de manera incondicional.

A todos mis amigos y conocidos que siempre creyeron en mí.

Hugo

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecer a Dios por darme la sabiduría, protegerme y guiarme en este camino de vida universitaria. Con todo mi cariño, dedico este esfuerzo a mi madre, por su amor incondicional, comprensión y apoyo constante.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad Técnica del Cotopaxi, especialmente a la carrera de Ingeniería Hidráulica, por darme la oportunidad de estudiar y convertirme en profesional. Su apoyo y formación han sido fundamentales en mi desarrollo académico y personal.

A mi tutor de tesis, el Ing. Yenson Vinicio Mogro Cepeda, MSc, agradezco su esfuerzo y dedicación. Sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación han sido fundamentales para que pudiera culminar con éxito mis estudios.

También me gustaría agradecer a mis profesores a lo largo de mi carrera profesional, ya que cada uno de ellos ha aportado con un granito de arena a mi formación. En especial, agradezco al Ing. Edwin Casa, Ing. Andy Giler e Ing. Jimmy Toaza, por sus valiosos consejos, enseñanza, y, sobre todo, por su amistad.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional, y a quienes me encantaría agradecer por su amistad, consejos, apoyo, ánimo, y compañía en los momentos más difíciles. Sin importar dónde se encuentren, quiero expresarles mi más profundo agradecimiento por haber sido parte de mi vida, por todo lo que me han brindado, y por todas sus bendiciones.

Jeniffer

DEDICATORIA

"Siempre parece imposible hasta que se hace."

—N. Mandela

A lo largo de nuestra vida, es fundamental tomarse un momento para detenerse, mirar atrás y reflexionar. Es en esos instantes cuando descubrimos en nuestro interior el valor de la gratitud, y comprendemos que vivimos en comunidad; que solo a través del apoyo mutuo es posible alcanzar los objetivos y metas que nos proponemos como individuos.

Dedico este trabajo a Dios y a mi padre, que desde el cielo me dan sabiduría, protección y guía en cada paso que doy. Con todo mi cariño, dedico este esfuerzo a mi madre Norma Arias, y hermanos Helen y Cooper, por su amor incondicional, comprensión y apoyo constante.

Dedico de todo corazón este trabajo a mis queridos abuelos, Mariana y Antonio, y Rosa y Gonzalo. Sus sabias palabras y su amor incondicional han sido mi faro en cada paso de este camino. Su legado de fortaleza y sabiduría vive en mí

Y cómo no dedicar este logro también a mis queridos tíos Karmita, Fernando, Diego, y Ángel. Su apoyo incondicional ha sido fundamental para llegar hasta aquí. Cada palabra de aliento, cada gesto de cariño, han sido parte esencial de este camino, y por eso, este logro es tanto mío como suyo.

A mis compañeros y amigos, gracias por estar siempre presentes. Un agradecimiento especial a mi amiga Ceci, con quien compartí cada paso de esta carrera, apoyándonos mutuamente en los momentos más difíciles, también a mis perritos Shaydi y Hans.

También dedico a una persona muy especial, que ha estado a mi lado en todo momento. Su presencia en mi vida es una fuente de inspiración. Gracias por ser parte esencial de esta travesía, por tu paciencia y por las locuras compartidas, siempre te llevare en mi corazón.

Jeniffer

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE LOS BLOQUES A Y B DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, CAMPUS MATRIZ”.

Autores:

Hugo Geovanny Alpusig Chuqui

Jeniffer Nicole Bustos Arias

RESUMEN

Los sistemas hidrosanitarios son parte fundamental del desarrollo y crecimiento de una sociedad, ya que a través de esto podemos prevenir problemas futuros. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar del sistema hidrosanitario para los Bloques A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Matriz, mediante información de campo para identificar la condición y situación actual en que se encuentra. El método de investigación es cuantitativo porque nos permite medir y analizar datos de manera eficiente, comparar resultados con estándares y normativas vigentes en nuestro país. Las dotaciones para el consumo de agua se determinaron de acuerdo con las recomendaciones de la NEC11 (Norma Ecuatoriana de la Construcción), Capítulo 16, en relación con la dotación asignada para edificios de estas características. Los parámetros para el diseño de aguas servidas y aguas lluvias se seleccionaron de las Normas para Estudio y Diseño de Agua Potable y Aguas Residuales del INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). Los resultados más destacados de la investigación demostraron que la presión en los diferentes pisos se encuentra entre 15 y 35 PSI, cumpliendo con los requisitos establecidos por las normativas vigentes y asegurando el correcto funcionamiento de los aparatos sanitarios, que requieren un mínimo de 14.22 PSI, sin embargo, debido a una alta demanda de servicio, el sistema de bombeo requiere una potencia más alta de la que se tiene. Además, se identificaron áreas que no estaban contempladas en los planos iniciales, lo que resaltó la importancia de realizar una inspección detallada en el sitio para posteriormente actualizar las modificaciones de diseño, Finalmente se recomienda a los futuros ingenieros utilizar métodos y normativas actualizadas que rijan en el país, para los respectivos cálculos y diseños hidrosanitarios.

Palabras clave: Red De Agua Potable, Red De Agua Sanitaria, Red De Agua Pluvial Universidad Técnica De Cotopaxi, Dotaciones.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

THEME: “ASSESSMENT OF THE WATER SYSTEM AT A AND B BLOCKS FROM TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI, CAMPUS MATRIX”.

Authis:

Hugo Geovanny Alpusig Chuqui

Jeniffer Nicole Bustos Arias

ABSTRACT

Hydro sanitary systems are a fundamental part of the society development and growth, as they help prevent future problems. Evaluating the hydrosanitary system to A and B blocks from the Technical University of Cotopaxi, Matrix Campus was the objective, through field information to identify the current condition and situation. The research method is quantitative because allows us to measure and analyze data efficiently and compare results with current standards and regulations in the country. Water supply provisions were determined according to the recommendations of NEC11 (Ecuadorian Construction Standard), Chapter 16, concerning the supply assigned for buildings of these characteristics. The parameters design for wastewater and rainwater were selected from the Standards for the Study and Design of Drinking Water and Wastewater of INEN (Ecuadorian Institute of Standardization). The most significant results about this research demonstrated that the pressure on the different floors ranges between 15 and 35 PSI, complying with the requirements established by current regulations and ensuring the proper functioning of sanitary appliances, which require a minimum of 14.22 PSI. However, due to a high service demand, the pumping system requires higher power than currently available. Additionally, areas that were not included in the original plans were identified, highlighting the conducting importance a detailed on-site inspection to subsequently update the design modifications. Finally, it is recommended that future engineers use updated methods and regulations in the country for the respective hydrosanitary calculations and designs.

Keywords: Drinking Water Network, Sanitary Water Network, Rainwater Network, Technical University of Cotopaxi, Provisions.

CERTIFICACIÓN DE INFORME DE SIMILITUD

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el tema: “Evaluación del Sistema Hidrosanitario de los Bloques A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Matriz”, de Hugo Geovanny Alpusig Chuqui y Jeniffer Nicole Bustos Arias, de la carrera de Ingeniería Hidráulica, remito la captura de pantalla del reporte del sistema de reconocimiento de texto Compilatio, con un porcentaje de coincidencias del 7%; y, expreso una vez más, mi conformidad en cuanto a la dirección del trabajo de titulación.

Tesis Alpusig - Bustos

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %

INDICE DE SIMILITUD

7 %

FUENTES DE INTERNET

0 %

PUBLICACIONES

0 %

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

7%

★ www.dspace.uce.edu.ec

Fuente de Internet

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Latacunga, Agosto del 2024

Ing. Yenson Vinicio Mogro Cepeda MSc
C.C.: 0501657514
TUTOR

Carrera de
Hidráulica

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	9
ABSTRACT.....	10
1. INFORMACIÓN GENERAL	22
2. INTRODUCCIÓN.....	23
2.1 Situación Problemática.....	24
2.2 Formulación del problema	24
2.3 Objeto y Campo de Acción	24
2.3.1 Objeto de Investigación	24
2.3.2 Campo de Acción.....	24
2.4 Beneficiarios.....	24
2.4.1 Directos:.....	24
2.4.2 Indirectos:	25
2.5 Justificación.....	25
2.6 Hipótesis.....	25
2.7 Objetivos	26
2.7.1 Objetivo General:.....	26
2.7.2 Objetivos Específicos:	26
2.7.3 Sistema de Tareas.....	26
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	27
3.1 Antecedentes del Proyecto	27
3.2 Marco Conceptual Referencial.....	28
3.2.1 Balance de pérdidas	29
3.2.2 Suministro de Agua Potable.....	29
3.2.3 Consumo de Agua.....	30

3.2.4	Parámetros de la Norma Hidrosanitaria NHE para Suministro de Agua	31
3.2.5	Redes de distribución principales y secundarias.....	32
3.2.6	Fugas visibles.....	33
3.2.7	Mantenimiento preventivo	33
3.2.8	Mantenimiento correctivo	33
3.2.9	Método Volumétrico	33
3.2.10	Red de Agua Potable.....	33
3.2.11	Pérdidas por Fricción	40
3.2.12	Estimación del Caudal Máximo Probable (QMP).....	40
3.2.13	Coefficiente de Simultaneidad	40
3.2.14	Selección del Tipo de Bomba	41
3.2.15	Determinación de la Potencia de la Bomba (BHP).....	43
3.2.16	Red de Aguas Sanitarias.....	43
3.2.17	Red de Aguas Pluviales.....	49
4.	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.....	53
4.1	Desarrollo del Proyecto	53
4.2	Levantamiento de Información	53
4.2.1	Área de Estudio.....	53
4.2.2	Población Actual de los Bloques A y B.	54
4.2.3	Infraestructura Hidrosanitaria de la Institución	55
4.3	Revisión de Planos As-built y Verificación en Campo	56
4.4	Levantamiento de Campo de la Red de Agua Potable del Bloque A y B existente.	57
4.4.1	Presiones de la red de agua potable	57
4.4.2	Caudal de la red de agua potable	60
4.4.3	Tubería instalada de los Bloques A y B.	60

4.5	Levantamiento de Campo de la Red Aguas Servidas y Aguas Lluvia del Bloque A y B.	60
4.5.1	Diámetros de la tubería instaladas en los bloques A y B.	61
4.6	Determinar los Parámetros de Red la Agua Potable	62
4.6.1	Caudal Mínimo de aparatos sanitarios (<i>qi</i>)	63
4.6.2	Caudal Máximo Probable en Edificios.	64
4.6.3	Velocidad.	65
4.6.4	Método de las Longitudes Equivalentes	65
4.6.5	Cálculo de volumen para la cisterna	69
4.6.6	Sistema de Bombeo.	70
4.7	Determinación de los Parámetros Hidráulicos de la Red Sanitaria y Pluvial	72
4.7.1	Comprobación de Redes de Aguas Sanitarias y Aguas Lluvia actuales:	72
4.7.2	Pendiente.	74
4.7.3	Tubería sanitaria.	74
4.7.4	Capacidad Hidráulica de la Tubería	78
4.8	Elaboración de los Planos del Sistema Hidrosanitarios	82
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	82
5.1	Resultados del sistema de agua potable de los Bloques A y B.	83
5.1.1	Diseño y Funcionamiento	83
5.1.2	Verificación de los caudales actuales y los determinados.	85
5.1.3	Verificación de los diámetros de tubería actuales y los determinados.	86
5.1.4	Tipo de Bomba.	86
5.1.5	Presión.	87
5.2	Resultados de la Evaluación de la Red Sanitaria de los Bloques A y B.	89
5.3	Resultados de la red Pluvial	92

5.3.1	Capacidad hidráulica con H-Canales para Agua lluvias	93
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
7.	BIBLIOGRAFÍA	97
	ANEXOS	99

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 3.2.1.	Pérdidas por fricción unitaria en tuberías.	35
Ecuación 3.2.2.	Pérdidas por fricción.	40
Ecuación 3.2.3.	Cálculo (QMP) para edificios o viviendas.	40
Donde:	40
QMP	= Caudal Máximo Probable (L/s).....	40
$k1$	= Coeficiente de simultaneidad, en la Tabla 13 (adimensional).....	40
qi	= Sumatoria de caudal instantáneo mínimo (L/s).....	40
Ecuación 3.2.4.	Coeficiente de simultaneidad para viviendas o edificio.....	41
Ecuación 3.2.5.	Altura Dinámica Total (TDH).	42
Ecuación 3.2.6.	Potencia absorbida o potencia al Freno (BHP).	43
Ecuación 3.2.7.	Caudal unitario máximo con fluxómetro.	45
Ecuación 3.2.8.	Caudal unitario con tanque o llaves.	45
Ecuación 3.2.9.	Caudal unitario con fluxómetro.	46
Ecuación 3.2.10.	Cálculo de la velocidad utilizando Manning.....	47
Ecuación 3.2.11.	Cálculo del caudal.	47
Ecuación 3.2.13.	Método racional.	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Campos de la Ciencia y Tecnología UNESCO [1].	22
Tabla 2: Sistema de Tareas del Plan de Titulación.....	26
Tabla 3. Dotaciones Para Edificaciones De Uso Específico [11].	31
Tabla 4. Demandas De Caudales, Presiones Y Diámetros En Aparatos De Consumo [11].....	31
Tabla 5. Coeficientes De Fricción [19].	36
Tabla 6. Longitud Equivalente Codo 90 Radio Largo [19].....	36
Tabla 7. Longitud Equivalente Codo radio corto 90° [19].....	37
Tabla 8. Longitud Equivalente Codo 45° [19].	37
Tabla 9. Longitud Equivalente, Válvula de compuerta abierta [19].	38
Tabla 10. Longitud Equivalente Tee paso directo normal [19].....	38
Tabla 11. Longitud Equivalente Tee paso de lado y salida bilateral [19].	39
Tabla 12. Longitud Equivalente Reducción Longitudes [19].	39
Tabla 13. Coeficiente De Simultaneidad [19].....	41
Tabla 14. Unidad De Descarga [19].....	45
Tabla 15. Pendiente Respecto A Máximo De Unidades Conectadas [17]	47
Tabla 16. Rugosidad Típicas para tuberías a presión [22]	48
Tabla 18. Estación Metereológica Aeropuerto Latacunga [24].....	50
Tabla 19. Coeficientes de escurrimiento según tipo de zona [19].	51
Tabla 21. Población Actual De Los Bloques A Y B, que circulan en diferentes horarios de la jornada laboral en la Universidad Técnica De Cotopaxi.	55
Tabla 27. Resultados obtenidos en el tercer piso.	58
Tabla 25. Tuberías instaladas en los bloques A y B en Redes de Agua Sanitarias y Agua lluvia Levantadas.	61
Tabla 26. Dimensiones internas de las cisternas que abastecen de agua potable a los bloques A y B.....	62

Tabla 27. Dispositivos instalados en el Bloque B.....	63
Tabla 28. Numero de Accesorios del Bloque B del tercer piso.....	63
Tabla 29. Caudal Instantáneo mínimo en el Tercer Piso.....	63
Tabla 31. Velocidad para cada tramo.	65
Tabla 32. Coeficiente de fricción para método de las longitudes equivalentes [19].....	65
Tabla 33. Valores de los diferentes accesorios.....	66
Tabla 34. Valores obtenidos de las longitudes totales.....	66
Tabla 37. Cálculo de consumo diario de los bloques A y B.....	69
Tabla 41. Estación Metereológica Aeropuerto Latacunga	80
Tabla 47. Cálculo de velocidades para la sección de Tubería del Bloque B.....	90
Tabla 50. Población Actual De Los Bloques A Y B De La Universidad Técnica De Cotopaxi. ..	99
Tabla 51. Medición de presiones realizadas en el Bloque A de la UTC, durante 14 días. Primera parte.....	105
Tabla 52. Medición de presiones realizadas en el Bloque A de la UTC, durante 14 días, Segunda parte.....	105
Tabla 53. Medición de presiones realizadas en el Bloque B de la UTC, durante 14 días, Primera parte.....	106
Tabla 54. Cálculo del caudal máximo probable (QMP) del Bloque B.	107
Tabla 55. Cálculo del Agua Potable del Bloque B.....	107
Tabla 56. Cálculo del caudal máximo probable (QMP) del Bloque B, primera parte.....	108
Tabla 57. Cálculo del Agua Potable del Bloque B, segunda parte.....	108
Tabla 59. Cálculo del Agua Potable del Bloque A, Primera parte.	110
Tabla 60. Cálculo del caudal máximo probable (QMP) del Bloque A, Segunda Parte.	111
Tabla 61. Cálculo del Agua Potable del Bloque A, segunda parte.....	112
Tabla 62. Cálculo del sistema Sanitario del Bloque A.....	113
Tabla 63. Cálculo para la sección de Tubería del Bloque A.	113

Tabla 64. Cálculo del Sistema Sanitario del Bloque B.	114
Tabla 65. Cálculo para la sección de Tubería del Bloque B.	114
Tabla 66. Cálculo del Agua Lluvia de los Bloques A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	115
Tabla 67. Cálculo del Agua Lluvia de los Bloques A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de Flujo referente al Marco Teórico.	29
Figura 2. Clasificación de consumo de agua [9].	30
Figura 3. Sistema de Distribución con una Reserva Inferior y Equipo Hidroneumático [16].	35
Figura 4. Capacidad Hidráulica [18].	46
Figura 5. Diagrama de Flujos de la Metodología	53
Figura 6. Ubicación del área de estudio de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	54
Figura 7. Plano Implantación General del bloque A y B.	56
Figura 8. Instrumentos utilizados para medir presiones.	57
Gráfica 1. Presiones en los puntos críticos	59
Figura 9. Comprobación de presión en jardineras del cuarto piso, Bloque A (30 PSI promedio).	59
Figura 10. Levantamiento de información de tanques cisternas.	62
Figura 11. Comprobación llevada a cabo en el pozo de alcantarilla del bloque A que conecta al colector de la red municipal.	72
Figura 15. Levantamiento de Información de las Redes de Agua Potable desde la Cisterna hasta los Bloques A y B, utilizando Tubería HG de 2"	100
Figura 16. Se detectaron fugas de agua en el jardín frontal de la universidad debido al deterioro de los accesorios.	100
Figura 18. Comprobación de la presión de agua potable en el baño de hombres del Bloque B, con un valor registrado de 35 PSI.	100
Figura 23. Inspección de las conexiones y tuberías de aguas sanitarias.	102

Figura 24. Verificación de la caja de revisión del Bloque B y del sentido del flujo de aguas residuales.....	102
Figura 25. Verificación de la caja de revisión del Bloque B y del sentido del flujo de aguas lluvias.....	102
Figura 26. Levantamiento de información de las redes sanitarias: se observa un pozo de alcantarillado en la salida principal del Edificio A.	102
Figura 27. Levantamiento de información de redes sanitaria, se observa caja de revisión de alcantarillado salida del edificio B.....	103
Figura 28. Verificación de cisternas de agua potable.....	104
Figura 29. Verificación de tanque hidroneumático de agua potable.	104
Figura 30. Verificación de bombas de agua potable.	104
Figura 31. Verificación de bombas de agua potable.	104
Figura 32. Plano de distribución de agua potable Planta Baja, Bloque A.	118
Figura 33. Planos de distribución de Agua Potable Primer Piso Alto. Bloque A.	119
.....	120
Figura 34. Planos de distribución de Agua Potable 2do, Piso Alto. Bloque A.	120
Figura 35. Planos de distribución de Agua Potable 3er, Piso Alto. Bloque A.	121
Figura 36. Planos de Distribución de Agua Potable 4to Piso, Bloque A.	122
.....	124
Figura 38. Planos de Distribución de Agua Potable 1er. Piso Alto, Bloque B.....	124
Figura 39. Planos de Distribución de Agua Potable 2do Piso Alto Bloque B.	125
Figura 40. Planos de Distribución de Agua Potable 3er Piso Alto, Bloque A.	126
Figura 41. Planos de Aguas Servidas Planta Baja Bloque A.	127
Figura 42. Planos de Aguas Servidas 1er piso. Bloque A.....	128
Figura 43. Planos de Aguas Servidas 2d.o piso Bloque A.	129
.....	130
Figura 44. Planos de Aguas Servidas 3ro. piso Bloque A.....	130

.....	131
Figura 45. Planos de Aguas Servidas 4ro. piso Bloque A.....	131
.....	132
Figura 46. Planos de Aguas Servidas Planta Baja Bloque B.	132
Figura 47. Planos de Aguas Servidas 1er piso. Bloque B.....	133
Figura 48. Planos de Aguas Servidas 2d.o piso Bloque B.....	134
.....	135
Figura 49. Planos de Aguas Servidas 3ro. piso Bloque B.....	135
Figura 50. Plano Bombas y Cisternas de Agua Potable Bloque A y B.	136
Figura 51. Plano Evacuación Agua Lluvias del Bloque A y B.	137
Figura 52. Planos Isométrico agua potable de Bloque A.....	138
.....	139
Figura 54. Planos Isométrico agua potable de Bloque B.....	139
.....	140
Figura 56. Planos Isométrico AASS. de Bloque A.....	140
Figura 58. Planos Isométrico AASS. de Bloque B.....	141
ANEXOS	
Anexo 1. Población actual de estudiantes del campus matriz de los bloques A y B, en modalidad presencial en el período OCTUBRE 2023-MARZO 2024.....	99
Anexo 2. Verificación en campo y evidencias de Recolección de datos de Agua Potable.	100
Anexo 3. Verificación en campo y evidencias de Recolección de datos de Aguas Sanitarias....	102
Anexo 4. Verificación en campo y evidencias de Recolección de datos de la cisterna y sistema de bombeo.....	104
Anexo 5. Cálculo de Presiones Tomadas en Campo para Agua Potable de los Bloques A y B..	105
Anexo 6. Cálculos Relacionados con el Suministro de Agua Potable de los Bloques A y B.	107
Anexo 7. Obtención de calculos referentes al Sistema Sanitario de los Bloques A y B.....	113

Anexo 8 Obtención de los cálculos referentes al Agua Lluvia.	115
Anexo 9 . Planos del Sistema de Agua Potable de los Bloques A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	118
Anexo 9. Planos del Sistema Sanitario de la Universidad Técnica de Cotopaxi de los bloques A y B.	127
Anexo 10. Plano de la Cisterna de Agua Potable de los Bloques A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	136
Anexo 11. Plano de Sistema de Aguas Lluvias de Agua Potable de los Bloques A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	137

1. INFORMACIÓN GENERAL

Tema del proyecto: Evaluación del Sistema Hidrosanitario de los bloques A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Matriz.

Modalidad de Titulación:

Propuestas Tecnológicas	<input type="checkbox"/>
Proyectos de Investigación	<input checked="" type="checkbox"/>

Carrera: Ingeniería Hidráulica

Equipo del Trabajo de Titulación:

Hugo Geovanny Alpusig Chuqui

Jeniffer Nicole Bustos Arias

Tutor: MSc. Yenson Vinicio Mogro Cepeda

Área de Conocimiento:

Tabla 1. Campos de la Ciencia y Tecnología UNESCO [1].

07 Ingeniería, Industria y Construcción.	073 Arquitectura y Construcción	0732 Construcción e Ingeniería civil
--	---------------------------------	--------------------------------------

Línea de investigación: Cálculos Hidráulicos, Diseño de Obras Hídricas.

Sublíneas de investigación de la Carrera: Gestión y manejo sostenible y/o sustentable del recurso hídrico.

2. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los sistemas hidrosanitarios se describen como la infraestructura y los servicios destinados a asegurar el abastecimiento de agua potable, el tratamiento y disposición de aguas residuales, así como la gestión integral de los desechos sólidos. Estos sistemas incluyen diversos componentes, como redes de distribución de agua, plantas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de alcantarillado y la gestión completa de residuos sólidos [1].

En la actualidad, es esencial contar con una infraestructura eficiente para el suministro de agua potable, la gestión de aguas residuales, especialmente cuando residen a un gran número de personas. Este desafío representa una carga considerable para la ingeniería hidráulica, debido a que las entidades responsables del suministro de agua potable y saneamiento establecen normativas cada vez más estrictas para mejorar los sistemas existentes. Debido a las dificultades asociadas con la operación de sistemas antiguos, que conllevan altos costos de mantenimiento y problemas en su funcionamiento, se adoptan medidas correctivas, como la implementación de nuevos diseños o la reconfiguración de los sistemas existentes.

El funcionamiento adecuado de las instalaciones hidrosanitarias en un edificio refleja las condiciones de los sistemas de agua potable, aguas servidas y lluvias. Esto nos ayuda a identificar los problemas que pueden surgir en la edificación, ya sea por el desgaste de los elementos debido a su vida útil o por el incremento en la demanda. Según la NEC 11, establece directrices para el diseño de sistemas hidrosanitarios en edificios. Estas normativas aseguran que los sistemas satisfagan la demanda específica según el propósito de cada edificio [2].

En vista de esto, es importante evaluar los sistemas hidrosanitarios de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para evitar problemas como la baja presión en el agua, la obtención de planos desactualizados que no reflejan los cambios o reparaciones realizadas, y la aparición de malos olores debido a posibles defectos en el sistema de desagüe. Estos factores podrían generar dificultades tanto en la distribución del agua como en la evacuación de aguas residuales y pluviales.

Dado que los Bloques A y B tiene actualmente alberga una población universitaria de aproximadamente cuatro mil quinientas veinticuatro personas, que transitan por la universidad en diferentes horarios del día, incluyendo docentes, estudiantes, personal administrativo y de servicio, hay que tomar en cuenta que esta población ha crecido en los últimos años, la demanda de los

servicios básicos se ha incrementado. En este marco, es muy fundamental llevar a cabo una evaluación del sistema hidrosanitario en los Bloques A y B del Campus Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Este estudio tiene como objetivo analizar y optimizar el diseño e instalación de dichos sistemas, asegurando su cumplimiento con las normativas vigentes.

2.1 Situación Problemática

La infraestructura de agua potable, aguas sanitarias y aguas lluvias tienden a deteriorarse de manera no lineal debido al incesante envejecimiento de los sistemas de conducción y distribución. De ahí surge la evidente necesidad de intervenir en la evaluación el sistema hidrosanitario de los Bloques A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Matriz. Además, departamento de planificación no cuenta con planos actualizados de las redes hidrosanitarias de los bloques mencionados, lo que agrava la situación al no disponer con un plan de mantenimiento preventivo. Esto repercute considerablemente el deterioro de los elementos del sistema y acelera la necesidad de realizar reparaciones futuras o incluso reemplazar partes del sistema. Tal situación implica posibles roturas de las tuberías de la red de agua potable, agua servidas y aguas lluvias, lo que afectaría negativamente tanto la calidad del servicio como la imagen de la institución. Por otra parte, documentos de agencias de desarrollo y entidades públicas recalcan la importancia de mejorar estos sistemas para garantizar un ambiente seguro y saludable.

2.2 Formulación del problema

Deterioro del Sistema hidrosanitario de los bloques A y B de la UTC dada su demanda de servicio y su incidencia repercute negativamente en su funcionamiento operativo de manera eficiente.

2.3 Objeto y Campo de Acción

2.3.1 Objeto de Investigación

Bloques A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi, campus Matriz.

2.3.2 Campo de Acción

(5299.05) Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

2.4 Beneficiarios

2.4.1 Directos:

- Población de estudiantes, docentes y personal administrativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

- Investigadores del proyecto de Titulación.

2.4.2 Indirectos:

- Población aledaña a la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Futuros ingenieros Hidráulicos.

2.5 Justificación

Las fugas visibles detectadas en los accesorios instalados representan una pérdida significativa de agua potable, esto impacta negativamente en la eficiencia operativa del sistema, generando una disminución en la presión del agua que afecta a todos los accesorios de la red. Además, las fugas contribuyen al desperdicio de un recurso vital como el agua, lo que contraviene los principios de sostenibilidad ambiental que la universidad debe promover. Abordar este problema mediante la reparación de las fugas y la optimización de la red garantizará una presión de agua adecuada y reducirá el desperdicio, mejorando la operación de las mismas.

Es fundamental que el sistema se adapte a las normativas hidrosanitarias de construcción que rigen en el país para asegurar su eficacia, sostenibilidad, y conformidad con los estándares legales y técnicos. La utilización de estas normativas no solo mejorará el funcionamiento del sistema, sino que también asegurará que la universidad esté a la vanguardia en el cumplimiento de las prácticas en ingeniería hidrosanitaria.

Por lo tanto, la finalidad de este estudio es recopilar la mayor cantidad información relacionada con su diseño y la condición física actual del sistema de distribución de agua potable, aguas residuales y aguas pluviales, para conocer su condición y funcionamiento, debido a que actualmente la Universidad no cuenta con datos actualizados, para posteriormente corregir y dar soluciones óptimas ante cualquier novedad encontrada o que se prevea presentar en el futuro, en el sistema hidráulico, drenaje sanitario y pluvial, de los Bloques A y B del campus universitario.

2.6 Hipótesis

El sistema hidrosanitario actual de los Bloques A y B no tiene la capacidad para satisfacer las demandas de agua durante las horas pico, lo que provoca disminuciones en la presión del agua en los últimos pisos.

2.7 Objetivos

2.7.1 Objetivo General:

Evaluar la eficiencia del sistema hidrosanitario del Bloque A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi, campus Matriz.

2.7.2 Objetivos Específicos:

- Revisar la literatura técnica y normas Hidrosanitarias (NHE).
- Recolectar datos técnicos de la construcción existente del sistema de agua potable, aguas servidas y aguas lluvias de los bloques A y B.
- Evaluar los parámetros del sistema hidrosanitarios de los bloques A y B, con las normativas NEC 11.
- Diseñar el sistema hidrosanitario de los bloques A y B, usando software académico de AutoCAD.

2.7.3 Sistema de Tareas

Tabla 2: Sistema de Tareas del Plan de Titulación

Objetivos específicos	Actividades (tareas)	Resultados esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
Revisar la literatura técnica y las normas vigentes para el sistema hidrosanitario.	<ul style="list-style-type: none">• Revisión de la literatura técnica relevante.	<ul style="list-style-type: none">• Informe de revisión de literatura.	<ul style="list-style-type: none">• Acceso a bases de datos académicas, bibliotecas.
	<ul style="list-style-type: none">• Comparación de las normas vigentes con las prácticas actuales.	<ul style="list-style-type: none">• Documento comparativo de normas y prácticas.	<ul style="list-style-type: none">• Documentos normativos, software de análisis.
Recolectar datos técnicos de la construcción existente del sistema de agua potable, aguas servidas y aguas lluvias de los bloques A y B, proporcionados por la Universidad Técnica de Cotopaxi.	<ul style="list-style-type: none">• Elaboración de una recopilación de los componentes del sistema hidrosanitario actual.	<ul style="list-style-type: none">• Recopilación detallada de los componentes existentes.	<ul style="list-style-type: none">• Formatos de recolección de datos, herramientas de inspección.
	<ul style="list-style-type: none">• Revisión de planos y documentos técnicos proporcionados por la universidad.	<ul style="list-style-type: none">• Compilación de la documentación técnica existente.	<ul style="list-style-type: none">• Planos, documentos técnicos, acceso a archivos de la universidad.

Evaluar los parámetros del sistema hidrosanitario de los bloques A y B, con las normativas NEC 11.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de un diagnóstico de los parámetros actuales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico detallado de parámetros del sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Herramientas de medición, formatos de diagnóstico.
	<ul style="list-style-type: none"> • Validación de los parámetros con las normativas NEC 11. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de cumplimiento con normativas NEC 11. 	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos de normativa NEC 11, software de análisis.
Diseñar el sistema hidrosanitario de los bloques A y B, usando software académico de AutoCAD.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de un nuevo diseño del sistema hidrosanitario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevo diseño del sistema hidrosanitario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Softwares y herramientas de diseño.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 Antecedentes del Proyecto

La Universidad Técnica de Cotopaxi fue creada el 24 de enero de 1995 mediante Registro Oficial y la aprobación del Alma Mater. La construcción del Bloque B comenzó su construcción en el 2004, siendo inaugurada en el 2006, mientras que el Bloque A fue construido dos años después, en el 2008, ahora alberga las principales oficinas administrativas y aulas modernas [4].

La universidad tiene su planta matriz ubicada en San Felipe, donde funcionan las facultades de Ciencias Administrativas, Ciencias Humanas, Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Centro de Idiomas y Posgrado, cada una con sus respectivas carreras.

En el Campus Matriz, de la UTC del Bloque A, es un edificio que cuenta con 5 plantas en este funcionan las oficinas de las facultades de Ciencias Administrativas, Ciencias Humanas, Centro de Posgrado una sala cemi circular, cafetería, 40 aulas con capacidad para 45 estudiantes, una biblioteca, dos laboratorios de computación, las baterías sanitarias para hombres disponen con 2 inodoros, 3 urinarios, 3 lavabos, mientras que las de mujeres cuentan con 2 inodoros y 3 lavamanos. Asimismo, el bloque cuenta con un ascensor y 11 aulas destinadas al centro de Idiomas, que incluye oficinas administrativas, una biblioteca multimedia y baterías sanitarias en las plantas 2 y 3.

En el Bloque B, por su parte, es un edificio que cuenta con 4 plantas en este funcionan las oficinas de las facultades de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, sala de profesores, oficina del personal docente, oficina de la FEUE, un auditorio, tres laboratorios de computación, aulas de estudiantes de ingeniería, las baterías sanitarias similares a las del Bloque A. Cada piso cuenta con jardines en los que están instaladas válvulas de compuerta, las cuales se utilizan para el riego de las plantas.

Según [3], llevaron a cabo una investigación centrada en evaluar el sistema hidrosanitario de un colegio, con el objetivo principal de mejorar la eficiencia del suministro de agua potable y el saneamiento en la institución educativa José Peralta, en Guayaquil. Para ello, utilizaron un enfoque deductivo, un método de razonamiento científico que les permitió recopilar información previa. A partir de este análisis, concluyeron que se requería un sistema de presión adecuado, basado en cálculos realizados durante visitas al colegio. Como solución, propusieron la instalación de una bomba de 2.5 hp y dos tanques hidroacumuladores de 60 galones de capacidad cada uno [3].

Por otra parte [4], evaluaron el sistema hidrosanitario de un colegio, con el objetivo de mejorar la eficiencia del suministro de agua potable y saneamiento en la institución educativa José Peralta en Guayaquil. Utilizando un enfoque deductivo, identificaron la necesidad de un sistema de presión basado en el cálculo de presiones. Tras realizar visitas al colegio, propusieron como solución la instalación de una bomba de 2,5 hp y 2 tanques hidroneumáticos con una capacidad de 60 galones cada uno.

A partir de estas investigaciones se desarrolló nuestro proyecto, enfocándose en la evaluación del sistema hidrosanitario, utilizando como referencias estudios previos.

3.2 Marco Conceptual Referencial

Se hace referencia a la recopilación de datos y los estudios preliminares necesarios para definir métodos y validar alternativas técnicamente factibles en el tratamiento de agua potable, aguas servidas y aguas lluvias [5].

El propósito de este capítulo es sentar las bases teóricas necesarias para respaldar la investigación sobre redes de agua potable aguas servidas y aguas lluvias. En este sentido, se abordarán y definirán los conceptos fundamentales que formarán parte integral del modelado de estas redes como se presenta en la Figura 1:

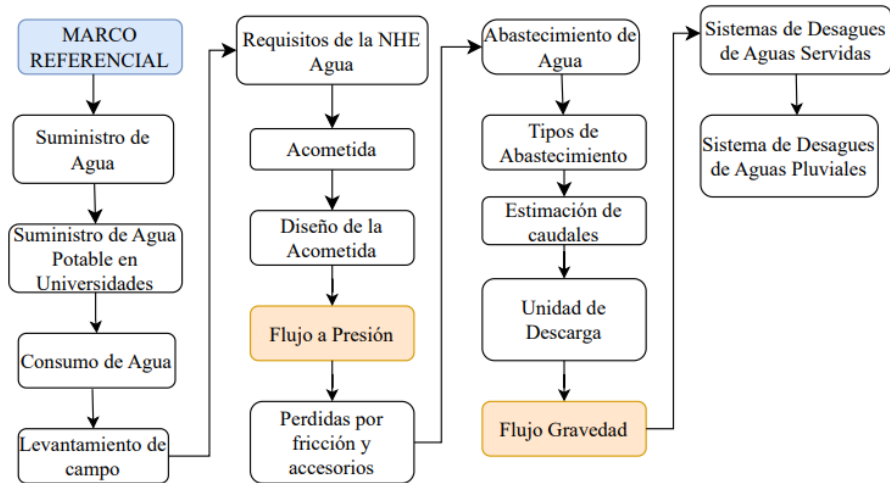


Figura 1: Diagrama de Flujo referente al Marco Teórico.

3.2.1 Balance de pérdidas

El balance de pérdidas permite cuantificar y evaluar la distribución, consumo y pérdidas de agua dentro de un sistema de suministro. Este análisis se realiza a través de una serie de tareas específicas, que incluyen la cuantificación del agua suministrada, la estimación de consumos tanto medidos como no medidos, y la evaluación de pérdidas potenciales y reales en el sistema. El objetivo del balance de agua es identificar discrepancias entre el agua que entra en el sistema y la que se distribuye, consumiendo o se pierde, con el fin de optimizar la gestión de recursos hídricos, reducir fugas, mejorar la eficiencia y garantizar un suministro sostenible [3].

3.2.2 Suministro de Agua Potable

El sistema de agua potable se compone de una serie de infraestructuras creadas para suministrar agua potable a las viviendas en áreas urbanas con alta densidad poblacional, así como en municipios o regiones rurales relativamente densas. El agua potable puede ser extraída a través de diferentes métodos o fuentes, según el origen del recurso hídrico [6].

El abastecimiento de agua potable es fundamental para la vida y el desarrollo humano. Para asegurar este suministro, se necesitan fuentes de agua sostenibles y sistemas complejos que incluyen almacenamiento, purificación y drenaje del agua. Este proceso es especialmente importante en áreas urbanas con alta densidad poblacional, donde se encuentran grandes ciudades y pueblos [6].

El sistema de abastecimiento inicia en la captación de agua, que luego es conducida a una planta de tratamiento. Después de ser purificada, el agua se almacena en un tanque reservorio, desde donde se distribuye a través de una red de tuberías hacia casas o instituciones educativas [7].

3.2.2.1 Suministro de Agua Potable en Campus Universitarios

Es esencial determinar la cantidad de agua necesaria en las instituciones académicas, para gestionar el suministro de manera eficaz. Por ende, es fundamental entender los elementos que componen la red interna de distribución de agua, así como categorizar a los usuarios según sus necesidades específicas [8].

En la vida cotidiana, el agua potable es indispensable, y su consumo varía dependiendo del tipo de edificación. Las asignaciones de agua se ajustan según el uso previsto de las construcciones. Según las pautas de las Normas Hidrosanitarias NHE de agua, las universidades deben contar con una asignación de agua por estudiante que oscila entre 40 y 60 litros al día.

3.2.3 Consumo de Agua

El consumo de agua potable, que es la parte utilizada sin tener en cuenta las pérdidas, se mide en metros cúbicos por día o litros por hora por día. La valoración del consumo varía según el tipo de usuario y se clasifica en doméstico y no doméstico, con subdivisiones adicionales basadas en las clases socioeconómicas de la población [9].

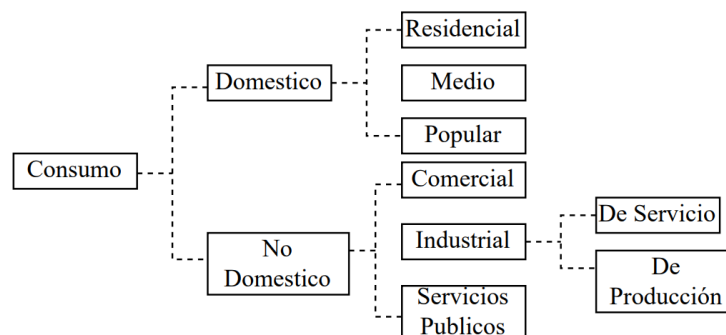


Figura 2. Clasificación de consumo de agua [9].

El nivel de consumo está influenciado por la calidad del servicio proporcionado por la empresa, municipio o entidad responsable del suministro de agua, así como por el nivel educativo o estatus social del área en cuestión. Sin embargo, en el diseño de redes de agua potable, a menudo se utilizan valores estándar de consumo que varían entre 40 a 60 L/habitante/día en universidades.

Para el diseño de edificaciones, la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 11 en su capítulo 16 ofrece ciertos valores de consumo que deben tomarse en cuenta al realizar las estimaciones correspondientes para tanques y sistemas de bombeo, como se detalla en la Tabla 3:

Tabla 3. Dotaciones Para Edificaciones De Uso Específico [10].

Tipo de Edificación	Unidad	Dotación
Bloques de vivienda	L/habitante/día	200 a 350
Bares Cafeterías y Restaurantes	L/m2 area util/día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Centro comercial	L/m2 area util/día	15 a 25
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	80 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas en adelante	L/ocupante/día	50 a 90
Oficinas	L/persona/día	15 a 30
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/dia	300
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 Fábricas	L/s/Ha	1 a 2

3.2.4 Parámetros de la Norma Hidrosanitaria NHE para Suministro de Agua

Según [11], la infraestructura hidráulica destinada a la distribución de agua incluye componentes como tuberías, tanques de almacenamiento, bombas, válvulas y otros.

El propósito de las Normas Hidrosanitarias es garantizar un funcionamiento eficiente de las instalaciones internas de agua potable, asegurando que dichas instalaciones ofrezcan un servicio adecuado tanto en cantidad como en calidad de agua [10].

La Norma Hidrosanitaria NHE especifica que la red interior debe ser dimensionada de manera que, en condiciones normales de operación, pueda proporcionar los caudales instantáneos mínimos y las presiones necesarias para que todo el sistema funcione correctamente [11]. Los valores de presión se encuentran detallados en la Tabla 4:

Tabla 4. Demandas De Caudales, Presiones Y Diámetros En Aparatos De Consumo [10].

		Presión	
--	--	----------------	--

APARATO SANITARIO	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Recomendada (m.c.a)	Mínima (m.c.a)	Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
Bañera/tina	0,3	7	3	20
Ducha	0,2	10	3	16
Fregadero cocina	0,2	5	2	16
Fuentes para beber	0,1	3	2	16
Grifo para manguera	0,2	7	3	16
Inodoro con depósito	0,1	7	3	16
Inodoro con fluxor	1,25	15	10	25
Lavabo	0,1	5	2	16
Urinario con fluxor	0,5	15	10	20
Urinario con llave	0,15	7	3	16
Sauna, turco, o hidromasaje domésticos	1	15	10	25

3.2.5 Redes de distribución principales y secundarias

Las redes principales se emplean para distribuir agua en una zona o localidad específica, mientras que las redes secundarias se utilizan para distribuir el agua internamente en viviendas, edificios u otras instalaciones de consumo de agua y Normas NEC 11.

Procedimiento del diseño de redes de Distribución

1. **Ubicación en los planos:** Consiste en situar la red de distribución en los planos, tanto en vista en planta como en sección, considerando la ubicación de todos los dispositivos y accesorios.
 - **Diseño de la red:** Durante esta fase se definen los diámetros de las tuberías, se analizan las velocidades y las pérdidas de presión, con un enfoque particular en los dispositivos más problemáticos, que suelen ser los situados en puntos altos o distantes. También se establecen las presiones a las que cada dispositivo estará sometido y se confirma que funcionen de manera adecuada. Es fundamental tener en cuenta los siguientes aspectos al establecer los parámetros de diseño:
 - **Cálculo del diámetro de la tubería:** Esto se basa principalmente en las condiciones operativas, como el flujo, la velocidad y la presión del fluido.

- **Selección de los componentes de las tuberías:** Esto se lleva cabo considerando factores como la corrosión, la fragilidad y durabilidad de los materiales, de acuerdo con la norma NEC 11.

3.2.6 Fugas visibles

Las fugas son detectables fácilmente porque el agua fluye de manera notable o causa daños en la superficie de la carretera, produce ruidos audibles, disminuye la presión del agua y afecta el funcionamiento del servicio [12].

3.2.7 Mantenimiento preventivo

Se trata de llevar a cabo acciones para garantizar el correcto funcionamiento y la integridad de todas las estructuras físicas a través de la implementación continua de procedimientos. Estas actividades se realizan mediante inspecciones y procesos planificados que se basan en las frecuencias recomendadas para los distintos componentes de los sistemas de distribución [13].

3.2.8 Mantenimiento correctivo

Añadir actividades destinadas a solucionar de forma pronta cualquier fallo que ocurra en la estructura física como, por ejemplo, llevar a cabo reparaciones en elementos como válvulas de compuerta, hidrantes, entre otros, y mantener en buen estado sus respectivas instalaciones [13].

3.2.9 Método Volumétrico

Se emplea el método de cálculo de flujo más básico, ideal para arroyos de pequeño tamaño, y es altamente preciso siempre que se cuente con un depósito lo bastante amplio y cuya capacidad puede medirse con exactitud. Este método implica dirigir el caudal hacia un recipiente impermeable de volumen conocido y luego calcular el tiempo necesario para llenarlo por completo [14].

3.2.10 Red de Agua Potable

El flujo a presión en la red de agua potable de un edificio es el movimiento del agua que se desplaza por las tuberías internas del edificio con una presión controlada para asegurar que todos los puntos de uso dentro del edificio reciban un suministro eficaz y suficiente de agua.

3.2.10.1 Abastecimiento de Agua

Es fundamental asegurarse de que el suministro proporcionado por la red pública sea ininterrumpido y mantenga una presión mínima suficiente para para cumplir con los

requerimientos de abastecimiento de un edificio o proyecto. Cuando la red pública no cumple con sus requisitos, la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, en su capítulo 16, establece que, en caso de insuficiencia de presión en la red de suministro, se debe instalar un sistema de bombeo con tanque inferior y tanque superior, o un sistema de bombeo [15].

3.2.10.2 Categorías de Abastecimiento de Agua a utilizar

- **Sistema de Distribución con una Reserva Inferior y Equipo Hidroneumático:** Este sistema se emplea en áreas donde el suministro público no proporciona una presión adecuada, permitiendo así mantener el nivel de presión requerido mediante el uso de una bomba y equipo hidroneumático.
- **Sistema de Distribución por gravedad desde una reserva elevada:** Este tipo de sistemas se utiliza en lugares donde el suministro público es irregular o la presión es insuficiente.
- **Distribución por combinación de Reserva inferior con Bomba de Elevación y Reserva Superior:** Este sistema se emplea cuando el servicio es intermitente y la presión no es suficiente para llenar la reserva elevada.
- **Sistema de Abastecimiento Directo:** Este tipo de sistema se utiliza cuando el suministro de agua público es constante y mantiene una presión mínima suficiente [16].

Según [10], indica que, para el almacenamiento y suministro de agua, se debe contar con un tanque con capacidad útil que cubra al consumo proyectado de la edificación para un periodo de 24 horas. Cuando se diseñan un depósito subterráneo y uno elevado con sistema de bombeo, el volumen total debe repartirse de manera que el 60% se asigne al depósito subterráneo y el 40% al depósito elevado [17].

Para una mejor comprensión de estos sistemas, se incluye la Figura 3.

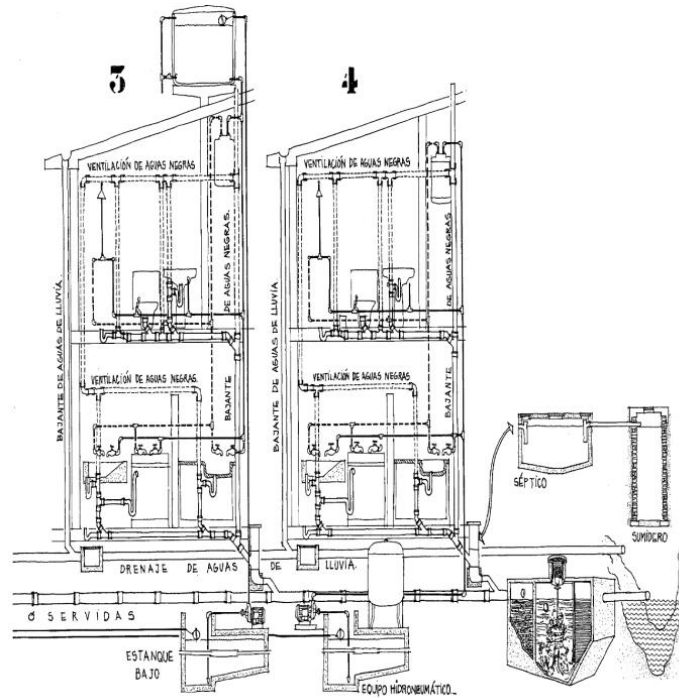


Figura 3. Sistema de Distribución con una Reserva Inferior y Equipo Hidroneumático [16].

3.2.10.3 Pérdidas de Presión en Tuberías y Componentes

La fórmula de Flamant ha sido ampliamente utilizada para calcular estas pérdidas en tuberías con diámetros reducidos, construidas en materiales como plástico PVC, hierro galvanizado, acero, y cobre [18].

$$j = \frac{4 * C * V^{1.75}}{D^{1.25}} \quad (3.2.1)$$

Ecuación 3.2.1. Formula de Flamant

En donde:

C = Coeficiente de fricción (adimensional), mediante la Tabla 5.

V = Velocidad media en (m/s)

D = Diámetro en (m)

Q = Caudal en (m³/s)

j = gradiente hidráulica (m/m)

Estas fórmulas son utilizadas en las redes de distribución de agua fría en edificios. Normalmente, la velocidad del agua oscila entre 0,6 y 3 m/s [18].

3.2.10.4 Método de las Longitudes Equivalentes

Las tuberías incluyen diversos accesorios, como codos, tees, válvulas, reducciones, etc. Desde el punto de vista de la carga, estas equivalen a una tubería rectilínea uniforme. Las longitudes equivalentes para tuberías de hierro, PVC, acero y otros materiales se calculan utilizando un coeficiente basado en la rugosidad interna del conducto, que se especifica en la Tabla 5.

Tabla 5. Coeficientes De Fricción [18].

Coeficiente de fricción	C
Hierro galvanizado y acerado	10
Hierro fundido	120
Asbesto cemento	130
Cobre y fibra de vidrio	140
PVC	150

Utilizando estos valores, se pueden calcular las pérdidas para algunos accesorios, tales como:

Tabla 6. Longitud Equivalente Codo 90 Radio Largo [18].

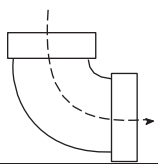
	Codo radio largo 90° Longitudes equivalentes (m)				
	$Le = [0,52 \phi + 0,04] (120 / C)^{1,85}$				
	Coeficientes				
ϕ "	100	120	130	140	150
1/2	0,42	0,30	0,26	0,23	0,20
3/4	0,60	0,43	0,37	0,32	0,28
1	0,78	0,56	0,48	0,42	0,37
1 1/4	0,97	0,69	0,59	0,52	0,46
1 1/2	1,15	0,82	0,71	0,62	0,54
2	1,51	1,08	0,93	0,81	0,71
2 1/2	1,88	1,34	1,16	1,01	0,89
3	2,24	1,60	1,38	1,20	1,06
4	2,97	2,12	1,83	1,59	1,40
6	4,43	3,16	2,72	2,38	2,09
8	5,88	4,20	3,62	3,16	2,78
10	7,34	5,24	4,52	3,94	3,47
12	8,80	6,28	5,41	4,72	4,16
14	10,26	7,32	6,31	5,50	4,84

Tabla 7. Longitud Equivalente Codo radio corto 90° [18].

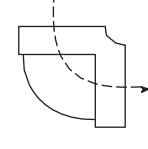
	Codo radio corto 90° Longitudes equivalentes (m) $Le = [0,76\phi + 0,17] (120 / C)^{1,85}$				
	Coefficientes				
ϕ''	100	120	130	140	150
1/2	0,77	0,55	0,47	0,41	0,36
3/4	1,04	0,74	0,64	0,56	0,49
1	1,30	0,93	0,80	0,70	0,62
1 1/4	1,57	1,12	0,97	0,84	0,74
1 1/2	1,84	1,31	1,13	0,98	0,87
2	2,37	1,69	1,46	1,27	1,12
2 1/2	2,90	2,07	1,78	1,56	1,37
3	3,43	2,45	2,11	1,84	1,62
4	4,50	3,21	2,77	2,41	2,12
6	6,63	4,73	4,08	3,56	3,13
8	8,76	6,25	5,39	4,70	4,14
10	10,89	7,77	6,70	5,84	5,14
12	13,02	9,29	8,01	6,98	6,15
14	15,15	10,81	9,32	8,13	7,15

Tabla 8. Longitud Equivalente Codo 45° [18].

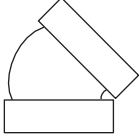
	Codo de 45° Longitudes equivalentes (m) $Le = [0,38\phi + 0,02] (120 / C)^{1,85}$				
	Coefficientes				
ϕ''	100	120	130	140	150
1/2	0,29	0,21	0,18	0,16	0,14
3/4	0,43	0,31	0,26	0,23	0,20
1	0,56	0,40	0,34	0,30	0,26
1 1/4	0,69	0,50	0,43	0,37	0,33
1 1/2	0,83	0,59	0,51	0,44	0,39
2	1,09	0,78	0,67	0,59	0,52
2 1/2	1,36	0,97	0,84	0,73	0,64
3	1,63	1,16	1,00	0,87	0,77
4	2,16	1,54	1,33	1,16	1,02
6	3,22	2,30	1,98	1,73	1,52
8	4,29	3,06	2,64	2,30	2,03
10	5,35	3,82	3,29	2,87	2,53
12	6,42	4,58	3,95	3,44	3,03
14	7,48	5,34	4,60	4,01	3,53

Tabla 9. Longitud Equivalente, Válvula de compuerta abierta [18].


	Válvula de compuerta abierta Longitudes equivalentes (m) $Le = [0,17\phi + 0,03] (120 / C)^{1,85}$				
	Coefficiente				
ϕ''	100	120	130	140	150
1/2	0,16	0,12	0,10	0,09	0,08
3/4	0,22	0,16	0,14	0,12	0,10
1	0,28	0,20	0,17	0,15	0,13
1 1/4	0,34	0,24	0,21	0,18	0,16
1 1/2	0,40	0,29	0,25	0,21	0,19
2	0,52	0,37	0,32	0,28	0,24
2 1/2	0,64	0,46	0,39	0,34	0,30
3	0,76	0,54	0,47	0,41	0,36
4	0,99	0,71	0,61	0,53	0,47
6	1,47	1,05	0,91		
8	1,95	1,39	1,20		
10	2,42	1,73	1,49		
12	2,90	2,07	1,78		
14	3,38	2,41	2,08		

Tabla 10. Longitud Equivalente Tee paso directo normal [18].

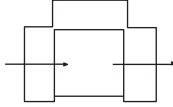
	Tee paso directo normal Longitudes equivalentes (m) $Le = [0,53\phi + 0,04] (120 / C)^{1,85}$				
	Coefficientes				
ϕ''	100	120	130	140	150
1/2	0,43	0,31	0,26	0,23	0,20
3/4	0,61	0,44	0,38	0,33	0,29
1	0,80	0,57	0,49	0,43	0,38
1 1/4	0,98	0,70	0,61	0,53	0,46
1 1/2	1,17	0,84	0,72	0,63	0,55
2	1,54	1,10	0,95	0,83	0,73
2 1/2	1,91	1,37	1,18	1,03	0,90
3	2,28	1,63	1,41	1,23	1,08
4	3,03	2,16	1,86	1,62	1,43
6	4,51	3,22	2,78		
8	6,00	4,28	3,69		
10	7,48	5,34	4,60		
12	8,97	6,40	5,52		
14	10,45	7,46	6,43		

Tabla 11. Longitud Equivalente Tee paso de lado y salida bilateral [18].

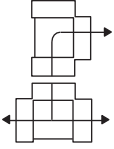
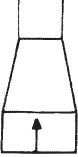
	Tee paso de lado y salida bilateral Longitudes equivalentes (m) $Le = [1,56\phi + 0,37] (120 / C)^{1,85}$				
	Coefficientes				
ϕ "	100	120	130	140	150
1/2	1,61	1,15	0,99	0,86	0,76
3/4	2,16	1,54	1,33	1,16	1,02
1	2,70	1,93	1,66	1,45	1,28
1 1/4	3,25	2,32	2,00	1,74	1,54
1 1/2	3,80	2,71	2,34	2,04	1,79
2	4,89	3,49	3,01	2,62	2,31
2 1/2	5,98	4,27	3,68	3,21	2,83
3	7,08	5,05	4,35	3,80	3,34
4	9,26	6,61	5,70	4,97	4,37
6	13,63	9,73	8,39		
8	18,00	12,85	11,08		
10	22,38	15,97	13,77		
12	26,75	19,09	16,46		
14	31,12	22,21	19,15		

Tabla 12. Longitud Equivalente Reducción Longitudes [18].

	Reducción Longitudes equivalentes (m) $Le = [0,15\phi + 0,01] (120 / C)^{1,85}$				
	Coefficientes				
ϕ "	100	120	130	140	150
1/2	0,12	0,09	0,07	0,06	0,06
3/4	0,17	0,12	0,11	0,09	0,08
1	0,22	0,16	0,14	0,12	0,11
1 1/4	0,28	0,20	0,17	0,15	0,13
1 1/2	0,33	0,24	0,20	0,18	0,16
2	0,43	0,31	0,27	0,23	0,21
2 1/2	0,54	0,39	0,33	0,29	0,25
3	0,64	0,46	0,40	0,35	0,30
4	0,85	0,61	0,53	0,46	0,40
6	1,28	0,91	0,78	0,68	0,60
8	1,70	1,21	1,04	0,91	0,80
10	2,12	1,51	1,30	1,13	1,00
12	2,54	1,81	1,56	1,36	1,20
14	2,96	2,11	1,82	1,59	1,40

3.2.11 Pérdidas por Fricción

$$hf = L * j \quad (3.2.2)$$

Ecuación 3.2.2. Pérdidas por fricción.

Donde:

hf = Pérdidas por fricción (m)

j = gradiente hidráulica (m/m)

L = Longitudes equivalentes (m)

3.2.12 Estimación del Caudal Máximo Probable (Q_{MP})

Para calcular el caudal máximo probable (Q_{MP}) en edificios o viviendas según el método de la NEC 11, el coeficiente de simultaneidad (k_1) se debe calcular utilizando la Ecuación (3.2.4):

$$Q_{MP} = k_1 \times \sum qi \quad (3.2.4)$$

Ecuación 3.2.3. Cálculo (Q_{MP}) para edificios o viviendas.

Donde:

Q_{MP} = Caudal Máximo Probable (L/s)

k_1 = Coeficiente de simultaneidad, en la Tabla 13 (adimensional)

$\sum qi$ = Sumatoria de caudal instantáneo mínimo (L/s)

3.2.13 Coeficiente de Simultaneidad

El enfoque postula que ciertos dispositivos dentro de un sistema operarán simultáneamente. Una vez determinado el caudal probable en la tubería de suministro, es importante mencionar el coeficiente de simultaneidad. Este coeficiente varía según el número de salidas en funcionamiento y el uso de la edificación, con un valor máximo de uno (1) y un mínimo de 0,20, como se muestra en la Tabla 13 [18].

Según lo estipulado en la normativa francesa, la expresión del coeficiente sería la siguiente:

$$K_1 = \frac{1}{(S - 1)^{\frac{1}{2}}} \quad (3.2.6)$$

Ecuación 3.2.4. Coeficiente de simultaneidad.

Donde:

K1= Coeficiente de Simultaneidad (adimensional)

S= número de Salidas (unidad).

Tabla 13. Coeficiente De Simultaneidad [18].

COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD					
S	K1	S	K2	S	K2
1	1	9	0,35	17	0,25
2	1	10	0,33	18	0,24
3	0,71	11	0,32	19	0,24
4	0,58	12	0,3	20	0,23
5	0,5	13	0,29	21	0,22
6	0,45	14	0,28	22	0,22
7	0,4	15	0,27	23	0,21
8	0,38	16	0,26	24	0,21

3.2.14 Selección del Tipo de Bomba

Las bombas centrífugas son dispositivos que generan y transfieren energía mediante la fuerza centrífuga, moviendo un volumen específico de líquido entre dos niveles [19]. Su funcionamiento se basa en añadir energía al fluido a través de la acción de esta fuerza centrífuga.

3.2.14.1 Equipos de Presión

Cuando se necesite determinar la altura de impulso utilizando equipos de presión, es esencial comprender inicialmente el concepto de presión barométrica local [18].

3.2.14.2 Caudal de la Bomba

Para encontrar el caudal de la bomba, se utiliza el caudal de diseño del sistema de la red agua potable que está en L/s, de cada edificio.

3.2.14.3 Cálculo de la Altura Dinámica Total de Bombeo

- a) **Altura Estática de Succión (hs):** Es la distancia vertical desde el nivel del líquido en el punto de suministro hasta el eje de la bomba.

- b) **Altura Estática de Descarga (h):** Es la distancia desde el eje de la bomba hasta el punto donde el líquido es entregado libremente.
- c) **Altura Estática Total (H):** Es la distancia vertical desde el nivel de suministro del líquido hasta el punto de descarga libre y se calcula sumando la elevación estática de succión y la columna estática de descarga.

Para calcular los diámetros de succión y descarga de bombeo, se utiliza la ecuación de continuidad (Q_{MP}), conforme a lo que estipule la normativa NEC 11.

- a) **Presión en la pieza menos favorecida:** Los requisitos de aparatos sanitarios sugieren proporcionar una presión de 7 metros de columna de agua. Sin embargo, la normativa NEC 11 indica que, al utilizar un tanque de almacenamiento y regulación interna, el fluxor debe considerarse como un punto de consumo más en el cálculo general de la instalación. Esto implica que se debe calcular la instalación de manera que el fluxor más alto reciba una presión residual de al menos 10 metros de columna de agua (14.22 psi) desde el depósito, el cual debe estar ubicado a una altura adecuada para garantizar esta presión [20].
- b) **Presión Diferencial:** La presión diferencial entre la presión máxima o de corte y la presión mínima de encendido de una bomba, recomendada como 14 metros de columna de agua (m.c.a.). No obstante, la NEC 11 indica que el arranque y la detención de la bomba deben ser controlados mediante un transductor de presión. Este dispositivo regula la presión entre dos valores: el mínimo (para encender la bomba), que debe superar en al menos 15 metros del nivel del techo del último piso a abastecer, y el nivel superior (para apagar la bomba), que puede ser hasta 20 metros por encima de la presión mínima o de encendido [20].

3.2.14.4 Determinación de la Altura Dinámica Total, según la NEC11

Para calcular la altura total dinámica, es necesario agregar todas las longitudes relacionadas con, la impulsión, la succión, las presiones recomendadas y las pérdidas, tal como se expresa en la (3.2.9).

$$TDH = h_s + h + h_{fs} + h_{fd} + 7 + 14 \quad (3.2.9)$$

Ecuación 3.2.5. Altura Dinámica Total (TDH).

Donde:

$h_s + h$ = Columna estática total (m)

h_{fs} = Pérdidas por fricción en la succión (m)

h_{fd} = Cálculo de pérdidas de carga por rozamiento (m)

7 = Presión en la pieza más desfavorable (m)

14 = apagado de la bomba (m).

Nota: Los últimos dos valores se tomarán de acuerdo con lo que indique la normativa actual.

3.2.15 Determinación de la Potencia de la Bomba (BHP)

La energía requerida por la bomba, que se requiere para llevar a cabo una determinada tarea, comprende la potencia hidráulica junto con la energía adicional necesaria para compensar las pérdidas en el sistema. Este valor se determina mediante la Ecuación 3.2.10.

$$BHP = \frac{Q * TDH * \gamma}{75 * \varepsilon} \quad (3.2.10)$$

Ecuación 3.2.6. Potencia al Freno (BHP).

Donde:

BHP = Potencia al Freno (HP)

γ = Peso específico del Agua (kg/m^3)

TDH = Altura total (m)

Q = Caudal de la bomba (L/min)

ε = rendimiento de la bomba (%)

75 = coeficiente

3.2.16 Red de Aguas Sanitarias

Para la red sanitaria y aguas lluvias se recomienda utilizar la normativa NTE INEN 1369 [21].

3.2.16.1 Desagües

Se refiere al conjunto de tuberías y componentes que recogen el flujo de todas las descargas de agua y residuos, como los desagües de inodoros, duchas, lavabos y otros, en un edificio. Estos elementos dirigen estas descargas hacia el sistema de alcantarillado local [18].

3.2.16.2 Sanitario

Este sistema de desagüe recibe el flujo resultante de las funciones fisiológicas humanas, así como los residuos domésticos en general, incluyendo aguas residuales tanto negras como grises [18].

3.2.16.3 Sistema de Desagües

El diseño detallado de los sistemas de desagüe en edificios comienza considerando las directrices establecidas por el Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C.) y las Normas para estudio y diseño de Agua Potable y Aguas Residuales del Instituto Ecuatoriano de Normalización. Estos sistemas de desagües esta conformados por lo siguiente:

1. **Bajantes:** Tubería vertical que recoge las descargas de aguas pluviales o residuales provenientes de los pisos superiores.
2. **Ramal primario:** Tubería con inclinación constante que recoge el flujo de una o más bajantes y lo canaliza hacia el colector principal.
3. **Ramal secundario:** Tubería con una inclinación constante predeterminada, que recoge las descargas de uno o más dispositivos y las dirige hacia una bajante, un ramal primario o un colector principal.
4. **Colector principal:** Sección de tubería con una inclinación constante y preestablecida que recoge el fluido de todos los ramales y lo conduce hacia el sistema de alcantarillado público o a una disposición final [22].

3.2.16.4 Unidad de descarga por método de Hunter

En el método de Hunter para calcular sistemas de agua, se utilizan estas unidades de descarga para determinar la simultaneidad de uso de diferentes aparatos, como se muestra en la Tabla 14 [17]:

Tabla 14. Unidad De Descarga [18].

Método De Las Unidades De Descarga	UNIDADES DE DESCARGA (L/m)			DIÁMETROS
	PÚBLICO			PÚBLICO
Aparato	AGUA FRÍA	AGUA CALIENTE	TOTAL	
Inodoro Fluxómetro	10	-	10	100
Inodoro Con Tanque	5	-	5	100
Urinario Con Fluxómetro	3	-	5	50
Urinario Con Llave	2	-	3	40
Lavamanos Con Llave	2	-	2	-
Fregadero De Cocina Con Llave	4	-	4	50
Lavaplatos	-	-	-	100
Lavadero	-	-	-	50
Lavadora	3	3	5	50

3.2.16.5 Tipos de Tuberías

En Ecuador, el P.V.C. es uno de los materiales más comúnmente empleados para sistemas de desagües internos, debido a sus numerosas ventajas. Este material es resistente a la corrosión provocada por aguas o suelos agresivos, tiene una baja tendencia a obstruirse y no promueve el crecimiento de algas y hongos. Además, el P.V.C. es relativamente ligero y duradero [17].

El INEN define las normas para la tubería y los accesorios de PVC rígido utilizados en sistemas de drenaje por gravedad.

3.2.16.6 Caudales Unitarios Máximos

El cálculo del caudal máximo probable en función de las unidades de descarga puede realizarse mediante las siguientes ecuaciones:

$$Y = 31.27 * X^{0.4585} \quad (3.2.13)$$

Ecuación 3.2.7. Caudal unitario máximo con fluxómetro.

Para unidades de descarga que van de 0 a menos de 1200.

$$Y = 6.7924 * X^{0.6838} \quad (3.2.14)$$

Ecuación 3.2.8. Caudal unitario con tanque

Para unidades de descarga que van desde cero hasta menos de 1200

$$Y = 6.8881 * X^{0.6841} \quad (3.2.15)$$

Ecuación 3.2.9. Caudal unitario mediante fluxómetro.

Para unidades de descarga iguales o mayores a 1200.

Donde:

Y= Caudal (Litros/min)

X= unidades de descarga (unidad)

3.2.16.7 Pendiente

Es la inclinación de un conducto respecto a la horizontal se mide como n porcentaje de la tangente, lo que permite expresar su pendiente. Ajustar correctamente esta pendiente es importante para asegurar que los sólidos sean arrastrados de manera eficiente y se facilite la autolimpieza del sistema. Las pendientes más comunes en tuberías horizontales son 0.5%, 1%, 2% y 4% [18].

Es importante que los conductos de desagüe funcionen con flujo libre en condiciones normales. El flujo completo en el tubo puede perjudicar los sellos hidráulicos. Por esta razón, se aconseja que la tubería opere con un nivel de llenado que oscile entre el 50% y el 75%. Para lograr esto, se requiere la pendiente adecuada para que el sistema de desagüe pueda trabajar por gravedad [18].

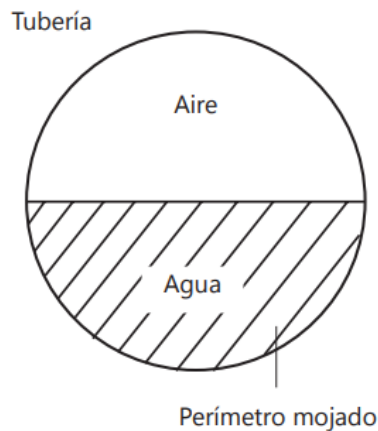


Figura 4. Capacidad Hidráulica [18].

Se ha creado una tabla de referencia que determina la pendiente necesaria según el diámetro del colector, tomando en cuenta el número de unidades conectadas al ramal.

Tabla 15. Pendiente Respecto A Máximo De Unidades Conectadas [16]

DIAMETRO (mm)	PENDIENTE			
	0,50%	1%	2%	4%
75		20	27	36
100		180	216	250
125		390	480	575
150		700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700

3.2.16.8 Determinación de la Velocidad

Para mantener un flujo estable y evitar problemas como acumulación de sólidos o desgaste del material de la tubería, el rango que debe mantenerse para la velocidad de flujo es de 0.45 (m/s) a 4,5 (m/s), dependiendo del material utilizado. Manning estableció las siguientes fórmulas para controlar la velocidad y el caudal a tubo lleno.

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (3.2.16)$$

Ecuación 3.2.10. Cálculo de la velocidad utilizando Manning.

$$Q = V * A = \frac{A}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (3.2.17)$$

Ecuación 3.2.11. Cálculo del caudal.

Donde:

A = Área o succión de la tubería (m^2)

R= Radio Hidráulico (m).

D = Diámetro de la tubería (m)

S = inclinación del tramo (%)

n = rugosidad de la tubería (adimensional).

Tabla 16. Rugosidad Típicas para tuberías a presión [21]

Material	Manning's Coefficient n	Hazen-Williams C	Darcy-Weisbach Roughness Height	
			k (mm)	k (0.001 ft.)
Asbestos cement	0.011	140	0.0015	0.005
Brass	0.011	135	0.0015	0.005
Brick	0.015	100	0.6	2
Cast-iron, new	0.012	130	0.26	0.85
Concrete:				
Steel forms	0.011	140	0.18	0.6
Wooden forms	0.015	120	0.6	2
Centrifugally spun	0.013	135	0.36	1.2
Copper	0.011	135	0.0015	0.005
Corrugated metal	0.022	—	45	150
Galvanized iron	0.016	120	0.15	0.5
Glass	0.011	140	0.0015	0.005
Lead	0.011	135	0.0015	0.005
Plastic	0.009	150	0.0015	0.005
Steel				
Coal-tar enamel	0.010	148	0.0048	0.016
New unlined	0.011	145	0.045	0.15
Riveted	0.019	110	0.9	3
Wood stave	0.012	120	0.18	0.6

La Norma INEN establece que la velocidad del líquido en los colectores, ya sean primarios, secundarios o terciarios, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo en cualquier año del período de diseño, no debe ser inferior a 0.45 (m/s). Esto se realiza para prevenir la formación de gas sulfhídrico en el líquido [21].

Las velocidades máximas permitidas en tuberías o colectores varían según el material de fabricación. Se sugiere consultar los valores indicados en la siguiente Tabla 17:

Tabla 17. Velocidades máximas en tuberías [21].

Material		Velocidad Máxima (m/s)	Coefficiente de Rugosidad
Hormigón Simple	Con uniones de Mortero	4	0,013
	Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,5-4	0,013
Asbesto Cemento		4,5-5	0,011
Plástico (PVC)		4,5	0,09

3.2.16.9 Fuerza de Tracción

Un aspecto clave en el diseño de desagües para aguas residuales es la fuerza tractiva, que toma en cuenta tanto la forma del conducto como su área en contacto con el líquido. Este criterio ayuda a gestionar la erosión, la acumulación de sedimentos y la formación de sulfatos. Al analizar cómo la resistencia de un canal afecta el flujo, se puede comparar con la fricción de un objeto que se desliza por una superficie inclinada. Considerando la tracción de un líquido en un canal con una superficie lateral unitaria, la fuerza de tracción, que es igual y opuesta a la resistencia, será[18]:

$$F = \gamma * R * s \quad (3.2.14)$$

Ecuación 3.2.12. Fuerza Tractiva de desagües.

Donde:

F = Fuerza tractiva (kg/m^2)

γ = peso específico del agua en (kg/m^3), es igual a $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$

s = Pendiente m/m .

R = Radio hidráulico (m)

3.2.17 Red de Aguas Pluviales

3.2.17.1 Sistema de Desagües de Aguas Pluviales

Se conoce como sistema pluvial al que se encarga de eliminar el exceso de agua de lluvia y agua superficial de pavimentos, aceras, áreas de estacionamiento y techos, sin necesidad de tratamiento. Los colectores de aguas pluviales pueden funcionar completamente llenos, ya que no es necesario mantener presiones específicas ni proporcionar ventilación. Además, las redes pluviales no deben usarse como bajantes para el sistema de desagüe sanitario [17].

3.2.17.2 Caudal de Diseño

Para la estimación del caudal de diseño se utilizó el método racional, el cual calcula el caudal pico de aguas lluvias con base en la intensidad media del evento de precipitación con una duración equivalente al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de escorrentía. La ecuación del método racional es:

$$Q = \frac{C.I.A}{3600} \quad (3.2.13)$$

Ecuación 3.2.13. Método racional.

Donde:

Q = caudal en Litros /segundo (L/s).

C = coeficiente de escurrimiento, Tabla 18

A = Área de drenaje en metros (m^2).

I = intensidad de lluvia en milímetros por hora (mm/h)

3.2.17.3 Intensidad de Lluvia

Siguiendo las directrices mencionadas, es fundamental determinar la intensidad específica para el área en la que se está desarrollando el proyecto. Para calcular esta intensidad en la ciudad de Latacunga, se debe utilizar la ecuación apropiada, basada en los datos proporcionados por una de las estaciones meteorológicas.

En este caso en específico se toma la estación meteorológica más cercana, la cual corresponde al aeropuerto de Latacunga.

Tabla 18. Estación Metereológica Aeropuerto Latacunga [23].

ESTACIÓN		DURACION	ECUACIONES
CÓDIGO	NOMBRE	(minutos)	
M0064	AEROPUERTO LATACUNGA	45,7	$i = 186,7742 * T^{0,1798} * t^{-0.5625}$

3.2.17.4 Coeficiente de escurrimiento

El coeficiente de escurrimiento depende de factores como impermeabilidad, tipo de zona y otros factores, tales como el efecto de urbanización creciente, la posibilidad de realización de planes urbanísticos y la legislación local referente al uso del suelo. Considerando áreas en conjunto de una zona por drenar, como se indica en la siguiente Tabla 19:

Tabla 19. Coeficientes de escurrimiento según tipo de zona [18].

CARACTERÍSTICA DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0,73	0,77	0,81	0,86	0,9	0,95	1
Concreto/techo	0,75	0,8	0,83	0,88	0,92	0,97	1
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0,32	0,34	0,37	0,4	0,44	0,47	0,58
Promedio, 2-7%	0,37	0,4	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente, superior a 7%	0,4	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0,25	0,28	0,3	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio, 2-7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente, superior a 7%	0,37	0,4	0,42	0,46	0,49	0,53	0,6
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Promedio, 2-7%	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Pendiente, superior a 7%	0,34	0,37	0,4	0,44	0,47	0,51	0,58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0,31	0,34	0,36	0,4	0,43	0,47	0,57
Promedio, 2-7%	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,6
Pendiente, superior a 7%	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0,25	0,28	0,3	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio, 2-7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente, superior a 7%	0,37	0,4	0,42	0,46	0,49	0,52	0,6
Bosques							
Plano, 0-2%	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Promedio, 2-7%	0,31	0,34	0,36	0,4	0,43	0,47	0,56
Pendiente, superior a 7%	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

3.2.17.5 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración, también conocido como tiempo de respuesta o de equilibrio, es el periodo necesario para que, durante una lluvia constante, se alcance un estado estable, en otras palabras, es el tiempo que tarda todo el sistema en comenzar a contribuir de manera efectiva al flujo en el punto de desagüe [24]. Para esto utilizamos la fórmula de Kirpich, como vemos a continuación:

$$t_c = 0.0078 * \left(\frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \right) \quad (3.2.14)$$

Ecuación 3.2.14. Tiempo de concentración de Kirpich

3.2.17.6 Periodo de Retorno

Es el número de años en que en promedio se presenta un evento determinado de igual o mayor intensidad, es el intervalo de recurrencia [25]. A continuación, se presenta el periodo de diseño en los diferentes sistemas:

Tabla 20. Periodo de retorno de Diseño de Sistemas de Aguas Lluvias [26].

Tipo de Drenaje	Área/Aplicación	Periodo de Retorno
Microdrenaje (caudales menores)	Residencial	2 años
	Comercial	5 años
	Áreas con edificios de servicio público	5 años
	Aeropuertos	2 - 5 años
	Áreas comerciales y arterias de tráfico	5 - 10 años
Macro drenaje (caudales mayores)	Áreas comerciales y residenciales	50 - 100 años
	Áreas de importancia específica	500 años

4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

4.1 Desarrollo del Proyecto

Para el desarrollo del proyecto, se plantearon las siguientes etapas en función de cumplir con los objetivos previamente planteados:

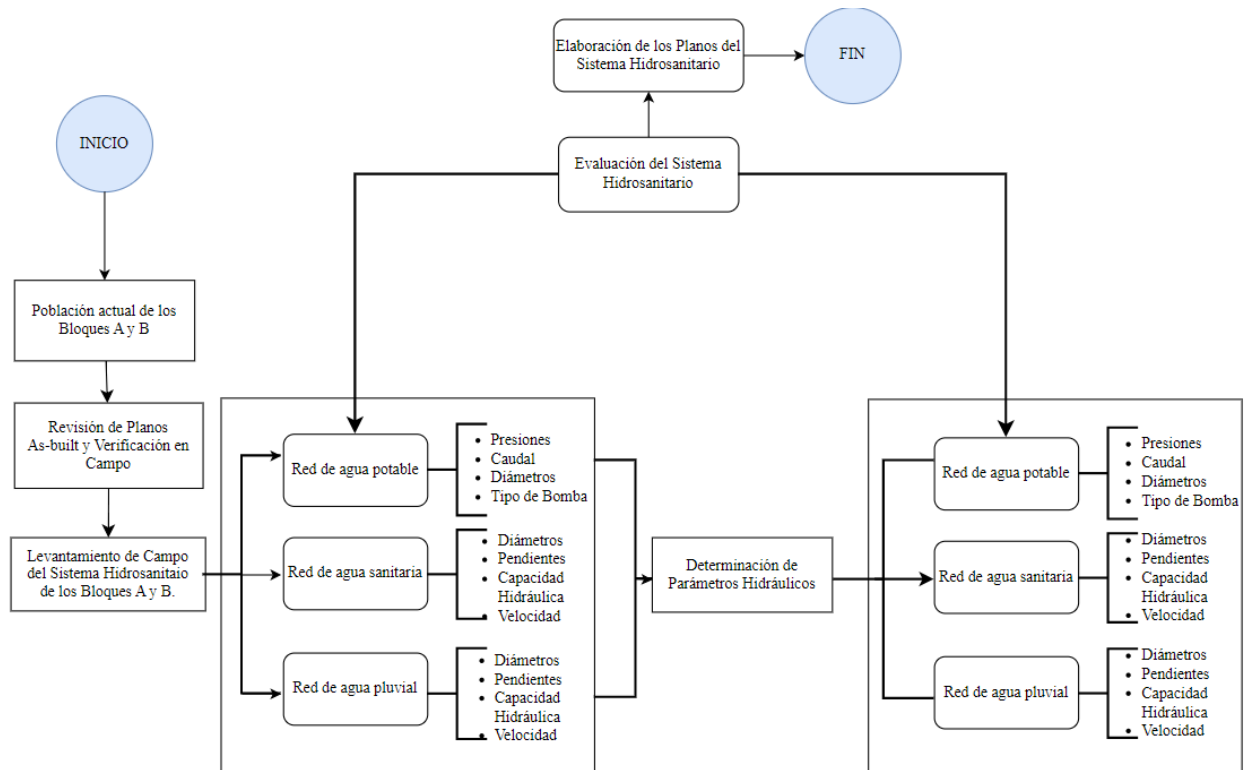


Figura 5. Diagrama de Flujos de la Metodología

4.2 Levantamiento de Información

4.2.1 Área de Estudio

Este estudio se llevó a cabo en la Universidad Técnica de Cotopaxi, en el campus La Matriz, situado en la sierra ecuatoriana, en la provincia de Cotopaxi. La investigación se enfoca en los edificios A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi, los cuales se encuentran frente a la entrada principal. El Edificio A consta de planta baja y cuatro pisos, mientras que el edificio B, tiene planta baja y cuatro pisos. Las coordenadas geodésicas de la ubicación son 763415.77, 9898563.16, y la altura sobre el nivel del mar es de 2783 metros.

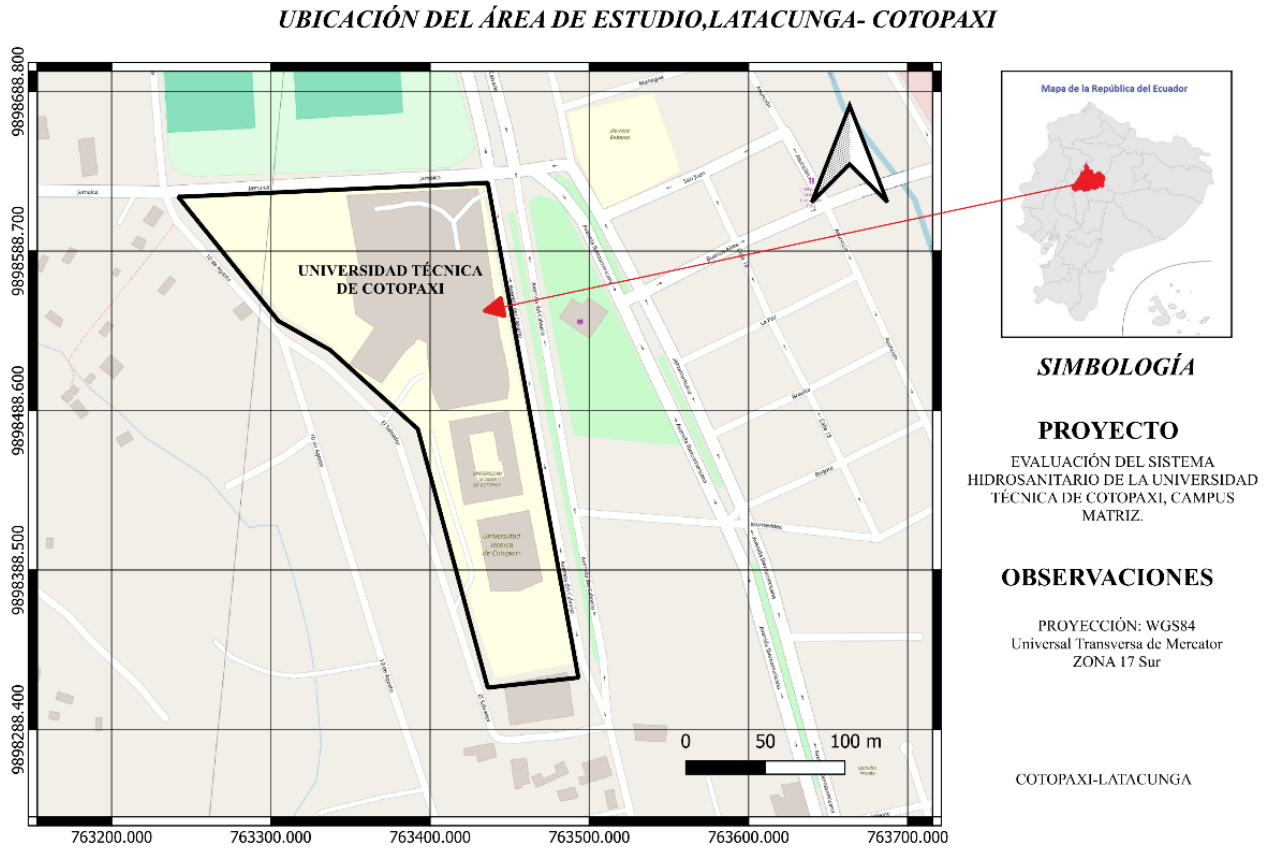


Figura 6. Ubicación del área de estudio de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

4.2.2 Población Actual de los Bloques A y B.

Para identificar la población actual de estudiantes del campus matriz de los bloques A y B, se tomó en cuenta los registros proporcionados por la institución con oficios dirigidos a las diferentes Facultades, Centro de Idiomas, Posgrados y Recursos Humanos, en el cual reflejó la población de estudiantes matriculados y el personal que laboran en la institución, que circulan en distintos horarios del día, en modalidad presencial en el período OCTUBRE 2023-MARZO 2024, como se refleja en la siguiente Tabla 21:

Tabla 21. Población Actual De Los Bloques A Y B, que circulan en diferentes horarios de la jornada laboral en la Universidad Técnica De Cotopaxi.

CÓDIGO	CAMPUS LA MATRIZ BLOQUE A Y B	N° ALUMNOS
1	Facultad de Ciencias de Ingeniería y Aplicadas	1639
2	Facultad de Ciencias Administrativas y Economía	1477
3	Facultad de Ciencias Sociales, Artes y Educación	948
5	Personal UTC Matriz	344
4	Posgrado	116
	TOTAL	4524

4.2.3 Infraestructura Hidrosanitaria de la Institución

Los Bloques A de la Universidad Técnica de Cotopaxi tienen la siguiente distribución en cuanto a instalaciones sanitarias, planta baja cuenta con un baño de mujeres, los cuales y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi tienen la siguiente distribución en cuanto a instalaciones sanitarias, como se puede observar en la siguiente Tabla 22:

Tabla 22. Infraestructura del Sistema Hidrosanitario de los Bloques A y B.

BATERÍAS SANITARIAS BLOQUE A			BATERÍAS SANITARIAS BLOQUE A		
PLANTAS	APARATOS SANITARIOS	U. S	PLANTAS	APARATOS SANITARIOS	U. S
PLANTA BAJA	Inodoro	4	PLANTA BAJA	Inodoro	4
	Urinario	3		Urinario	3
	Lavabos	6		Lavabos	6
	Valvulas compuerta	14		Valvulas compuerta	4
	Inodoro oficinas	10		Inodoro oficinas	4
PRIMER PISO	Lavabos oficinas	9	PRIMER PISO	Lavabos oficinas	4
	Inodoro	4		Inodoro	4
	Urinario	3		Urinario	3
	Lavabos	6		Lavabos	6
	Valvulas compuerta	2		Valvulas compuerta	2
SEGUNDO PISO	Inodoro	8	SEGUNDO PISO	Inodoro	4
	Urinario	5		Urinario	3
	Lavabos	8		Lavabos	6
	Valvulas compuerta	2		Valvulas compuerta	2
TERCER PISO	Inodoro	8	TERCER PISO	Inodoro	4
	Urinario	5		Urinario	3
	Lavabos	8		Lavabos	6
	Valvulas compuerta	2		Valvulas compuerta	2
CUARTO PISO	Inodoro	4			
	Urinario	3			
	Lavabos	6			
	Valvulas compuerta	2			

4.3 Revisión de Planos As-built y Verificación en Campo

Mediante el departamento de Planificación se obtuvo los planos de construcción del campus matriz con sus respectivas edificaciones en formato CAD. Estos planos fueron la base para levantar la información in situ de las redes de agua potable, sanitaria y pluvial del campus matriz.

Del mismo modo se pudo verificar al realizar el levantamiento de campo, observamos que algunas características representadas en los planos ya no están presentes o han sido modificadas con el tiempo. Por ejemplo, notamos que las gradas que se indican en los planos ya no existen, así como también hemos observado cambios en la disposición de los baños.

El levantamiento de las redes interiores de los edificios A y B se realizó de manera visual por los investigadores de titulación de la carrera de Ing. Hidráulica del periodo académico abril-agosto 2024. En la Figura 7 se encuentra el mapa de ubicación de cada edificio verificado.

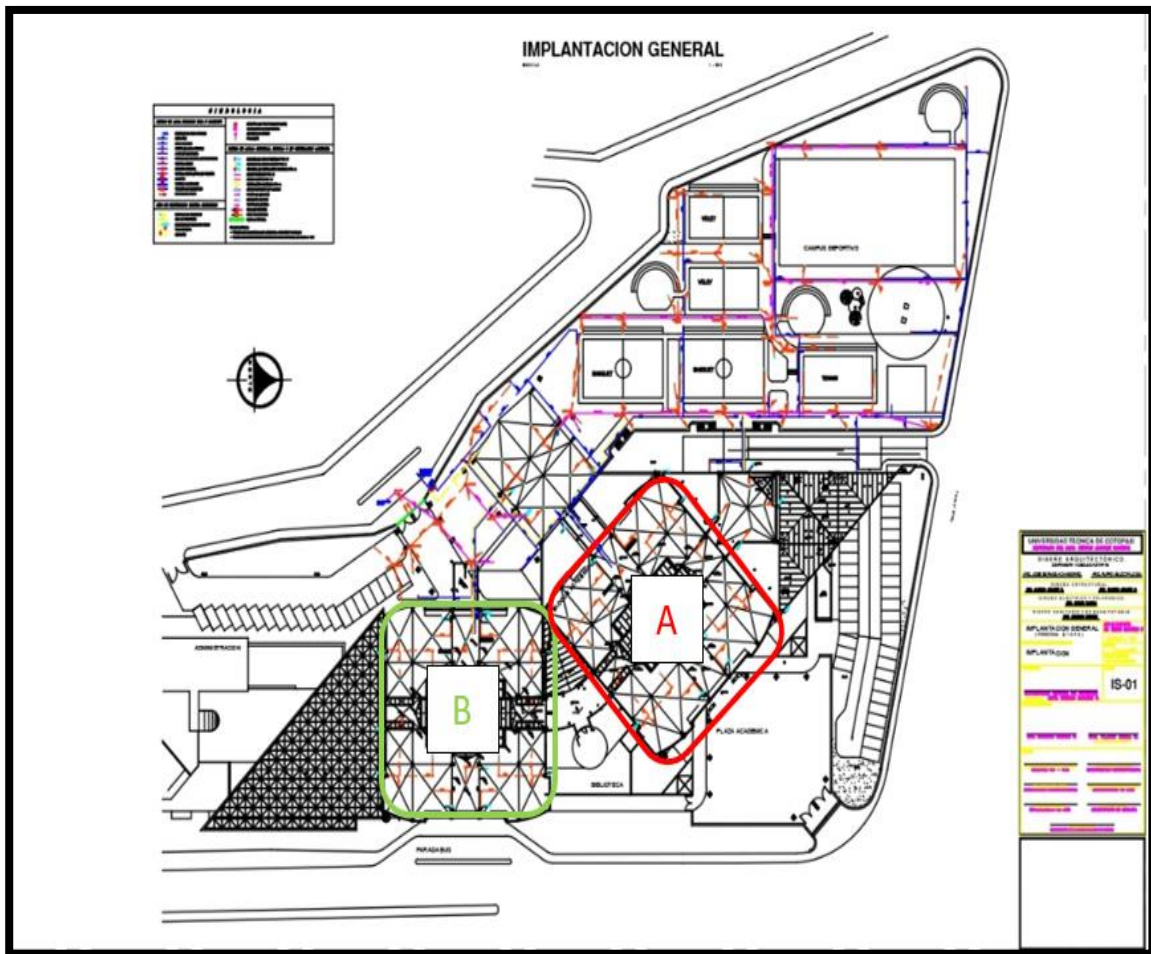


Figura 7. Plano Implantación General del bloque A y B.

4.4 Levantamiento de Campo de la Red de Agua Potable del Bloque A y B existente.

El levantamiento de información de las redes de agua potables in situ del bloque A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se realizó de forma visual por los estudiantes de titulación y guiados por los planos proporcionados por el departamento de planificación, estos datos son registrados en la Tabla 22.

4.4.1 Presiones de la red de agua potable

4.4.1.1 Equipos y accesorios

Los instrumentos utilizados para realizar este trabajo en cada piso del bloque A y B, incluyen herramientas y accesorios como: Manómetro radial NPT D53- 0-10B-0-90 PSI, Manguera, Adaptador, Uniones, Teflón, Flexómetro, Cinta de 30m. Se procedió a realizar las mediciones en cada uno de los bloques A y B de la universidad, con la asistencia de dos trabajadores de la institución.



Figura 8. Instrumentos utilizados para medir presiones.

Se comprobó la medición a la salida de la bomba hacia el sistema el cual tiene su respectivo manómetro, donde su lectura refleja una presión de 60 PSI. Para luego proceder a realizar mediciones de presiones en cada uno de los pisos de los bloques A y B, durante 14 días seguidos, en todos los lugares donde se requiere agua potable como son: baños de hombres, baño de mujeres y jardineras, con un manómetro de presión de fluidos y accesorios de acople para tubería, siendo estas mediciones las que arrojaron los resultados del estado de la red actual. La unidad de medida de la presión se estableció en Libra por pulgada cuadrada (PSI).

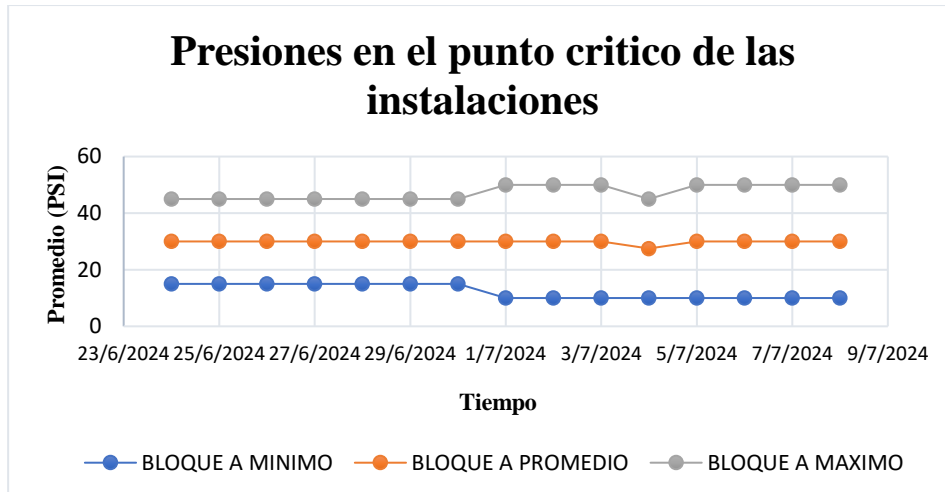
4.4.1.2 Verificaciones de presiones de la Red de agua potable existente

Para el análisis de las redes, se tomó la altura dinámica necesaria para el correcto funcionamiento. En lugar de realizar una simulación, se efectuaron mediciones con un manómetro en cada planta. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el tercer piso, donde se requiere más presión:

Tabla 27. Resultados obtenidos en el tercer piso.

CUARTO PISO	BLOQUE A	
	PRESIONES (PSI)	
	MÍNIMO	MÁXIMO
24/6/2024	15	45
25/6/2024	15	45
26/6/2024	15	45
27/6/2024	15	45
28/6/2024	15	45
29/6/2024	15	45
30/6/2024	15	45
1/7/2024	10	50
2/7/2024	10	50
3/7/2024	10	50
4/7/2024	10	45
5/7/2024	10	50
6/7/2024	10	50
7/7/2024	10	50
8/7/2024	10	50

A continuación, se presenta la gráfica donde se puede ver los puntos máximos y mínimos durante un periodo de 14 días



Gráfica 1. Presiones en los puntos críticos

Como se puede observar en la Figura 9. En los bloques A y B, las presiones son constante en todos los pisos y se mantiene en un promedio mínimo de 15 PSI. Y un máximo de 45 PSI.



Figura 9. Comprobación de presión en jardineras del cuarto piso, Bloque A (30 PSI promedio).

NOTA: La información detallada se encuentran en el Anexo 5, en la En cuanto a las velocidades en las secciones de tubería del sistema sanitario de los Bloques A y B, nos hemos regido por la normativa ecuatoriana. Los resultados obtenidos al calcular las tuberías existentes para verificar su conformidad con la normativa se presentan en las tablas 46 y 47, como se muestra a continuación:

Tabla 48 a la Tabla 57.

4.4.2 Caudal de la red de agua potable

Para determinar el caudal de la red de agua potable en los Bloques A y B, empleamos el método volumétrico. Utilizando un balde de 10 L. y con un cronómetro se estableció el tiempo de llenado del recipiente; lo que nos sirve para calcular el caudal, esto se realizó en todos los pisos de los bloques, los cuales nos proporcionaron los siguientes valores:

Tabla 23. Caudal de la red de agua potable existente.

CAUDALES EXISTENTES EN LOS BLOQUES A Y B					
BLOQUE A	CAUDAL EXISTENTE	UNIDAD	BLOQUE B	CAUDAL EXISTENTE	UNIDAD
Planta Baja	0,97	L/s	Planta Baja	0,98	L/s
Primer Piso	0,78	L/s	Primer Piso	0,78	L/s
Segundo Piso	0,75	L/s	Segundo Piso	0,75	L/s
Tercer Piso	0,73	L/s	Tercer Piso	0,72	L/s
Cuarto Piso	0,72	L/s			

4.4.3 Tubería instalada de los Bloques A y B.

Mediante la revisión de los planos existentes, verificamos que las tuberías instaladas en la red de agua potable son las siguientes:

Tabla 24. Diámetros y tipos de Tubería Instalados en los Bloques A y B constatadas in situ.

TUBERÍAS INSTALADAS EN LA RED DE AGUA POTABLE EN LOS EDIFICIOS		
SISTEMAS DE AGUA POTABLE	BLOQUE A	BLOQUE B
Tubería de Distribución o Primaria	Tubo HG de 63 mm.	Tubo HG de 63 mm.
Tubería Secundaria para Aparatos Sanitarios	Tubo H de 50 mm.	Tubo HG de 50 mm.
Tubería Terciaria para jardineras y accesorios sanitarios	Tubo PVC de 13 mm.	Tubo PVC de 13 mm.

4.5 Levantamiento de Campo de la Red Aguas Servidas y Aguas Lluvia del Bloque A y B.

El levantamiento de información de las redes de alcantarillado generales del campus la matriz del bloque A y B, se llevó a cabo abriendo los pozos de inspección, siguiendo la dirección de conexión

entre ellos a través de las tuberías y el flujo de sentido. Además, se realizaron inspecciones para detectar posibles fugas en las tuberías y válvulas correspondientes al agua potable, así como también el sistema de agua pluvial.

4.5.1 Diámetros de la tubería instaladas en los bloques A y B.

Tabla 25. Tuberías instaladas en los bloques A y B en Redes de Agua Sanitarias y Agua lluvia Levantadas.

TUBERÍAS INSTALADAS EN LA RED DE AGUAS SERVIDAS EN LOS EDIFICIOS		
SISTEMAS DE AGUA SANITARIA	BLOQUE A	BLOQUE A
TUBERIA EN BAJANTES	TUBO PVC DE 160mm.	TUBO PVC DE 160mm.
TUBERÍA RAMAL PRIMARIO	TUBO PVC DE 110mm.	TUBO PVC DE 110mm.
TUBERÍA RAMAL SECUNDARIA	TUBO PVC DE 50mm.	TUBO PVC DE 50mm.
TUBERÍA HACIA COLECTOR PRINCIPAL	TUBO PVC DE 400mm.	TUBO PVC DE 400mm.
TUBERÍAS INSTALADAS EN LA RED DE AGUAS PLUVIALES EN LOS EDIFICIOS		
SISTEMAS DE AGUA SANITARIA	BLOQUE A	BLOQUE A
TUBERIA EN BAJANTES	TUBO PVC DE 160mm.	TUBO PVC DE 160mm.
TUBERÍA RAMAL PRIMARIO SUMIDEROS	TUBO PVC DE 110mm.	TUBO PVC DE 110mm.
TUBERÍA HACIA COLECTOR PRINCIPAL	TUBO PVC DE 250mm.	TUBO PVC DE 250mm.

El levantamiento de información del sistema de abastecimiento y almacenamiento con su respectivas bombas de agua potable, que hace posible el funcionamiento de los bloque A y B, se llevó a cabo con los planos proporcionados y constatando de manera visual, estos se encuentran ubicados en el subsuelo del edificio del comedor universitario y se tomó en cuenta los siguientes datos relevantes en Figura 10, y en la Tabla 26:



Figura 10. Levantamiento de información de tanques cisternas.

- Tubería de ingreso de red municipal, tubo HG de 2 pulgadas.
- Se encontró dos tanques cisternas a los cuales se tomó sus longitudes con una cinta de medir de 30 metros, obteniendo las siguientes dimensiones.

Tabla 26. Dimensiones internas de las cisternas que abastecen de agua potable a los bloques A y B.

DIMENSIONES: CISTERNA 1			DIMENSIONES: CISTERNA 2		
L=Largo Adoptado	8,91	m	L=Largo Adoptado	6,1	m
A=Ancho Adoptado	5,85	m	A=Ancho Adoptado	7,31	m
H= Altura de Agua	4,8	m	H= Altura de Agua	4,8	m
h= borde libre	0,6	m	h= borde libre	0,6	m
H= Altura de Tanque	5,4	m	H= Altura de Tanque	5,4	m
ÁREA=	52,1	m ²	ÁREA=	44,5	m ²
VOL REAL	250,2	m ³	VOL REAL	214,0	m ³
VOL EFECTIVO	215,07	m ³	VOL EFECTIVO	206,02	m ³

- Del mismo modo se verificó que el sistema de bombeo se encuentra funcionando con una bomba científica de 6,6 HP.

4.6 Determinar los Parámetros de Red la Agua Potable

Luego de la identificación exhaustiva de los diversos dispositivos instalados al Bloque A y B, se procedió a dividir el edificio en cinco tramos distintos, correspondientes a cada uno de sus pisos. En contraste con el Bloque B, se destaca que este edificio posee una planta menos, es decir, este edificio se divide en cuatro pisos. Los tramos del Bloque A se designaron como sigue: 1-M1, 2a-1, 3a-2, 4-M1, 5a-4.

De la misma manera se realizó el Bloque B, se dividió en cuatro tramos, uno por cada piso. Estos tramos se designaron de la siguiente manera: 1-M1, 2a-1, 3a-2, 1-M1 y 2a-1.

4.6.1 Caudal Mínimo de aparatos sanitarios ($\sum qi$)

De acuerdo con la Tabla 4, muestra las demandas de caudales, presiones y diámetros en los aparatos de consumo como establece la NEC 11:

Tabla 27. Dispositivos instalados en el Bloque B.

APARATO SANITARIO		Caudal instantáneo mínimo (L/s)
1	Grifo para manguera	0,2
2	Inodoro con fluxor	1,25
3	Lavabo	0,1
4	Urinario con fluxor	0,5

En el Bloque B se tiene lo siguiente:

Tabla 28. Número de Accesorios del Bloque B del tercer piso.

Accesorios Sanitarios	TRAMO	Inodoro Fluxometro (U)	Lavabo Fluxometro (U)	Urinarios Fluxometro (U)	Grifo Mangera (U)
TERCER PISO	1-M1	2	3	-	-
	2a-1	2	-	3	-
	3a-2	-	3	-	-
	1-M1	-	-	-	1
	2a-1	-	-	-	1

Según los datos de la tabla anterior y en comparación con tabla 28 la NEC 11, establece los caudales para grifo con manguera igual a 0.10 L/s, Inodoro con fluxor 1.25 L/s, Lavabo 0.1 L/s y Urinario con fluxor 0.5 L/s. Por tanto, la determinación del caudal instantáneo por cada edificación se obtendrá multiplicando el caudal por el total de aparatos sanitarios, como se muestra en la Tabla 29:

Tabla 29. Caudal Instantáneo mínimo en el Tercer Piso.

TRAMO	Litros-segundo (L/s)	Inodoro Fluxómetro	Lavabo Fluxómetro	Urinarios Fluxómetro	Válvula para Manguera	TOTAL (L/s)	
1-M1	Accesorio	2	3	-	-	Acc.	5
	Q.ins.min	2,5	0,3	-	-	Q	2,8
2a-1	Accesorio	2	-	3	-	Acc.	5
	Q.ins.min	2,5	-	1,5	-	Q	4
3a-2	Accesorio	-	3	-	-	Acc.	3
	Q.ins.min	-	0,3	-	-	Q	0,3
1-M1	Accesorio	-	-	-	1	Acc.	1
	Q.ins.min	-	-	-	0,2	Q	0,2
2a-1	Accesorio	-	-	-	1	Acc.	1
	Q.ins.min	-	-	-	0,2	Q	0,2
SUMA		4	6	-	2		

De manera similar a la tabla 28 se realizarán los cálculos para cada una de las plantas de los bloques A y B de la UTC, lo que se encuentran especificados con más detalles en el Anexo 6.

4.6.2 Caudal Máximo Probable en Edificios.

Para calcular el caudal máximo probable (QMP) en edificios y viviendas, se utiliza la ecuación (3.2.1) En este caso, realizaremos este cálculo de manera individual para cada una de los bloques A y B de la UTC.

$$Q_{MP} = k_1 \times qi \quad (3.2.1)$$

Para los cálculos correspondientes al tercer piso, los valores del caudal máximo probable (QMP) están especificados en la Tabla 29.

Tabla 30. Cálculo del Caudal Máximo probable.

Accesorios Sanitarios	TRAMO	Caudal mínimo instantáneo Total	K1	(Q_{MP})
TERCER PISO	Caudal	L/s	adm	L/s
	1-M1	2,8	0,5	1,4
	2a-1	4	0,5	2
	3a-2	0,3	0,71	0,213
	2-M1	0,2	1	0,2
	3a-1	0,2	1	0,2

El diámetro se coloca con referencia a la velocidad recomendada por las normativas NEC 11, que oscila entre 0,6 y 3 m/s para diámetros de hasta 3 pulgadas.

4.6.3 Velocidad

Para el cálculo de velocidad se utilizó para cada tramo, la formula general, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 31. Velocidad para cada tramo.

Accesorios Sanitarios	TRAMO	Diametro	Diametro	Velocidad
		Pulg.	m	0,6 a 3 (m/s)
TERCER PISO	1-M1	1,5	0,038	1,23
	2a-1	1,5	0,038	1,76
	3a-2	0,75	0,019	0,75
	4-M1	0,75	0,019	0,70
	5a-4	1	0,025	0,84
	SUMA	1 (1/2)		

NOTA: Los cálculos completos del (QMP), diámetro de tubería, velocidad del caudal por bloque, así como su total, se encuentran resumidos en el Anexo 6 en la Tabla 64 y Tabla 60.

4.6.4 Método de las Longitudes Equivalentes

Mediante una inspección, se observaron los diferentes accesorios como son: codos 1(1/2)", Tee, Válvula de Compuerta, Válvula con manguera, entre otros. El material que se utilizó es el PVC, donde el coeficiente de fricción es de 150 según la siguiente Tabla 32:

Tabla 32. Coeficiente de fricción para método de las longitudes equivalentes [18].

Coefficiente de fricción	C
Según catálogo	80
Según catálogo	90
Hierro galvanizado y acerado	10
Hierro fundido	120
Asbesto cemento	130
Cobre y fibra de vidrio	140
PVC	150

Utilizando los valores proporcionados, se han terminado las pérdidas correspondientes a los siguientes accesorios.

Tabla 33. Valores de los diferentes accesorios.

Accesorio	Coefficiente	Diámetro	Valores
	(adimensional)	(m)	(m)
Codo radio largo 90°	150	0,0381	0,5
Codo de 45°			0,4
Tee paso directo normal			0,55
Válvula de compuerta abierta			0,19

En base a los valores de la longitud equivalente de cada accesorio se procedió a calcular la longitud total:

Tabla 34. Valores obtenidos de las longitudes totales.

Codo 1(1/2)	Tee	Válvula compuerta	Total, Acs.	Longitud Plano	Longitud Total
90°	1(1/2)	1(1/2)	m	m	m
0,54	0,55	0,19			
1	5	1	3,66	7,53	11,19
0,72	2,75	0,19			
1	5	1	3,66	4,79	8,45
0,72	2,75	0,19			
2	2	1	2,73	8,73	11,46
1,44	1,1	0,19			
					31,1

NOTA: De esta manera se procederá para cada uno de los pisos del bloque B.

La fórmula de Flamant ha sido ampliamente utilizada para calcular las pérdidas por fricción en tuberías que pueden ser de PVC, hierro galvanizado, acero, cobre.

$$j = \frac{4 * C * V^{1.75}}{D^{1.25}} \quad (3.2.1)$$

Datos:

C = Coeficiente que depende del material PVC=150

D = Diámetro de la tubería en m= 1 ½

V = Velocidad

$$j = \frac{4 * 150 * 1.229^{1.75}}{0.038^{1.25}}$$

$$j = 0.0341 \text{ adimensional}$$

Por consiguiente, las perdidas por fricción en accesorios y tuberías en la sección de succión se presentan de la siguiente manera.

$$hf = L * j \quad (3.2.2)$$

Datos:

$L=11.19$ m

$J= 0.341$

$$hf = 11.19 * 0.341$$

$$hf = 0.381 \text{ m}$$

NOTA: Los cálculos totales de las pérdidas por fricción de los bloques A y B, así como su total se encuentran resumidos en el Anexo la Tabla 38 y 39 y de forma más clara en anexos.

Presiones

Se cálculo la presión en un punto específico del bloque A, específicamente el cuarto piso del sistema:

$$\Delta P_{\text{elevación}} = \rho \times g \times h$$

$$\Delta P_{\text{elevación}} = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \times 16$$

$$\Delta P_{\text{elevación}} = 156960 \text{ Pa} \approx 22.77 \text{ psi}$$

$$P_{\text{final}} = 60 \text{ psi} - 4,96 \text{ psi} - 22,77 \text{ psi}$$

$$P_{\text{final}} = 32.27 \text{ psi}$$

De esta forma realizamos el cálculo para cada Bloque A y B, en cada piso para saber la presión en cada piso.

Tabla 35. Presiones calculadas del Bloque A.

PISOS	hf (m)	hf(psi)	Densidad (kg/m3)	Gravedad (m/s2)	h(m)	P Elevacion (Pa)	P Elevacion PSI	P final PSI
Cuarto Piso	3,49	4,96	1000	9,81	16	156960	22,7592	32,28
Tercer Piso	3,59	5,09	1000	9,81	12	117720	17,0694	37,84
Segundo Piso	3,29	4,67	1000	9,81	8	78480	11,3796	43,95
Primer Piso	3,27	4,64	1000	9,81	4	39240	5,6898	49,67
Planta Baja	5,37	7,63	1000	9,81	0	0	0	52,37

Tabla 36. Presiones calculadas del Bloque B.

PISOS	hf (m)	hf(psi)	Densidad (kg/m3)	Gravedad (m/s2)	h(m)	P Elevación (Pa)	P Elevación PSI	P final PSI
Tercer Piso	3,30	4,682	1000	9,81	12	156960	22,7592	32,559
Segundo Piso	3,31	4,697	1000	9,81	8	117720	17,0694	38,234
Primer Piso	3,30	4,682	1000	9,81	4	78480	11,3796	43,939
Planta Baja	5,89	8,366	1000	9,81	0	39240	5,6898	45,944

4.6.5 Cálculo de volumen para la cisterna

Consumo Diario

El nivel de consumo está influenciado por la calidad del servicio proporcionado por la empresa, municipio o entidad responsable del suministro de agua, así como por el nivel educativo o estatus social del área en cuestión. Sin embargo, en el diseño de redes de agua potable, a menudo se utilizan valores estándar de consumo que varían entre 40 a 60 L/habitante/día en universidades.

Según la [10], se toma en cuenta los valores que le corresponden de acuerdo a la tabla 36, y se determina el consumo diario en los dos bloques de la UTC.

Tabla 37. Cálculo de consumo diario de los bloques A y B.

Código	Campus la matriz bloque a y b	Nº de alumnos	Dotación persona (L/día)	Dotación Total (L/día)
1	Facultad de ciencias de la Ingeniería y aplicadas	1639	60	98340
2	Facultad de ciencias administrativas y económicas	1477	60	88620
3	Facultad de ciencias sociales, artes y educación.	948	60	56880
4	Posgrado	116	60	6960
5	Personal UTC matriz	284	60	17040
	TOTAL	4524	TOTAL	267840

Entonces el Consumo total bloques A y B = 267840 (L/día) = 267,84 (m³/día)

En toda edificación, para el sistema contra incendios, se considera un volumen de almacenamiento en la cisterna que incluye un 20% adicional al consumo diario.

$$\text{Sistema contra incendios} = \text{Dotación} * 20\%$$

$$\text{Sistema contra incendios} = (267840 \text{ L/día}) * (0.2)$$

$$\text{Sistema contra incendios} = 53560 \text{ (L/día)}$$

Tabla 38. Volumen requerido para la cisterna de los bloques A y B.

VOLUMEN DE CONSUMO ASUMIDO		
VOLUMEN INCENDIO	53,56	m ³
VOLUMEN CONSUMO TOTAL	267,8	m ³
VOLUMEN TOTAL	321,4	m ³
VOLUMEN ADOPTADO	325	m ³

Nota: Se adopta un volumen de almacenamiento de 325 m³, por un factor de seguridad del sistema.

4.6.6 Sistema de Bombeo

Para encontrar el caudal de la bomba, se utiliza el caudal de diseño del sistema de la red agua potable que está en L/s, de la sumatoria de cada edificio, teniendo un caudal total de 8,51 L/s.

4.6.6.1 Presión en la pieza menos favorecida

Se adopta la recomendación de la NEC 11 respecto al fluxómetro que detalla que, desde un depósito de acumulación y regulación interno, el fluxómetro se considera en el cálculo como un nodo de consumo adicional en una instalación estándar, calculado de la misma manera que los demás nodos de consumo, desde un depósito situado a una altura que garantice una presión residual de 10mca. (14.22 PSI) en el punto de consumo más alto.

4.6.6.2 Presión Diferencial

La NEC 11 establece que la presión diferencial de apagado y encendido de la bomba debe estar en un rango de 15 a 20 m, por lo que optamos por el rango más alto considerando un factor de seguridad del sistema.

4.6.6.3 Determinación de la Altura Dinámica Total (TDH)

$$TDH = h_s + h + h_{fs} + h_{fd} + 7 + 14 \quad (3.2.9)$$

$$TDH = 4.55 + 1.96 + 34.79 + 10 + 20$$

$$TDH = 71.30\text{m}$$

Una vez realizado los cálculos se obtiene:

PON = Presión de encendido = 71.30 m

POFF = Presión de Apagado = 91.20 m

4.6.6.4 Cálculo Tipo de Bomba

Para el cálculo se opta por una bomba centrífuga, donde simplemente reemplazamos los valores obtenidos de Q y TDH.

Datos:

$$Q = 8.51 \text{ (L/s)}$$

$$TDH = 71,30 \text{ m}$$

Potencia al Freno (BHP)

Para el cálculo de la potencia de la bomba, usamos la ecuación (3.2.10):

$$BHP = \frac{Q * TDH * \gamma}{75 * \varepsilon} \quad (3.2.10)$$

$$BHP = \frac{8,51 \left(\frac{L}{s}\right) * 71.30(m) * 1\left(\frac{kg}{L}\right)}{75 * 0.60}$$

$$BHP = 13.48 \text{ HP}$$

Se asume una potencia de bomba de 15 HP, por ámbito comercial.

4.6.6.5 Características de la Bomba

Este se encuentra ubicado en el edificio del auditorio, en el nivel del subsuelo 1, y en la parte frontal de los tanques de reserva se disponen los equipos de bombeo que abastecen de agua potable a los bloques A y B, y por ende al sistema contra incendios de los edificios.

El equipo de bombeo para abastecimiento de agua potable está constituido por un sistema hidroneumático, compuesto por un equipo de bombeo acoplado a un tanque de presión, el cual abastece de agua desde el nivel de la planta baja, hasta las cuatro plantas altas del bloque A y las tres plantas altas del bloque B.

El sistema de bombeo está constituido por una bomba centrífuga de eje horizontal, cuya succión se dispone en la cámara húmeda del sistema de reserva y en cuyo extremo se coloca una válvula de pie. La descarga se acopla al tanque de presión. El sistema de bombeo debe cumplir las siguientes características:

Tabla 39. Características del Sistema de Bombeo.

Descripción	Características
Tipo de Bomba	Centrífuga
Elevación Estática de Succión (hs):	0.85m
Columna Estática de Descarga (h):	1.96 m
Columna Estática Total (H):	4.55m
Diámetros de Succión	Tubo HG de 75 mm
Diámetros de Descarga	Tubo HG de 50 mm
Potencia Requerida de la Bomba	15 HP

4.7 Determinación de los Parámetros Hidráulicos de la Red Sanitaria y Pluvial

4.7.1 Comprobación de Redes de Aguas Sanitarias y Aguas Lluvia actuales:

Se realizó la verificación de la tubería que se encuentra instalada en la red de aguas sanitarias y en la red de aguas lluvia. Este trabajo tuvo una duración de una semana en los bloques A y B; con la ayuda de dos trabajadores de la institución, se realizó la apertura de las cajas de revisión tanto de aguas sanitarias como de aguas lluvias, logrando seguir la trayectoria del flujo hasta el colector principal de cada bloque, los dos pozos de alcantarillado se encuentran en las salidas frontales de los bloques A y B, los cuales conectan a la red del colector municipal con un diámetro de 400 mm, En la Figura 11 se puede observar el trabajo que se llevó a cabo en el pozo de alcantarilla del bloque A que conecta al colector de la red municipal.



Figura 11. Comprobación llevada a cabo en el pozo de alcantarilla del bloque A que conecta al colector de la red municipal.

Para determinar los caudales de los bloques A y B, se empleará el método de Hunter; este método se fundamenta en las unidades de descarga y considera la simultaneidad en el uso de diversos artefactos, lo que permite calcular el caudal máximo probable (QMP) del sistema.

Asignaciones de aparatos:

- Inodoros con fluxómetro
- Lavamanos con fluxómetro
- Válvulas de manguera.

NOTA: La información detallada sobre planos, figuras, tablas y ecuaciones se encuentran en los anexos

Tramos y asignación de los aparatos

En el Bloque A y B, se encuentran instalados los siguientes dispositivos:

- Inodoro Fluxor
- Lavabo Fluxor
- Urinario Fluxor

En cuanto a las unidades de descarga, estas se asignan conforme al tipo de aparato y su uso previsto. En el caso de nuestro proyecto, ya que es una Universidad de uso público, las unidades de descarga se determinan multiplicando las unidades asignadas según la Tabla 14 por el número de aparatos, tal como se indica en la Tabla 40:

Tabla 40. Asignación de Unidades de Descarga, del Tercer Piso.

BLOQUE B TERCER PISO			
Aparatos Sanitarios	Nº Aparatos Servidos (unidad)	Unidades de Descarga por Aparato (L/min)	Unidades de Descarga Total (L/min)
Inodoro Fluxor	4	10	40
Lavabo Fluxor	6	2	12
Urinario Fluxor	3	2	6
Total			58

De esta manera se procede para cada uno de los tramos presentes en los Bloques A y B de la UTC. Los cálculos resumidos se encuentran en el Anexo 7.

4.7.2 Pendiente

El propósito de establecer una pendiente adecuada en la tubería es garantizar un arrastre eficiente de sólidos y promover la autolimpieza del sistema. Según los planos existentes, los bloques A y B que conforman la Universidad Técnica de Cotopaxi tienen una pendiente del 1%.

Para calcular los ramales, es esencial considerar dos aspectos: las unidades de descarga aportadas por cada aparato y el caudal de la tubería parcialmente llena, obtenido mediante el método de Hunter. En los bloques A y B, este caudal se calcularía de manera específica.

Caudal Máximo o de Diseño = Q_{MP}

Unidades de Descarga = $X=$

$$Y = 6.8881 * X^{0.6841}$$

$$Y = 6.8881 * 58^{0.6841}$$

$$Y = 110,779 \frac{L}{min}$$

$$Y = 1,846 \frac{L}{s}$$

Entonces para el Bloque B en el tercer piso tenemos un caudal de $0.00184 \frac{m^3}{s}$.

$S=$ Pendiente Hidráulica, 1%

$n=$ coeficiente de rugosidad de PVC es de 0.01

4.7.3 Tubería sanitaria

Para la determinación del diámetro, se utilizaron los diámetros de diseño establecidos en cada bloque de la universidad. Para verificar los ramales, se emplearon los diámetros comerciales proporcionados por el proveedor Plastigama [28], utilizando sus catálogos para obtener el diámetro adecuado. En el caso específico del bloque B, se utilizó un diámetro comercial de 4 pulgadas, equivalente a 110 mm de diámetro externo y 105.6 mm de diámetro interno nominal. Este diámetro ya ha sido seleccionado e implementado en la infraestructura existente.

Para esto se utiliza la siguiente fórmula de área:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \quad (3.2.20)$$

$$A = \frac{\pi * (0.105)^2}{4}$$

$$A = 0.00876 \text{ m}^2$$

Radio Hidráulico (R) será el siguiente:

$$R = \frac{D}{4} \quad (3.2.21)$$

$$R = \frac{0.1056}{4}$$

$$R = 0.0264 \text{ m}$$

Velocidad a tubo lleno V_o :

$$V_o = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}} \quad (3.2.22)$$

$$V_o = \frac{1}{0.01} * (0.0264)^{\frac{2}{3}} * (0.01)^{\frac{1}{2}}$$

$$V_o = 0.886 \text{ m/s}$$

Caudal a Tubo Lleno:

$$Q_o = V_o * A = \frac{A}{n} * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}} \quad (3.2.23)$$

$$Q_o = V_o * A$$

$$Q_o = 0.886 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.00876 \text{ m}^2$$

$$Q_o = 0.00776 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Con la relación de caudales q/Q_o podemos calcular utilizando fórmulas empíricas. En el caso específico del Bloque B del tercer piso, estas fórmulas serían las siguientes:

$$\frac{q}{Q_o} = \frac{0.00184}{0.00776}$$

$$\frac{q}{Q_o} = \frac{0.00184}{0.00776}$$

$$\frac{q}{Q_o} = 0.237$$

La relación v/V_o se determinará utilizando la fórmula empírica

$$\frac{v}{V_o} = 1.0234 * \left(\frac{q}{Q_o}\right)^{0.267} \quad (3.2.24)$$

$$\frac{v}{V_o} = 1.0234 * (0.237)^{0.267}$$

$$\frac{v}{V_o} = 0.696$$

La velocidad real de flujo es:

$$v = 0.60 * V_o$$

$$v = 0.60 * 0.886$$

$$v = 0.531 \text{ (m/s)}$$

Para la velocidad mínima se emplea la siguiente formula empírica:

$$V_{min} = 1.0234 * \left(\frac{q}{Q_o} * \frac{v}{V_o}\right)^{0.267}$$

$$V_{min} = 1.0234 * (0.237 * 0.696)^{0.267}$$

$$V_{min} = 0.632 \text{ m/s}$$

De acuerdo con las regulaciones del INEN (Normas para el estudio y diseño de Agua Potable y Aguas Residuales; Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1992), se especifica que la velocidad mínima debe ser de 0.45 m/s, y la velocidad máxima permitida es de 4.5 m/s. [5]

En la hoja de cálculo se verifica si la velocidad está dentro del intervalo de 0.45 m/s a 4.5 m/s. Si la velocidad no se encuentra dentro de este intervalo, se implementarán ajustes en el diámetro, incrementándolo o reduciéndolo según sea necesario.

$$V_{min} = 0.632 \text{ m/s}$$

$$0.45 \frac{\text{m}}{\text{s}} < V_{min} < 4.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$0.45 \frac{\text{m}}{\text{s}} < 0.632 \frac{\text{m}}{\text{s}} < 4.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La fuerza de tracción es un factor esencial en el diseño de sistemas de alcantarillado sanitario. Este criterio se fundamenta en la geometría y el área mojada del conducto, y su aplicación permite gestionar la erosión, la sedimentación y la presencia de sulfatos en el sistema. [18].

$$F = \gamma * R * J \quad (3.2.25)$$

Donde:

F= Fuerza de Tracción en (kg/m²)

γ = Peso Específico del Agua= (1000 kg/m³)

R= Radio Hidráulico

J= Pendiente (m/m)

Empleamos la siguiente formula;

$$F = 1000 * \left(\frac{D}{4}\right) * J$$

$$F = 250 * D * J$$

Dándonos un resultado de:

$$F = 250 * 0.105 * 0.01$$

$$F = 0.262 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Para el diseño apropiado, se establece que la fuerza mínima de arrastre o tracción debe ser de al menos 0.15 (kg/m²)

En la hoja de cálculo se comprueba si la fuerza de tracción excede los 0.15 kg/m². De no ser así, se ajusta el diámetro según sea necesario.

$$F = 0,262 \frac{kg}{m^2}$$

$$F > 0.15 \frac{kg}{m^2}$$

$$0.792 \frac{kg}{m^2} > 0.15 \frac{kg}{m^2} \text{ "Ok"}$$

Así se llevó a cabo el proceso para cada uno de los bloques que conforman el Bloque A y B de la UTC. Los cálculos realizados de todo el proyecto se encuentran resumidos en el Anexo 7 en la

Tabla 67 y

Tabla 69:

4.7.4 Capacidad Hidráulica de la Tubería

Para la capacidad de llenado de la tubería utilizamos el software H-Canales, el cual nos permite determinar las características hidráulicas de canales, en este caso el porcentaje en que trabaja la tubería.

En primer lugar, se realizó el cálculo la tubería horizontal en cada piso, donde se estableció un diámetro de 110 mm para todos los pisos de los Bloques A y B. El caudal que se tiene es de 0,003 m³/s y una pendiente del 1%. Con estos datos, se procedió a realizar el cálculo en el software, como se muestra en la Figura 12:

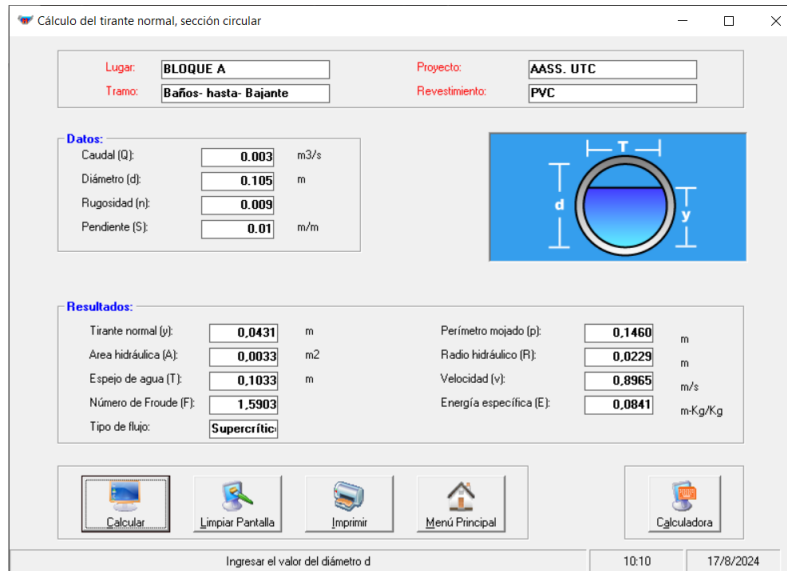


Figura 12. Cálculo de la capacidad Hidráulica mediante H-Canales.

Para encontrar el porcentaje de la capacidad hidráulica, se divide el tirante por el diámetro, dándonos un valor del 41 %.

Posteriormente, se realizó el cálculo de la tubería horizontal que conduce hasta los colectores, la cual tiene un diámetro de 400 mm y una pendiente del 2%, como se muestra en la figura:



Figura 13. Cálculo de la capacidad Hidráulica mediante H-Canales.

De igual forma, para encontrar el porcentaje de la capacidad hidráulica, se divide el tirante por el diámetro, dándonos un valor del 72 %.

4.11.3 Cálculo de Aguas Fluviales

Las aguas pluviales de techos, patios, azoteas y áreas pavimentadas serán recolectadas y dirigidas a la red pública de alcantarillado a través de bajantes y colectores.

En nuestro caso específico se empleó la estación meteorológica más cercana, en este caso fue la estación del Aeropuerto de Latacunga. La cual pertenece al código M0064, como se indica en la Tabla 41:

Periodo de retorno

Según la Tabla 20, y en función de los periodos de retorno asociados a los distintos tipos de diseño, se asumió que en nuestro caso se trata de áreas con edificios de servicio público, para lo cual, se considera un periodo de retorno de 10 años.

Tiempo de escurrimiento

Se utilizó la fórmula de Kirpich, para lo cual se tomaron en cuenta los siguientes datos:

$$L=134,29 \text{ m}$$

$$S= 0,03 \text{ m/m}$$

Reemplazamos:

$$tc = 0,0078 * \left(\frac{134,29^{0,77}}{0,03^{0,385}} \right)$$

$$tc = 1,309 \text{ h} \approx 78,54 \text{ min}$$

Por lo tanto, el tiempo de escurrimiento que demora el agua en fluir desde el punto más aleado de la azotea hasta un punto de recolección o descarga, en este caso el colector es de 78,54 min. Mediante este cálculo ya podemos elegir la ecuación para poder calcular la intensidad.

Tabla 41. Estación Metereológica Aeropuerto Latacunga

ESTACIÓN		DURACION	ECUACIONES
CÓDIGO	NOMBRE	(minutos)	
M0064	AEROPUERTO LATACUNGA	45,7	$i = 186,7742 * T^{0,1798} * t^{-0,5625}$

Por tanto, al aplicar el método se consigue una intensidad de lluvia en la zona de mm/h.

La contribución de las aguas pluviales se calculará utilizando el método racional, representado por la ecuación (3.2.19):

$$Q_{LL} = \frac{C * I * A}{3600} \quad (3.2.19)$$

Donde:

Q_{LL} = Caudal (L/s)

C = coeficiente de escurrimiento, según la Tabla 13, es C=0,83

I = 23,74 (mm/h)

A = Área de drenaje (m^2)

$$Q_{LL1} = \frac{0.83 * 23,74 * 84,57}{3600}$$

$$Q_{LL1} = 0.46 \text{ L/s}$$

De esta manera se realizó para cada sumidero la cual se encuentra en el Anexo 8, donde la bajante nos dio un valor de 11,50 L/s para el Bloque A, y 10,46 L/s para el Bloque B.

Se coloca tubería de 3 pulgadas si la velocidad del caudal va de 0 a 12 L/S por normativa, y si supera los 13 l/s, en adelante se coloca tubería de 4".

Velocidad del flujo en aguas lluvias de bajante al colector

Se calculó mediante la fórmula de Manning

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * j^{\frac{1}{3}}$$

$$V = \frac{1}{0,009} * \left(\frac{0,153^2}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * (0,03)^{\frac{1}{3}}$$

$$V = 0,51 \frac{m}{s}$$

$$0.45 \frac{m}{s} < 0,51 \frac{m}{s} < 4.5 \frac{m}{s}$$

4.8 Elaboración de los Planos del Sistema Hidrosanitarios

La Elaboración de los planos se realizó despues de verificar toda la infraestructura de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se evidencia que los bloques A y B del campus tienen más de 18 años, y por lo tanto, sus redes de abastecimiento de agua potable llevan funcionando ese tiempo. La vida útil del sistema, mayoritariamente compuesto por tuberías de PVC, está siendo superada. No obstante, según mencionan los trabajadores del departamento de Planificación, varias tuberías y accesorios sanitarios han sido reemplazados a lo largo del tiempo debido a inconvenientes en el abastecimiento.

La cantidad de agua requerida diariamente por las personas está influenciada por diversos factores. Entre ellos se encuentran la presión disponible en la conexión, la duración del servicio, el aumento en el número de puntos de consumo y el crecimiento de la población estudiantil. Además, las fugas en tuberías deterioradas debido al escaso mantenimiento y la falta de reparación de los componentes de la infraestructura hidrosanitaria también juegan un papel crucial. Estos factores son determinantes para la distribución del recurso hídrico, y es importante reconocer que no siempre se logra satisfacer completamente la demanda de agua de la población.

5.1 Resultados del sistema de agua potable de los Bloques A y B

5.1.1 Diseño y Funcionamiento

A partir de la observación, se concluye que el diseño de la red es adecuado y su funcionamiento es óptimo. Las tuberías utilizadas en el sistema son de PVC.

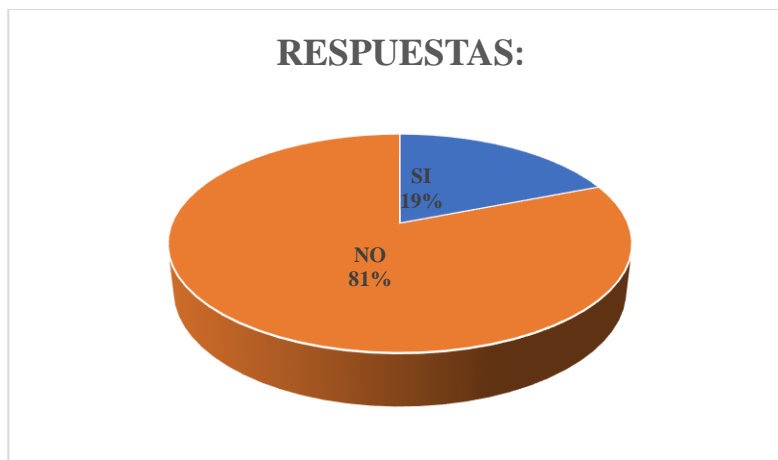
Además, para contrastar esta información, se realizó una encuesta a los estudiantes de octavo semestre paralelo” A” de Ingeniería Hidráulica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para evaluar su percepción sobre el funcionamiento y diseño del sistema hidrosanitario.

El curso está conformado por 21 alumnos, por lo tanto, esto se convierte en nuestro universo y muestra = 21 personas.

Tras analizar la información recopilada a través de las encuestas realizadas, a los estudiantes de octavo semestre paralelo” A” de Ingeniería Hidráulica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, los resultados obtenidos son los siguientes:

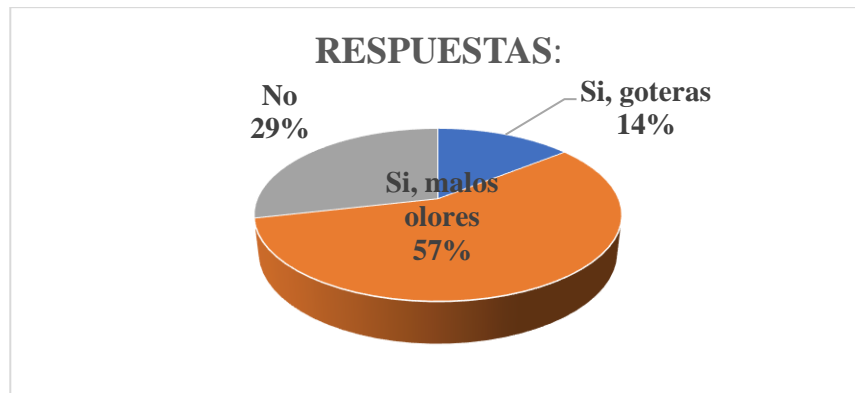
Interpretación de datos:

Pregunta 1: ¿Conoce usted si hay fugas en el sistema hidrosanitario de los Bloques A y B debido a la antigüedad de las instalaciones?



ALTERNATIVAS	RESPUESTA	%
SI	4	19,05%
NO	17	80,95%
Muestra	21	100,00%

Pregunta 2: ¿Ha notado la presencia de goteras o malos olores dentro de los Bloques A y B?



ALTERNATIVAS	RESPUESTA	%
Si, goteras	3	14,29%
Si, malos olores	12	57,14%
No	6	28,57%
Muestra	21	100%

Pregunta 3. ¿Ha visto usted si existen inundaciones dentro de las instalaciones de los Bloques A y B durante las precipitaciones?



ALTERNATIVAS	RESPUESTA	%
SI	8	38,10%
NO	13	61,90%
Muestra	21	100,00%

Los datos revelan que el 19.05% de los estudiantes está al tanto de las fugas en el sistema debido a la antigüedad de las instalaciones. Además, el 14.29% ha notado goteras, y el 57.14% ha

percibido malos olores en los Bloques A y B. En cuanto a inundaciones durante las precipitaciones, el 38.10% de los encuestados observa este problema. Estos hallazgos subrayan áreas críticas que requieren atención para mejorar el estado del sistema hidrosanitario.

5.1.2 Verificación de los caudales actuales y los determinados

Estos caudales, tanto instantáneos como totales, varían entre los diferentes tramos de los Bloques A y B, reflejando distintos niveles de demanda de agua.

Tabla 42. Verificación de caudales actuales y Determinados del Bloque A.

BLOQUE A	Caudal Existente (L/s)	Caudal Calculado (L/s)
Planta Baja	0,97	1,05
Primer Piso	0,78	0,80
Segundo Piso	0,75	1.11
Tercer Piso	0,73	1.07
Cuarto Piso	0,72	0,89

Los caudales actuales muestran valores más bajos en comparación con los caudales calculados en casi todos los puntos analizados. Esto puede indicar una subutilización de la capacidad del sistema, problemas de diseño o posibles pérdidas de agua no controladas. Los caudales actuales varían entre 0.72 L/s y 0.97 L/s. Esta consistencia podría sugerir que, aunque los caudales actuales son inferiores a los calculados, el sistema mantiene una cierta uniformidad en el suministro de agua. Sin embargo, la diferencia respecto a los caudales proyectados debería ser investigada. Los caudales calculados oscilan entre 0.89 L/s y 1.11 L/s, con un valor máximo de 1.11 L/s. Estos caudales reflejan las demandas de agua bajo condiciones teóricas o de diseño máximo, las cuales parecen ser significativamente superiores a las demandas reales observadas.

Tabla 43. Verificación de caudales actuales y Determinados del Bloque B.

BLOQUE B	Caudal Existente (L/s)	Caudal Calculado (L/s)
Planta Baja	0,98	1,13
Primer Piso	0,78	0,80
Segundo Piso	0,75	0,85
Tercer Piso	0,72	0,80

Los caudales calculados, que oscilan entre 0.80 L/s y 1.13 L/s, representan las demandas teóricas del sistema según las condiciones de diseño o proyecciones máximas de uso, sin embargo, los

caudales existentes medidos están entre 0.72 L/s y 0.98 L/s, lo que indica una reducción significativa en comparación con los valores proyectados. Esta diferencia sugiere que el sistema podría estar subutilizado o que hay factores que impiden que el agua fluya a los niveles esperados. Los cálculos de los caudales correspondientes a cada piso de los Bloques A y B se presentan en el Anexo 8, específicamente en las Tabla 58 a la Tabla 65.

5.1.3 Verificación de los diámetros de tubería actuales y los determinados

Tabla 44. Tuberías instaladas en la red de agua potable en los edificios A y B.

SISTEMAS DE AGUA POTABLE	Diámetros Existentes (mm)	Diámetros Calculados (mm)
Tubería de Distribución o Primaria	HG de 50	PVC de 50
Tubería Secundaria para Aparatos Sanitarios	HG de 38	PVC de 38
Tubería Terciaria para jardineras y accesorios sanitarios	PVC de 19	PVC de 16

La coincidencia en los diámetros de las tuberías de distribución primaria indica que la capacidad de transporte de agua es adecuada tanto en el diseño como en la implementación. Sin embargo, se sugiere recomendar un cambio en el diámetro de la tubería terciaria, de 13 mm a 19 mm, para las jardineras y accesorios. Este cambio garantiza un mejor rendimiento y cumpliría con las especificaciones recomendadas por las Normas Hidrosanitarias Ecuatorianas (NHE). Es importante señalar que, aunque el diámetro actual de las tuberías de jardinería no se encuentra dentro de los parámetros recomendados por las NHE, el diámetro calculado sí cumple con estas normativas. Además, en caso de futuras reparaciones o reemplazos, se recomienda optar por el nuevo diámetro sugerido.

5.1.4 Tipo de Bomba

Con base en estos requisitos, hemos elaborado una tabla que contiene los datos actuales necesarios para garantizar que el equipo de bombeo cumpla con su función de manera efectiva. Esta tabla detalla las capacidades y niveles de operación del sistema, asegurando que el volumen destinado para contrarrestar incendios permanezca intacto. De esta forma, el sistema de bombeo estará adecuadamente configurado para elevar el agua desde la reserva, manteniendo siempre la capacidad requerida para situaciones de emergencia y evitando el uso indebido del volumen reservado para incendios mediante un guarda nivel en la bomba de agua potable.

Tabla 45. Características de las bombas y tanque hidroneumático de agua potable, bloques A y B.

DESCRIPCION		BOMBA ACTUAL	BONBA CALCULADA
		AGUA POTABLE	AGUA POTABLE
CISTERNA	UNIDAD	BOMBA PRINCIPAL	BOMBA PRINCIPAL
1- BOMBA CENTRIFUGAS	(2 ETAPAS)		
CAUDAL	L/s	6,91	8,05
TDH	m.c.a	61,93	71,30
RENDIMIENTO	%	55 %	60 %
POTENCIA	HP	7.5	15

Se puede manifestar que luego de verificar la capacidad de la bomba con la que está funcionando el sistema es de 7.5 hp, y en base al cálculo realizado se debería utilizar una bomba de 15 hp, para mantener la presión constante en todo el sistema siendo necesario realizar este cambio.

5.1.5 Presión

Se llevaron a cabo dos tipos de comprobaciones para evaluar el sistema. Primero, se utilizó un manómetro durante 14 días continuos en el campo para medir la presión en los puntos disponibles y comparar estos resultados con los estándares establecidos por la norma. Además, se realizó una gráfica de cómo va cambiando la presión como vemos en la Figura 14:

De acuerdo con los datos obtenidos, las presiones en los nudos de consumo son superiores a las recomendadas por la norma, lo que asegura una dotación de agua más eficiente.

Tabla 46. Resultados de la presión existentes vs presión calculada del Bloque A.

PISOS	Presion Mínima Promedio por piso (PSI)	Presion Máxima Promedio por piso (PSI)	Presion Promedio por piso (PSI)
Cuarto Piso	14,50	42,10	30,20
Tercer Piso	15,20	45,60	32,10
Segundo Piso	15,80	47,90	31,85
Primer Piso	16,20	50,10	33,15
Planta Baja	16,80	50,50	33,65

Tabla 47. Resultados de la presión existentes vs presión calculada del Bloque B.

PISOS	Presion Mínima Promedio por piso (PSI)	Presion Máxima Promedio por piso (PSI)	Presion Promedio por piso (PSI)
Tercer Piso	15,20	45,60	30,40
Segundo Piso	15,80	47,90	31,85
Primer Piso	16,20	50,10	33,15
Planta Baja	16,80	50,80	33,80

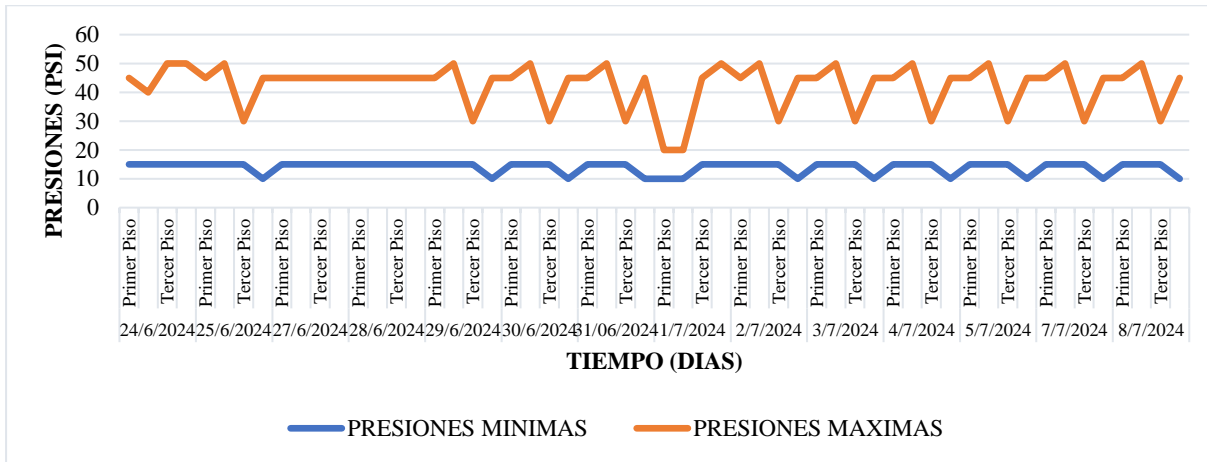


Figura 14. Registro de Presiones Observadas Durante 14 Días.

En el Anexo 5 se muestra el registro de datos de presiones obtenidos al igual que cálculos efectuados, específicamente en las Tabla 55 a la Tabla 57. Estos cálculos están representados en la vista en planta de cada nivel de los bloques A y B, en el Anexo 9.

Puntos Críticos

Los puntos críticos de la red de agua potable en el bloque A se localizaron en el cuarto y quinto piso, mientras que en el Bloque B el punto más crítico es en el cuarto piso. Se observó que, al utilizar los baños en los pisos inferiores, la presión en los pisos superiores disminuye, con valores mínimos llegando hasta 5 psi (equivalente a aproximadamente 3.5 m.c.a.). Esta reducción en la presión en los pisos superiores hace que estos niveles sean los más críticos en el sistema.

Dando contestación a la hipótesis planteada en el proyecto de investigación, se comprobó que si existe pérdida de presión ya que: la bomba y su tanque hidroneumático abastece al sistema con 60

PSI, de manera constante, y al tomar la presión en el punto más alejado del sistema llega una presión de máximo 45 PSI, ya tomando en cuenta las pérdidas por fricción tanto de tuberías como de los accesorios, este nos proporciona un diferencia de 15 PSI, las cuales se pierden por fugas en los diferentes accesorios del sistema, lo que representa un 25% de pérdida de presión.

5.2 Resultados de la Evaluación de la Red Sanitaria de los Bloques A y B

Se realizó el levantamiento de la red de distribución de aguas residuales, inspeccionando las cajas de revisión y los pozos de alcantarillado que conectan con los colectores de la red municipal del campus universitario. Durante esta inspección, se constató el estado de cada componente.

Se elaboraron detalles específicos sobre las cajas de revisión y los pozos de alcantarillado inspeccionados, describiendo las conexiones existentes entre ellos, las tuberías que llegan y salen, junto con sus respectivos diámetros y materiales. Además, se incluyó información sobre los materiales de construcción y el estado de conservación de cada elemento, así como la calle a la que evacúan. También se registraron observaciones y se incluyeron fotografías que documentan este levantamiento, como se muestra en la Figura 24. Todos estos detalles se encuentran exhaustivamente documentados en el Anexo 4. Por otra parte, se procede a realizar la comparación de los cálculos hidráulicos del sistema de aguas servidas como de aguas lluvia y se realiza su verificación con las normativas vigentes para cerciorarnos que se encuentran calculados e instalados de forma adecuada.

Diseño y Funcionamiento

En el análisis de los resultados, se ha evaluado si el diseño del sistema sanitario en los Bloques A y B se ajusta a la demanda actual de los usuarios. De acuerdo con los cálculos realizados y las inspecciones in situ, se ha determinado que el sistema está adecuadamente dimensionado para manejar el flujo de aguas residuales. La cantidad de aparatos sanitarios y la capacidad del sistema son suficientes para evitar sobrecargas o fallos, lo que indica que el diseño cumple con los requisitos actuales de uso y funcionamiento.

Velocidades

En cuanto a las velocidades en las secciones de tubería del sistema sanitario de los Bloques A y B, nos hemos regido por la normativa ecuatoriana. Los resultados obtenidos al calcular las tuberías existentes para verificar su conformidad con la normativa se presentan en las tablas 46 y 47, como se muestra a continuación:

Tabla 48. Cálculo de velocidades para la sección de Tubería del Bloque A.

TRAMO	Pendiente	Y (L/min)	Y (m ³ /s)	Area(m ²)	Radio (m)	Vo(m/s)	Qo(m ³ /s)	q/Q	v/Vo	Velocidad real	Velocidad mínima	0,45m/s<Vmin<4,5 m/s	Fuerza de Tracción	F>0,15 kg/m ²
CUARTO PISO	1%	110,780	0,002	0,009	0,026	0,883	0,008	0,241	0,990	0,530	0,698	Ok	0,264	Ok
	1%													
	1%													
TERCER PISO	1%	110,780	0,002	0,009	0,026	0,883	0,008	0,241	0,990	0,530	0,698	Ok	0,264	Ok
	1%													
	1%													
SEGUNDO PISO	1%	110,780	0,002	0,009	0,026	0,883	0,008	0,241	0,990	0,530	0,698	Ok	0,264	Ok
	1%													
	1%													
PRIMER PISO	1%	110,780	0,002	0,009	0,026	0,883	0,008	0,241	0,990	0,530	0,698	Ok	0,264	Ok
	1%													
	1%													
PLANTA BAJA	1%	219,888	0,004	0,009	0,026	0,883	0,008	0,479	0,990	0,530	0,839	Ok	0,264	Ok
	1%													
	1%													
COLECTOR	3%	685,103	0,011	0,103	0,091	2,016	0,209	0,055	1,234	1,209	0,498	Ok	0,905	Ok

Tabla 49. Cálculo de velocidades para la sección de Tubería del Bloque B.

BLOQUE B								
TRAMO	Pendiente	v/Vo	Velocidad real m/s	Velocidad mínima m/s	0,45m/s<Vmin<4,5 m/s	Fuerza de Tracción	F>0,15 kg/m ²	Diametro (in)
TERCER PISO	1%	0,697	0,53	0,636	Ok	0,264	Ok	3
SEGUNDO PISO	1%	0,697	0,53	0,636	Ok	0,264	Ok	3
PRIMER PISO	1%	0,697	0,53	0,636	Ok	0,264	Ok	3
PLANTA BAJA	1%	0,697	0,53	0,71	Ok	0,264	Ok	3
							Bajante	6

En sistemas de desagüe sanitario, se ha determinado que la velocidad mínima necesaria para mantener pequeñas partículas en suspensión y evitar su sedimentación es de 0.8 m/s, siendo preferible alcanzar 1 m/s. No obstante, es recomendable calcular una fuerza tractiva igual o superior a 0.15 kg/m² a tubo lleno, siendo en nuestro caso 0,264 kg/m², esto quiere decir que si está dentro de los parámetros permisibles según la INEN [21].

Bajantes

En el bloque A, se han instalado bajantes con diámetros de 160 mm. En el bloque B, también se han utilizado bajantes con los mismos diámetros 160 mm. Además, todos los bajantes de aguas lluvia tienen un diámetro de 160 mm.

Tabla 50. Tuberías Instaladas en la red de aguas servidas en los edificios calculados.

TUBERIAS INSTALADAS EN LA RED DE AGUAS SERVIDAS EN LOS EDIFICIOS CALCULADOS		
SISTEMAS DE AGUA SANITARIA	BLOQUE A	BLOQUE B
TUBERIA EN BAJANTES	TUBO PVC DE 160mm.	TUBO PVC DE 160mm.
TUBERIA RAMAL PRIMARIO	TUBO PVC DE 110mm.	TUBO PVC DE 110mm.
TUBERIA RAMAL SECUNDARIA	TUBO PVC DE 50mm.	TUBO PVC DE 50mm.
TUBERIA HACIA COLECTOR PRINCIPAL	TUBO PVC DE 400mm.	TUBO PVC DE 400mm.
TUBERIAS INSTALADAS EN LA RED DE AGUAS PLUVIALES EN LOS EDIFICIOS CALCULADOS		
SISTEMAS DE AGUA SANITARIA	BLOQUE A	BLOQUE B
TUBERIA EN BAJANTES	TUBO PVC DE 160mm.	TUBO PVC DE 160mm.
TUBERIA RAMAL PRIMARIO SUMIDEROS	TUBO PVC DE 75 mm.	TUBO PVC DE 75mm.
TUBERIA HACIA COLECTOR PRINCIPAL	TUBO PVC DE 400 mm.	TUBO PVC DE 400 mm.

Una vez identificado el número de aparatos sanitarios, se procedió a evaluar las unidades de descarga para comprobar la adecuación del diámetro de las tuberías de la red de desagüe. Los resultados de esta evaluación se detallan en las Tabla 66 a la

Tabla 69, ubicadas en los Anexos 7.

Pendientes

La pendiente de la tubería que se encuentra instalada en los Bloques A y B de la UTC. se encuentran al 1%, según lo indicado anteriormente.

1.2.1 Cálculo de la capacidad hidráulica con H-Canales para Agua Sanitaria

Tabla 51. AASS. Bloques A y B, tramo desde los baños de todos los pisos hasta la bajante.

CAPACIDAD HIDRAULICA TUBERIA SANITARIA			
AA.SS.	TRAMO	BLOQUE A (%)	BLEQUE B (%)
CUARTO PISO	Baños Bajante PVC. 110mm	41	0
TERCER PISO	Baños Bajante PVC. 110mm	41	41
SEGUNDO PISO	Baños Bajante PVC. 110mm	41	41
PRIMER PISO	Baños Bajante PVC. 110mm	41	41
PLANTA BAJA	Baños Bajante PVC. 110mm	41	41
RED PRINCIPAL	Bajante - Colector Municipal. PCV. 110mm	72	72

El Resultado en relación al tirante y al diámetro (Y/D), tenemos un valor de $(0.0431/0.105) = 41\%$. De igual manera, la red principal tenemos un valor de $(0.2659/0.362) = 72\%$ ya que la capacidad hidráulica debe funcionar a un nivel máximo 50% hasta 75% lo que nos indica que estamos dentro de la normativa vigente.

5.3 Resultados de la red Pluvial

Para los cálculos efectuados en la red pluvial, también fue necesario llevar a cabo una inspección visual

Tabla 52. Resultados de la evaluación de la red pluvial.

TUBERIAS INSTALADAS EN LA RED DE AGUAS PLUVIALES EN LOS EDIFICIOS ACTUALES		
SISTEMAS DE AGUA SANITARIA	BLOQUE A	BLOQUE B
TUBERIA EN BAJANTES	TUBO PVC DE 160mm.	TUBO PVC DE 160mm.
TUBERIA RAMAL PRIMARIO SUMIDEROS	TUBO PVC DE 110mm.	TUBO PVC DE 110mm.
TUBERIA HACIA COLECTOR PRINCIPAL	TUBO PVC DE 250mm.	TUBO PVC DE 250mm.

TUBERIAS INSTALADAS EN LA RED DE AGUAS PLUVIALES EN LOS EDIFICIOS CALCULADOS		
SISTEMAS DE AGUA SANITARIA	BLOQUE A	BLOQUE B
TUBERIA EN BAJANTES	TUBO PVC DE 160mm.	TUBO PVC DE 160mm.
TUBERIA RAMAL PRIMARIO SUMIDEROS	TUBO PVC DE 75 mm.	TUBO PVC DE 75mm.
TUBERIA HACIA COLECTOR PRINCIPAL	TUBO PVC DE 250 mm.	TUBO PVC DE 250 mm.

El análisis de las tuberías instaladas en la red de aguas pluviales en los edificios de los bloques A y B muestra algunas coincidencias entre los diámetros existentes y los calculados. Las tuberías en bajantes coinciden en ambos bloques, con un diámetro de 160 mm, lo que sugiere que el diseño y la instalación están alineados en esta parte del sistema. Sin embargo, en los ramales primarios de sumideros, las tuberías instaladas tienen un diámetro de 110 mm, mientras que los cálculos sugieren un diámetro de 75 mm. Esto indica una sobredimensión en las tuberías actuales, lo que podría ser innecesario y resultar en un uso excesivo de materiales. Por otro lado, la tubería hacia el colector principal es de un diámetro de 250 mm, asimilándose a la comparación con los calculados.

Las velocidades máximas en alcantarillado pluvial pueden ser mayores que las de caudales sanitarios continuos debido a la baja frecuencia de los caudales de diseño. No obstante, en nuestro caso, la velocidad calculada es de 0.51 m/s. Según las normas INEN de 1992, la velocidad mínima en alcantarillado pluvial debe ser de 0.45 m/s para el caudal máximo instantáneo en cualquier época del año [21].

5.3.1 Capacidad hidráulica con H-Canales para Agua lluvias

Tabla 53. Capacidad Hidráulica para Aguas Lluvias.

CAPACIDAD HIDRAULICA TUBERIA AGUA PLUVIAL			
AA.LL.	TRAMO	BLOQUE A (%)	BLOQUE B (%)
CUBIERTA	Sumideros- Bajantes	41	41
RED PRINCIPAL	Bajante - Colector Municipal. PCV. 110mm	72	72

Una vez identificado el diámetro y el caudal de las aguas pluviales, se procedió a evaluar las unidades de descarga para comprobar la adecuación del diámetro de las tuberías de agua lluvia. Los resultados de esta evaluación se detallan en las Tabla 66 a la

Tabla 69, ubicadas en los Anexos 7.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para cumplir con el primer objetivo se realizó la revisión de las Normas Hidrosanitarias Ecuatorianas (NHE) la misma proporcionó un marco teórico sólido para evaluar y diseñar sistemas hidrosanitarios en entornos educativos. Se identificaron los parámetros y estándares clave que deben cumplirse para asegurar la eficiencia y seguridad en la operación de los sistemas de agua potable, aguas servidas y aguas lluvias. Además, la incorporación de métodos específicos, como el método NEC 11 para el diseño de sistemas de agua potable, el método de Hunter para el dimensionamiento de sistemas sanitarios, y el método racional para la proyección de sistemas de aguas lluvias, nos permitió comprender mejor la complejidad y los desafíos asociados con los sistemas hidrosanitarios en edificios.
- En cuanto al segundo objetivo, se recolectó planos y datos técnicos del departamento de planificación sobre la construcción existente de las redes de agua potable, redes de aguas servidas, y redes de aguas lluvias en los bloques A y B, esto permitió identificar las características actuales del sistema. Sin embargo, se identificaron áreas que no estaban contempladas en los planos iniciales, lo que resaltó la importancia de realizar una inspección detallada in situ; De manera similar, se coordinó con el departamento de talento humano para obtener el número de docentes estudiantes y trabajadores que ejercen alguna actividad en el campus matriz; Con esto se estableció que 4524 personas utilizan estas instalaciones diariamente en distintos horarios.
- Para establecer el tercer objetivo, se realiza la evaluación de los parámetros encontrados en la construcción del sistema hidrosanitario de los bloques A y B, en comparación con las normativas NEC 11, esto mostró que la falta de presión en los pisos superiores indica la necesidad de ajustes para cumplir plenamente con las normativas vigentes; Las mediciones de presión de agua se realizaron con un manómetro de presión calibrado, esto se realizó en cada uno de los pisos de los bloques A y B, especialmente en los puntos más alejados del sistema para garantizar su funcionamiento. Se comprobó que la presión en los diferentes pisos se encuentra entre 15 y 35 PSI, cumpliendo con los requisitos establecidos por las normativas vigentes y asegurando el correcto funcionamiento de los aparatos sanitarios, que requieren un mínimo de 14.22 PSI.

En cuanto a la red de Aguas Servidas, se utiliza el método de Hunter, el mismo que considera la simultaneidad de uso de los aparatos sanitarios de los bloques A y B, Esto es crucial para evitar problemas como atascos o insuficiencia en el sistema de desagüe; Además se establece mediante los cálculos: que la pendiente correcta se encuentra en un 1%, que la red primaria horizontal utiliza tubo PVC. de 110mm, la red secundaria horizontal tubo PVC. de 50 mm, las bajantes llevan tubo PVC. de 160 mm, y la tubería que conecta al colector municipal lleva tubo PVC. De 400mm, y que la capacidad hidráulica de la tubería instalada, trabaje a un caudal máximo del 41%.

Por otra parte, para realizar el cálculo de la red de Aguas Pluvial de los bloques A y B, se utilizó el método racional, el cual nos dio resultados similares a los que se encuentran instalados en los edificios, obteniendo el diámetro de la tubería primaria horizontal tubo PVC. de 110mm, y los bajantes con tubería PVC de 160mm, los que se encuentran en buen estado, Además, esta red se conecta en determinado tramo a las cajas de revisión a la red sanitaria la cual puede ser beneficioso para realizar autolimpieza de la tubería que se conecta al colector municipal.

- Para realizar el cuarto objetivo del diseño del sistema hidrosanitario de los bloques A y B, se emplea el software AutoCAD, se utiliza para realizar los planos y actualizaciones de las redes correspondientes a los sistemas de agua potable, aguas sanitarias y aguas pluviales; En estos planos se representan gráficamente las tuberías, conexiones y elementos necesarios para cada tipo de sistema.

RECOMENDACIONES:

- Mantener actualizadas las normativas y métodos de cálculo utilizados en el diseño hidrosanitario, asegurando que el personal técnico esté capacitado en las últimas versiones de las normativas y prácticas recomendadas.
- Implementar inspecciones regulares in situ y mantener un registro detallado de cualquier cambio o actualización en las instalaciones, para asegurar que toda la infraestructura esté debidamente documentada y reflejada en los planos.
- Realizar ajustes en las áreas defectuosas identificadas, especialmente en tuberías, accesorios y sistema de bombeo; Llevando a cabo mantenimientos preventivos que

garanticen que todas las partes del sistema se encuentren operativas y cumplan con las normativas vigentes.

- Continuar utilizando software como AutoCAD para optimizar y diseñar los sistemas hidrosanitarios, asegurando que las modificaciones realizadas sean detectables y verídicas.
- Finalmente, proporcionar capacitación continua al personal encargado del mantenimiento del sistema Hidrosanitario siendo esencial para garantizar que estén al día con las prácticas y técnicas modernas de gestión y mantenimiento de sistemas hidráulicos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ceaaces, “CÓDIGO SUBÁREA CONOCIMIENTO UNESCO”.
- [2] J.-F. Vergès, “Servicios de agua potable y alcantarillado: lecciones de las experiencias de Alemania, Francia e Inglaterra”.
- [3] C. Lopez and W. Marcelo, “EVALUACIÓN DE LAS REDES HIDROSANITARIAS DE LAS EDIFICACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA”.
- [4] “Universidad Técnica de Cotopaxi: enero 2013.” Accessed: Aug. 11, 2024. [Online]. Available: <https://blogutc.blogspot.com/2013/01/?m=1>
- [5] L. Ochoa and V. Bourgett, *Reducción Integral de Pérdidas de Agua Potable*. Accessed: Aug. 11, 2024. [Online]. Available: http://repositorio.imta.mx/bitstream/handle/20.500.12013/1101/IMTA_057.pdf?se
- [6] S. E. La Inspección De San Javier En El Municipio De La Mesa and C. DE Angie Johanna Ruiz Amézquita Facultad, “DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO,” 2022.
- [7] Secretaría del Agua, “CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN DE PARTE IX OBRAS SANITARIAS NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES”, doi: 10.07.
- [8] D. Salazar, “Bases para el Diseño y construcción de Sistemas Hidrosanitarios en edificaciones escolares, Unidad Edcucativa del Milenio (UEM),” 2016.
- [9] J. M. Ortiz, E. X. M. Castro, J. F. Q. Molina, A. E. C. Pesántez, and D. A. O. Valdéz, “Consumo sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca,” *Ingenius*, no. 20, pp. 28–38, Jun. 2018, doi: 10.17163/ING.S.N20.2018.03.
- [10] I. José and M. J. Terán, *MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL CAMPUS XALAPA UNIVERSIDAD VERACRUZANA*.
- [11] NEC, “NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC-11 CAPÍTULO 16 NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA”.
- [12] G. Venkata Ramana, C. V. S. S. Sudheer, and B. Rajasekhar, “Network analysis of water distribution system in rural areas using EPANET,” *Procedia Eng*, vol. 119, no. 1, pp. 496–505, 2015, doi: 10.1016/J.PROENG.2015.08.875.
- [13] “Instituto Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillado (INAA) | Hispagua.” Accessed: Feb. 28, 2024. [Online]. Available: <https://hispagua.cedex.es/en/instituciones/organismo/95117>
- [14] S. Genera. Dr. Jonny Zavaka, “GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MÁCHALA ORDENANZA SUSTITUTIVA A LA ORDENANZA DE REGULACIÓN Y FIJACIÓN DE LAS TARIFAS POR LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO”.
- [15] E. S. Sonsonate, “ICC - Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático.” Accessed: Jul. 29, 2024. [Online]. Available: <https://icc.org.gt/es/>

- [16] H. Pozo, "LEY ORGANICA DE RECURSOS HIDRICOS USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA", Accessed: Mar. 02, 2024. [Online]. Available: www.lexis.com.ec
- [17] F. Garcia, "Agua Instalaciones Sanitarias En Los Edificios Arq Luis Lopez." Accessed: Apr. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.academia.edu/9048606/Agua_Instalaciones_Sanitarias_En_Los_Edificios_Arq_Luis_Lopez
- [18] Salazar D., "“BASES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS HIDROSANITARIOS EN EDIFICACIONES ESCOLARES, UNIDAD EDUCATIVA DEL MILENIO (UEM),”" 2016.
- [19] R. Carmona Perez, *Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones*. 2011. [Online]. Available: <https://lalibriadelingeniero.blogspot.com/>
- [20] P. Fernández Díez, "DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA BOMBAS CENTRÍFUGAS Y VOLUMÉTRICAS", Accessed: Aug. 09, 2024. [Online]. Available: <http://www.termica.webhop.info/>
- [21] ester silva, "REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS -2000 SECCION II TÍTULO D." Accessed: Mar. 21, 2024. [Online]. Available: https://www.academia.edu/10687105/REGLAMENTO_T%C3%89CNICO_DEL_SECTOR_DE_AGUA_POTABLE_Y_SANEAMIENTO_BASICO_RAS_2000_SECCION_II_T%C3%8DTULO_D
- [22] "Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN – Ecuador." Accessed: Feb. 29, 2024. [Online]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/>
- [23] G. Ruiz, "Manual de Instalaciones Hidrosanitarias".
- [24] E. Ing Wilmer Guachamín Ing Fernando García Ing Miguel Arteaga Blgo Jorge Cadena, "DETERMINACIÓN DE ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA EQUIPO TÉCNICO 2015 DETERMINACIÓN DE ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN Contenido," 2015.
- [25] J. W. Gregory, *Time of Concentration Determination for Small Watersheds*, vol. 25, no. 3. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 1982. doi: 10.13031/2013.33594.
- [26] E. Ing Wilmer Guachamín Ing Fernando García Ing Miguel Arteaga Blgo Jorge Cadena, "DETERMINACIÓN DE ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA EQUIPO TÉCNICO 2015 DETERMINACIÓN DE ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN Contenido," 2015.
- [27] J. Llamas, *Hidrología general. Principios y aplicaciones* Universidad del País Vasco - Librería Tirant Lo Blanch. 1993.
- [28] "Plastigama Wavin Ecuador." Accessed: Aug. 10, 2024. [Online]. Available: <https://wavin.com/es-ec>

ANEXOS

Anexo 1. Población actual de estudiantes del campus matriz de los bloques A y B, en modalidad presencial en el período OCTUBRE 2023-MARZO 2024

Tabla 54. Población Actual De Los Bloques A Y B De La Universidad Técnica De Cotopaxi.

CÓDIGO	CAMPUS LA MATRIZ BLOQUE A Y B	N° ALUMNOS
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA Y APLICADAS		
1	Electricidad	430
2	Electromecánica	354
3	Hidráulica	184
4	Industrial	323
5	Sistema	348
POSGRADO		
10	Electricidad	21
11	Sanidad Vegetal	20
12	Administración De Empresas	14
13	Administración Pública	25
14	Derecho Constitucional	19
15	Ciencia De Datos	17
PERSONAL UTC MATRIZ		
16	Personal Docente	177
17	Personal Administrativo	112
18	Trabajadores	55
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS		
19	Economía	159
20	Mercadotecnia	281
21	Gestión De La Información Gerencial	149
22	Administración De Empresas	357
23	Gestión Del Talento Humano	359
24	Contabilidad Y Auditoría	172
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES, ARTES Y EDUCACION UTC		
25	Carrera de Trabajo Social	342
26	Carrera de Comunicación	273
27	Carrera de Diseño Gráfico	274
28	Carrera de Animación digital	59
TOTAL		4524

Anexo 2. Verificación en campo y evidencias de Recolección de datos de Agua Potable.



Figura 15. Levantamiento de Información de las Redes de Agua Potable desde la Cisterna hasta los Bloques A y B, utilizando Tubería HG de 2"



Figura 16. Se detectaron fugas de agua en el jardín frontal de la universidad debido al deterioro de los accesorios.



Figura 17. Se observan fugas de agua en el jardín frontal de la universidad debido al deterioro de los accesorios.



Figura 18. Comprobación de la presión de agua potable en el baño de hombres del Bloque B, con un valor registrado de 35 PSI.



Figura 19. Medición de presión marcando 10 PSI.



Figura 20. Medición de presión marcando 35 PSI.



Figura 21. Medición de presión marcando 30 PSI.



Figura 22. Medición de presión marcando 45 PSI.

Anexo 3. Verificación en campo y evidencias de Recolección de datos de Aguas Sanitarias.



Figura 23. Inspección de las conexiones y tuberías de aguas sanitarias.



Figura 24. Verificación de la caja de revisión del Bloque B y del sentido del flujo de aguas residuales.



Figura 25. Verificación de la caja de revisión del Bloque B y del sentido del flujo de aguas lluvias.



Figura 26. Levantamiento de información de las redes sanitarias: se observa un pozo de alcantarillado en la salida principal del Edificio A.



Figura 27. Levantamiento de información de redes sanitaria, se observa caja de revisión de alcantarillado salida del edificio B.

Anexo 4. Verificación en campo y evidencias de Recolección de datos de la cisterna y sistema de bombeo.



Figura 28. Verificación de cisternas de agua potable.



Figura 29. Verificación de tanque hidroneumático de agua potable.



Figura 30. Verificación de bombas de agua potable.



Figura 31. Verificación de bombas de agua potable.

Anexo 5. Cálculo de Presiones Tomadas en Campo para Agua Potable de los Bloques A y B.

Tabla 55. Medición de presiones realizadas en el Bloque A de la UTC, durante 14 días. Primera parte.

BLOQUE A							
Fecha	Piso	Presión Minima (psi)	Presión Máxima (psi)	Fecha	Piso	Presión Minima (psi)	Presión Máxima (psi)
24/6/2024	Primer Piso	15	45	1/7/2024	Primer Piso	10	20
	Segundo Piso	10	40		Segundo Piso	10	25
	Tercer Piso	15	35		Tercer Piso	15	45
	Cuarto Piso	15	30		Cuarto Piso	15	50
	Quinto Piso	15	50		Quinto Piso	15	50
25/6/2024	Primer Piso	15	45	2/7/2024	Primer Piso	15	45
	Segundo Piso	15	45		Segundo Piso	15	45
	Tercer Piso	15	30		Tercer Piso	15	30
	Cuarto Piso	10	45		Cuarto Piso	10	45
	Quinto Piso	10	50		Quinto Piso	15	50
27/6/2024	Primer Piso	15	45	3/7/2024	Primer Piso	15	45
	Segundo Piso	15	45		Segundo Piso	15	45
	Tercer Piso	10	45		Tercer Piso	15	30
	Cuarto Piso	15	25		Cuarto Piso	10	45
	Quinto Piso	15	50		Quinto Piso	10	50
28/6/2024	Primer Piso	15	45	4/7/2024	Primer Piso	15	45
	Segundo Piso	15	45		Segundo Piso	15	45
	Tercer Piso	10	45		Tercer Piso	15	30
	Cuarto Piso	15	45		Cuarto Piso	10	45
	Quinto Piso	10	50		Quinto Piso	15	50

Tabla 56. Medición de presiones realizadas en el Bloque A de la UTC, durante 14 días, Segunda parte.

BLOQUE A							
Fecha	Piso	Presión Minima (psi)	Presión Máxima (psi)	Fecha	Piso	Presión Minima (psi)	Presión Máxima (psi)
29/6/2024	Primer Piso	15	45	5/7/2024	Primer Piso	15	45
	Segundo Piso	15	45		Segundo Piso	15	45
	Tercer Piso	15	30		Tercer Piso	15	30
	Cuarto Piso	10	45		Cuarto Piso	10	45
	Quinto Piso	15	45		Quinto Piso	15	50
30/6/2024	Primer Piso	15	45	7/7/2024	Primer Piso	15	45
	Segundo Piso	15	45		Segundo Piso	15	45
	Tercer Piso	15	30		Tercer Piso	15	30
	Cuarto Piso	10	45		Cuarto Piso	10	45
	Quinto Piso	10	50		Quinto Piso	10	50
31-06-2024	Primer Piso	15	45	8/7/2024	Primer Piso	15	45
	Segundo Piso	15	45		Segundo Piso	15	45
	Tercer Piso	15	30		Tercer Piso	15	30
	Cuarto Piso	10	45		Cuarto Piso	10	45
	Quinto Piso	15	50		Quinto Piso	15	50

Tabla 57. Medición de presiones realizadas en el Bloque B de la UTC, durante 14 días, Primera parte.

BLOQUE B							
Fecha	Piso	Bloque A (psi)	Bloque B (psi)	Fecha	Piso	Bloque A (psi)	Bloque B (psi)
24/6/2024	Primer Piso	15	45	1/7/2024	Primer Piso	10	20
	Segundo Piso	15	40		Segundo Piso	10	20
	Tercer Piso	15	50		Tercer Piso	15	45
	Cuarto Piso	15	50		Cuarto Piso	15	50
25/6/2024	Primer Piso	15	45	2/7/2024	Primer Piso	15	45
	Segundo Piso	15	50		Segundo Piso	15	50
	Tercer Piso	15	30		Tercer Piso	15	30
	Cuarto Piso	10	45		Cuarto Piso	10	45
27/6/2024	Primer Piso	15	45	3/7/2024	Primer Piso	15	45
	Segundo Piso	15	45		Segundo Piso	15	50
	Tercer Piso	15	45		Tercer Piso	15	30
	Cuarto Piso	15	45		Cuarto Piso	10	45
28/6/2024	Primer Piso	15	45	4/7/2024	Primer Piso	15	45
	Segundo Piso	15	45		Segundo Piso	15	50
	Tercer Piso	15	45		Tercer Piso	15	30
	Cuarto Piso	15	45		Cuarto Piso	10	45
29/6/2024	Primer Piso	15	45	5/7/2024	Primer Piso	15	45
	Segundo Piso	15	50		Segundo Piso	15	50
	Tercer Piso	15	30		Tercer Piso	15	30
	Cuarto Piso	10	45		Cuarto Piso	10	45
30/6/2024	Primer Piso	15	45	7/7/2024	Primer Piso	15	45
	Segundo Piso	15	50		Segundo Piso	15	50
	Tercer Piso	15	30		Tercer Piso	15	30
	Cuarto Piso	10	45		Cuarto Piso	10	45
31/06/2024	Primer Piso	15	45	8/7/2024	Primer Piso	15	45
	Segundo Piso	15	50		Segundo Piso	15	50
	Tercer Piso	15	30		Tercer Piso	15	30
	Cuarto Piso	10	45		Cuarto Piso	10	45

Anexo 6. Cálculos Relacionados con el Suministro de Agua Potable de los Bloques A y B.

Tabla 58. Cálculo del caudal máximo probable (QMP) del Bloque B.

Accesorios Sanitarios	TRAMO	(l/s)	Inodoro Fluxometro	Lavabo Fluxometro	Urinarios Fluxometro	Grifo Mangera	TOTAL (Litros)		K
		Q.ins.min.	1,25	0,1	0,5	0,2			
TERCER PISO	1-M1	Accesorio	2	3	-	-	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	0,3	-	-	Q.Totl	2,8	
	2a-1	Accesorio	2	-	3	-	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	-	1,5	-	Q.Totl	4	
	3a-2	Accesorio	-	3	-	-	Acc.Totl	3	0,71
		Q.ins.min.	-	0,3	-	-	Q.Totl	0,3	
	4-M1	Accesorio	-	-	-	1	Acc.Totl	1	1
		Q.ins.min.	-	-	-	0,2	Q.Totl	0,2	
	5a-4	Accesorio	-	-	-	1	Acc.Totl	1	1
		Q.ins.min.	-	-	-	0,2	Q.Totl	0,2	
SUMA			4	6	3	2	15		
SEGUNDO PISO	1-M1	Accesorio	2	3	-	-	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	0,3	-	-	Q.Totl	2,8	
	2a-1	Accesorio	2	-	3	-	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	-	-	-	Q.Totl	4	
	3a-2	Accesorio	-	3	-	-	Acc.Totl	3	0,71
		Q.ins.min.	-	0,3	-	-	Q.Totl	0,3	
	4-M1	Accesorio	-	-	-	3	Acc.Totl	3	0,71
		Q.ins.min.	-	-	-	0,6	Q.Totl	0,6	
	5a-4	Accesorio	-	-	-	1	Acc.Totl	1	1
		Q.ins.min.	-	-	-	0,2	Q.Totl	0,2	
SUMA			4	6	3	4	17		

Tabla 59. Cálculo del Agua Potable del Bloque B.

Accesorios Sanitarios	Caudal Diseño	Caudal Diseño	Diametro	Diametro	Velocidad	Codo 1(1/2)		Tec	Albula compue	Total Acs.	Longitud Plano	Longitud Total	Perdida de Carga	ht (Perdida de Carga Total)
	Q= l/s	Q= m3	Pulg.	m	0,6 a 3 (m/s)	90°	45°	1(1/2)	1(1/2)					
						0,72	0,39	0,55	0,19					
TERCER PISO	1,4	0,0014	1,5	0,038	1,23	1		5	1	3,66	7,53	11,19	0,03	0,38
						0,72	0	2,75	0,19					
	2	0,002	1,5	0,038	1,76	1		5	1	3,66	4,79	8,45	0,06	0,54
						0,72	0	2,75	0,19					
	0,213	0,0002	0,75	0,019	0,75	2		2	1	2,73	8,73	11,46	0,03	0,39
						1,44	0	1,1	0,19					
	0,2	0,0002	0,75	0,019	0,7	2	1	1	1	2,57	25,65	28,22	0,03	0,86
						1,44	0,39	0,55	0,19					
	0,2	0,0002	0,75	0,019	0,7	2	2	0	0	2,22	34,88	37,1	0,03	1,13
						1,44	0,78	0	0					
4,01		0,004	de1 (1/2)										0,19	3,3
SEGUNDO PISO	1,4	0,0014	1,5	0,038	1,23	1		5	1	3,66	7,53	11,19	0,03	0,38
						0,72	0	2,75	0,19					
	2	0,002	1,5	0,038	1,76	1		5	1	3,66	4,79	8,45	0,06	0,54
						0,72	0	2,75	0,19					
	0,213	0,0002	0,75	0,019	0,75	2		2	1	2,73	8,73	11,46	0,03	0,39
						1,44	0	1,1	0,19					
	0,426	0,0004	1	0,025	0,841	3	2	3	1	4,78	43,51	48,29	0,03	1,407
						2,16	0,78	1,65	0,19					
	0,2	0,0002	0,75	0,019	0,702	2	2	0	0	2,22	17,2	19,42	0,03	0,591
						1,44	0,78	0	0					
4,239		0,0042	de1 (1/2)										0,19	3,31

Tabla 60. Cálculo del caudal máximo probable (QMP) del Bloque B, primera parte.

Accesorios Sanitarios	TRAMO	(l/s)	Inodoro Fluxometro	Lavabo Fluxometro	Urinaros Fluxometro	Grifo Mangera	TOTAL (L)		COEFICIENTE DE SIMULTANEADEAD K
		Q.ins.min.	1,25	0,1	0,5	0,2			
PRIMER PISO	1-M1	Accesorio	2	3	-	-	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	0,3	-	-	Q.Totl	2,8	
	2a-1	Accesorio	2	-	3	-	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	-	1,5	-	Q.Totl	4	
	3a-2	Accesorio	-	3	-	-	Acc.Totl	3	0,71
		Q.ins.min.	-	0,3	-	-	Q.Totl	0,3	
	4-M1	Accesorio	-	-	-	1	Acc.Totl	1	1
		Q.ins.min.	-	-	-	0,2	Q.Totl	0,2	
	5a-4	Accesorio	-	-	-	1	Acc.Totl	1	1
		Q.ins.min.	-	-	-	0,2	Q.Totl	0,2	
SUMA			4	6	3	2	15		
PLANTA BAJA	1-M1	Accesorio	2	3	-	-	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	0,3	-	-	Q.Totl	2,8	
	2a-1	Accesorio	2	-	3	-	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	-	1,5	-	Q.Totl	4	
	3a-2	Accesorio	-	3	-	-	Acc.Totl	3	0,71
		Q.ins.min.	-	0,3	-	-	Q.Totl	0,3	
	4-M1	Accesorio	-	-	-	1	Acc.Totl	1	1
		Q.ins.min.	-	-	-	0,2	Q.Totl	0,2	
	5a-4	Accesorio	2	2	-	2	Acc.Totl	6	0,58
		Q.ins.min.	2,5	0,3	-	0,4	Q.Totl	3,1	
6a-4	Accesorio	2	2	-	-	Acc.Totl	4	0,58	
	Q.ins.min.	2,5	0,2	-	-	Q.Totl	2,7		
SUMA			8	10	3	3	24		

Tabla 61. Cálculo del Agua Potable del Bloque B, segunda parte.

Accesorios Sanitarios	Caudal Diseño Q= l/s	Caudal Diseño Q= m3	Diametro Pulg.	Diametro M	Velocidad 0,6 a 3 (m/s)	Codo 1(1/2)		Tee	Albula compue	Total Acs. m	Longitud Plano m	Longitud Total m	Perdida de Carga J	ht (Perdida de Carga Total)
						90°	45°	1(1/2)	1(1/2)					
						0,72	0,39	0,55	0,19					
PRIMER PISO	1,4	0,0014	1,5	0,038	1,229	1		5	1	3,66	7,53	11,19	0,03	0,38
						0,72	0	2,75	0,19					
	2	0,002	1,5	0,038	1,755	1		5	1	3,66	4,79	8,45	0,06	0,54
						0,72	0	2,75	0,19					
	0,213	0,0002	0,75	0,019	0,748	2		2	1	2,73	8,73	11,46	0,03	0,39
						1,44	0	1,1	0,19					
	0,2	0,0002	0,75	0,019	0,702	2	1	1	1	2,57	25,65	28,22	0,03	0,86
						1,44	0,39	0,55	0,19					
	0,2	0,0002	0,75	0,019	0,702	2	2	0	0	2,22	34,88	37,1	0,03	1,13
						1,44	0,78	0	0					
4,013		0,004	del (1/2)									0,19	3,3	
PLANTA BAJA	1,4	0,0014	1,5	0,038	1,23	1		5	1	3,66	7,79	11,45	0,03	0,39
						0,72	0	2,75	0,19					
	2	0,002	1,5	0,038	1,76	1		5	1	3,66	4,53	8,19	0,06	0,52
						0,72	0	2,75	0,19					
	0,213	0,0002	0,75	0,019	0,75	2		2	1	2,73	8,98	11,71	0,03	0,4
						1,44	0	1,1	0,19					
	0,2	0,0002	0,75	0,019	0,7	0	2	1	1	1,52	16,4	17,92	0,03	0,55
						0	0,78	0,55	0,19					
	1,798	0,0018	1,5	0,038	1,58	4		0	1	3,07	39,79	42,86	0,05	2,26
						2,88	0	0	0,19					
1,566	0,0016	1,5	0,038	1,37	2		0	1	1,63	41,24	42,87	0,04	1,78	
					1,44	0	0	0,19						
7,18		0,0072	del (1/2)									0,26	5,89	

Tabla 62. Cálculo del caudal máximo probable (QMP) del Bloque A, primera parte.

Accesorios Sanitarios	TRAMO	(l/s)	Inodoro Fluxometro	Lavabo Fluxometro	Urinaris Fluxometro	Grifo Mangera	TOTAL (Litros)		K
		Q.ins.min.	1,25	0,1	0,5	0,2			
CUARTO PISO	1-M1	Accesorio	2	3	0	0	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	0,3	0	0	Q.Totl	2,8	
	2a-1	Accesorio	2	0	3	0	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	0	1,5	0	Q.Totl	4	
	3a-2	Accesorio	0	3	0	0	Acc.Totl	3	0,71
		Q.ins.min.	0	0,3	0	0	Q.Totl	0,3	
	4-M1	Accesorio	0	0	0	3	Acc.Totl	3	0,71
		Q.ins.min.	0	0	0	0,6	Q.Totl	0,6	
	5a-4	Accesorio	0	0	0	3	Acc.Totl	3	0,71
		Q.ins.min.	0	0	0	0,6	Q.Totl	0,6	
TERCER PISO	1-M1	Accesorio	2	3	0	0	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	0,3	0	0	Q.Totl	2,8	
	2a-1	Accesorio	2	0	3	0	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	0	1,5	0	Q.Totl	4	
	3a-2	Accesorio	0	3	0	0	Acc.Totl	3	0,71
		Q.ins.min.	0	0,3	0	0	Q.Totl	0,3	
	4-M1	Accesorio	0	0	0	1	Acc.Totl	1	1
		Q.ins.min.	0	0	0	0,2	Q.Totl	0,2	
	5a-4	Accesorio	0	0	0	1	Acc.Totl	1	1
		Q.ins.min.	0	0	0	0,2	Q.Totl	0,2	
SEGUNDO PISO	1-M1	Accesorio	2	3	0	0	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	0,3	0	0	Q.Totl	2,8	
	2a-1	Accesorio	2	0	3	0	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	0	1,5	0	Q.Totl	4	
	3a-2	Accesorio	0	3	0	0	Acc.Totl	3	0,71
		Q.ins.min.	0	0,3	0	0	Q.Totl	0,3	
	4-M1	Accesorio	0	0	0	1	Acc.Totl	1	1
		Q.ins.min.	0	0	0	0,2	Q.Totl	0,2	
	5a-4	Accesorio	0	0	0	3	Acc.Totl	3	0,71
		Q.ins.min.	0	0	0	0,6	Q.Totl	0,6	

Tabla 63. Cálculo del Agua Potable del Bloque A, Primera parte.

Accesorios Sanitarios	Caudal Diseño Q= l/s	Caudal Diseño Q= m3	Diametro Pulg.	Diametro m	Velocidad 0,6 a 3 (m/s)	Codo 1(1/2)		Tee	Valbula compuert	Total Acs. m
						90°	45°	1(1/2)	1(1/2)	
						0,72	0,39	0,55	0,19	
CUARTO PISO	1,4	0,0014	1,5	0,038	1,23	1		5	1	3,66
						0,72	0	2,75	0,19	
	2	0,002	1,5	0,038	1,76	1		5	1	3,66
						0,72	0	2,75	0,19	
	0,213	0,0002	0,75	0,019	0,75	2		2	1	2,73
						1,44	0	1,1	0,19	
	0,426	0,0004	1	0,025	0,84	2	2	1	1	2,96
					1,44	0,78	0,55	0,19		
0,426	0,0004	1	0,025	0,84	1	2	1	0	2,05	
					0,72	0,78	0,55	0		
	4,47	0,0045	de1 (1/2)							
TERCER PISO	1,4	0,0014	1,5	0,038	1,23	1		5	1	3,66
						0,72	0	2,75	0,19	
	2	0,002	1,5	0,038	1,76	1		5	1	3,66
						0,72	0	2,75	0,19	
	0,213	0,0002	0,75	0,019	0,75	2		2	1	2,73
						1,44	0	1,1	0,19	
	0,2	0,0002	0,75	0,019	0,7	2	2	1	1	2,96
					1,44	0,78	0,55	0,19		
0,2	0,0002	0,75	0,019	0,7	1	2	1	0	2,05	
					0,72	0,78	0,55	0		
	4,01	0,004	de1 (1/2)							
SEGUNDO PISO	1,4	0,0014	1,5	0,038	1,23	1		5	1	3,66
						0,72	0	2,75	0,19	
	2	0,002	1,5	0,038	1,76	1		5	1	3,66
						0,72	0	2,75	0,19	
	0,213	0,0002	0,75	0,019	0,75	2		2	1	2,73
						1,44	0	1,1	0,19	
	0,2	0,0002	0,75	0,019	0,702	3	2	1	1	3,68
					2,16	0,78	0,55	0,19		
0,426	0,0004	1	0,025	0,841	1	2	0	0	1,5	
					0,72	0,78	0	0		
	4,239	0,0042	de1 (1/2)							

Tabla 64. Cálculo del caudal máximo probable (QMP) del Bloque A, Segunda Parte.

Accesorios Sanitarios	TRAMO	(l/s)	Inodoro Fluxometro	Lavabo Fluxometro	Urinaris Fluxometro	Grifo Mangera	TOTAL (Litros)		K
		Q.ins.min.	1,25	0,1	0,5	0,2			
PRIMER PISO	1-M1	Accesorio	2	3	0	0	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	0,3	0	0	Q.Totl	2,8	
	2a-1	Accesorio	2	0	3	0	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	0	1,5	0	Q.Totl	4	
	3a-2	Accesorio	0	3	0	0	Acc.Totl	3	0,71
		Q.ins.min.	0	0,3	0	0	Q.Totl	0,3	
	4-M1	Accesorio	0	0	0	1	Acc.Totl	1	1
		Q.ins.min.	0	0	0	0,2	Q.Totl	0,2	
	5a-4	Accesorio	0	0	0	1	Acc.Totl	1	1
		Q.ins.min.	0	0	0	0,2	Q.Totl	0,2	
PLANTA BAJA	1-T.A1-I	Accesorio	2	3	0	0	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	0,3	0	0	Q.Totl	2,8	
	2a-1	Accesorio	2	0	3	0	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	2,5	0	1,5	0	Q.Totl	4	
	3a-2	Accesorio	0	3	0	0	Acc.Totl	3	0,71
		Q.ins.min.	0	0,3	0	0	Q.Totl	0,3	
	4- III	Accesorio	1	1	0	3	Acc.Totl	5	0,5
		Q.ins.min.	1,25	0,1	0	0,6	Q.Totl	1,95	
	IIa-T.A2	Accesorio	0	0	0	1	Acc.Totl	1	1
		Q.ins.min.	0	0	0	0,2	Q.Totl	0,2	
	5a-T.A2	Accesorio	1	1	0	0	Acc.Totl	2	1
		Q.ins.min.	1,25	0,1	0	0	Q.Totl	1,35	
	6a-5	Accesorio	0	0	0	2	Acc.Totl	2	1
		Q.ins.min.	0	0	0	0,4	Q.Totl	0,4	
	A1-T.A3	Accesorio	1	2	0	0	Acc.Totl	3	0,71
		Q.ins.min.	1,25	0,2	0	0	Q.Totl	1,45	
	A2-A1	Accesorio	1	2	0	1	Acc.Totl	4	0,58
		Q.ins.min.	1,25	0,2	0	0,2	Q.Totl	1,65	
	A3-T.A3	Accesorio	1	1	0	1	Acc.Totl	3	0,71
		Q.ins.min.	1,25	0,1	0	0,2	Q.Totl	1,55	
	A4-A3	Accesorio	1	1	0	0	Acc.Totl	2	1
		Q.ins.min.	1,25	0,1	0	0	Q.Totl	1,35	
	A5-A4	Accesorio	1	1	0	0	Acc.Totl	2	1
		Q.ins.min.	1,25	0,1	0	0	Q.Totl	1,35	
	A6-A5	Accesorio	1	1	0	0	Acc.Totl	2	1
		Q.ins.min.	1,25	0,1	0	0	Q.Totl	1,35	
SUMA			12	16	3	8	39		

Tabla 65. Cálculo del Agua Potable del Bloque A, segunda parte.

Accesorios Sanitarios	TRAMO	Caudal Diseño Q= l/s	Caudal Diseño Q= m ³	Diametro Pulg.	Diametro m	Velocidad 0,6 a 3 (m/s)	Codo 1(1/2)		Tee	Albula compues	Total Acs. m	Longitud Plano m	Longitud Total m	Perdida de Carga J	ht (Perdida de Carga Total)
							90°	45°	1(1/2)	1(1/2)					
							0,72	0,39	0,55	0,19					
PRIMER PISO	1-M1	1,4	0,0014	1,5	0,038	1,229	1	5	1	3,66	7,53	11,19	0,034	0,38	
							0,72	0	2,75	0,19					
	2a-1	2	0,002	1,5	0,038	1,755	1	5	1	3,66	4,81	8,47	0,064	0,54	
								0,72	0	2,75	0,19				
	3a-2	0,213	0,0002	0,75	0,019	0,748	2	2	1	2,73	8,73	11,46	0,034	0,39	
								1,44	0	1,1	0,19				
	4-M1	0,2	0,0002	0,75	0,019	0,702	2	2	1	2,96	48,38	51,34	0,03	1,56	
							1,44	0,78	0,55	0,19					
5a-4	0,2	0,0002	0,75	0,019	0,702	0	2	1	0	1,33	11,64	12,97	0,03	0,39	
							0	0,78	0,55	0					
SUMA		4,013	0,004	del (1/2)										0,193	3,27
PLANTA BAJA	1-T.A1-I	1,4	0,0014	1,5	0,038	1,23	1	5	1	3,66	7,57	11,23	0,034	0,38	
							0,72	0	2,75	0,19					
	2a-1	2	0,002	1,5	0,038	1,76	1	5	1	3,66	4,76	8,42	0,064	0,54	
								0,72	0	2,75	0,19				
	3a-2	0,213	0,0002	0,75	0,019	0,75	2	2	1	2,73	8,73	11,46	0,034	0,39	
								1,44	0	1,1	0,19				
	4- III	0,975	0,001	1,5	0,038	0,86	6	0	5	1	7,26	49,01	56,27	0,018	1,02
								4,32	0	2,75	0,19				
	IIa-T.A2	0,2	0,0002	1,5	0,038	0,18	1	2	1	2,01	5,6	7,61	0,001	0,01	
								0,72	0	1,1	0,19				
	5a-T.A2	1,35	0,0014	1,5	0,038	1,18	2	3	1	3,28	24,34	27,62	0,032	0,88	
								1,44	0	1,65	0,19				
	6a-5	0,4	0,0004	1	0,025	0,79	1	1	0	1,27	7,2	8,47	0,026	0,22	
								0,72	0	0,55	0				
	A1-T.A3	1,0295	0,001	1,5	0,038	0,9	2	4	1	3,83	9,55	13,38	0,02	0,27	
								1,44	0	2,2	0,19				
	A2-A1	0,957	0,001	1,5	0,038	0,84	3	3	1	4	9,55	13,55	0,018	0,24	
							2,16	0	1,65	0,19					
A3-T.A3	1,1005	0,0011	1,5	0,038	0,97	1	3	1	2,56	20,17	22,73	0,022	0,51		
							0,72	0	1,65	0,19					
A4-A3	1,35	0,0014	1,5	0,038	1,18	1	1	2	1	2,79	10,63	13,42	0,032	0,43	
							0,72	0,78	1,1	0,19					
A5-A4	1,35	0,0014	1,5	0,038	1,18	1	0	2	1	2,01	3,38	5,39	0,032	0,17	
							0,72	0	1,1	0,19					
A6-A5	1,35	0,0014	1,5	0,038	1,18	2	0	1	1	4,38	5,57	9,95	0,032	0,32	
							1,44	0	2,75	0,19					
SUMA		13,68	0,0137	del (1/2)										0,365	5,37

Anexo 7. Obtención de calculos referentes al Sistema Sanitario de los Bloques A y B.

Tabla 66. Cálculo del sistema Sanitario del Bloque A.

BLOQUE A						
TRAMO	Aparatos Sanitarios	Total Accesorios	Unidad de Descarga	Total	Diametro MM	Pendiente
CUARTO PISO	Inodoro Fluxor	4	10	40	110	1%
	Lavabo Fluxor	6	2	12	50	1%
	Urinario Fluxor	3	2	6	50	1%
	Total			58		
TERCER PISO	Inodoro Fluxor	4	10	40	110	1%
	Lavabo Fluxor	6	2	12	50	1%
	Urinario Fluxor	3	2	6	50	1%
	Total			58		
SEGUNDO PISO	Inodoro Fluxor	4	10	40	110	1%
	Lavabo Fluxor	6	2	12	50	1%
	Urinario Fluxor	3	2	6	50	1%
	Total			58		
PRIMER PISO	Inodoro Fluxor	4	10	40	110	1%
	Lavabo Fluxor	6	2	12	50	1%
	Urinario Fluxor	3	2	6	50	1%
	Total			58		
PLANTA BAJA	Inodoro Fluxor	12	10	120	160	1%
	Lavabo Fluxor	16	2	32	50	1%
	Urinario Fluxor	3	2	6	50	1%
	Total			158		

Tabla 67. Cálculo para la sección de Tubería del Bloque A.

TRAMO	Pendiente	Y (L/min)	Y (m ³ /s)	Area(m ²)	Radio (m)	Vo(m/s)	Qo(m ³ /s)	q/Q	v/Vo	Velocidad real	Velocidad mínima	0,45m/s<Vmin<4,5 m/s	Fuerza de Tracción	F>0,15 kg/m ²
CUARTO PISO	1%	110,780	0,002	0,009	0,026	0,883	0,008	0,241	0,990	0,530	0,698	Ok	0,066	Ok
	1%													
	1%													
TERCER PISO	1%	110,780	0,002	0,009	0,026	0,883	0,008	0,241	0,990	0,530	0,698	Ok	0,264	Ok
	1%													
	1%													
SEGUNDO PISO	1%	110,780	0,002	0,009	0,026	0,883	0,008	0,241	0,990	0,530	0,698	Ok	0,264	Ok
	1%													
	1%													
PRIMER PISO	1%	110,780	0,002	0,009	0,026	0,883	0,008	0,241	0,990	0,530	0,698	Ok	0,264	Ok
	1%													
	1%													
PLANTA BAJA	1%	219,888	0,004	0,009	0,026	0,883	0,008	0,479	0,990	0,530	0,839	Ok	0,264	Ok
	1%													
	1%													
COLECTOR	3%	685,103	0,011	0,103	0,091	2,016	0,209	0,055	1,234	1,209	0,498	Ok	0,905	Ok

Tabla 68. Cálculo del Sistema Sanitario del Bloque B.

BLOQUE B						
TRAMO	Aparatos Sanitarios	Total Accesorios	Unidad de Descarga	Total	Diametro mm	Pendiente
TERCER PISO	Inodoro Fluxor	4	10	40	110	1%
	Lavabo Fluxor	6	2	12	50	1%
	Urinario Fluxor	3	2	6	50	1%
	Total			58		
SEGUNDO PISO	Inodoro Fluxor	4	10	40	110	1%
	Lavabo Fluxor	6	2	12	50	1%
	Urinario Fluxor	3	2	6	50	1%
	Total			58		
PRIMER PISO	Inodoro Fluxor	4	10	40	110	1%
	Lavabo Fluxor	6	2	12	50	1%
	Urinario Fluxor	3	2	6	50	1%
	Total			58		
PLANTA BAJA	Inodoro Fluxor	8	10	80	110	1%
	Lavabo Fluxor	10	2	20	50	1%
	Urinario Fluxor	3	2	6	50	1%
	Total			106		

Tabla 69. Cálculo para la sección de Tubería del Bloque B.

PISO	Y= (L/min)	Y= (m3/s)	Area= (m2)	Radio= (m)	Vo=(m/s)	Qo= (m3/s)	q/Q	v/Vo	Velocidad real	Velocidad mínima	0,45m/s<Vmin <4,5m/s	Fuerza de Tracción	F>0,15 kg/m2
PRIMER PISO	110,78	0,002	0,009	0,026	0,883	0,008	0,241	0,697	0,53	0,636	Ok	0,264	Ok
SEGUNDO PISO	110,78	0,002	0,009	0,026	0,883	0,008	0,241	0,697	0,53	0,636	Ok	0,264	Ok
TERCER PISO	110,78	0,002	0,009	0,026	0,883	0,008	0,241	0,697	0,53	0,636	Ok	0,264	Ok
CUARTO PISO	167,344	0,003	0,009	0,026	0,883	0,008	0,365	0,697	0,53	0,71	Ok	0,264	Ok

Anexo 8 Obtención de los cálculos referentes al Agua Lluvia.

Tabla 70. Cálculo del Agua Lluvia de los Bloques A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

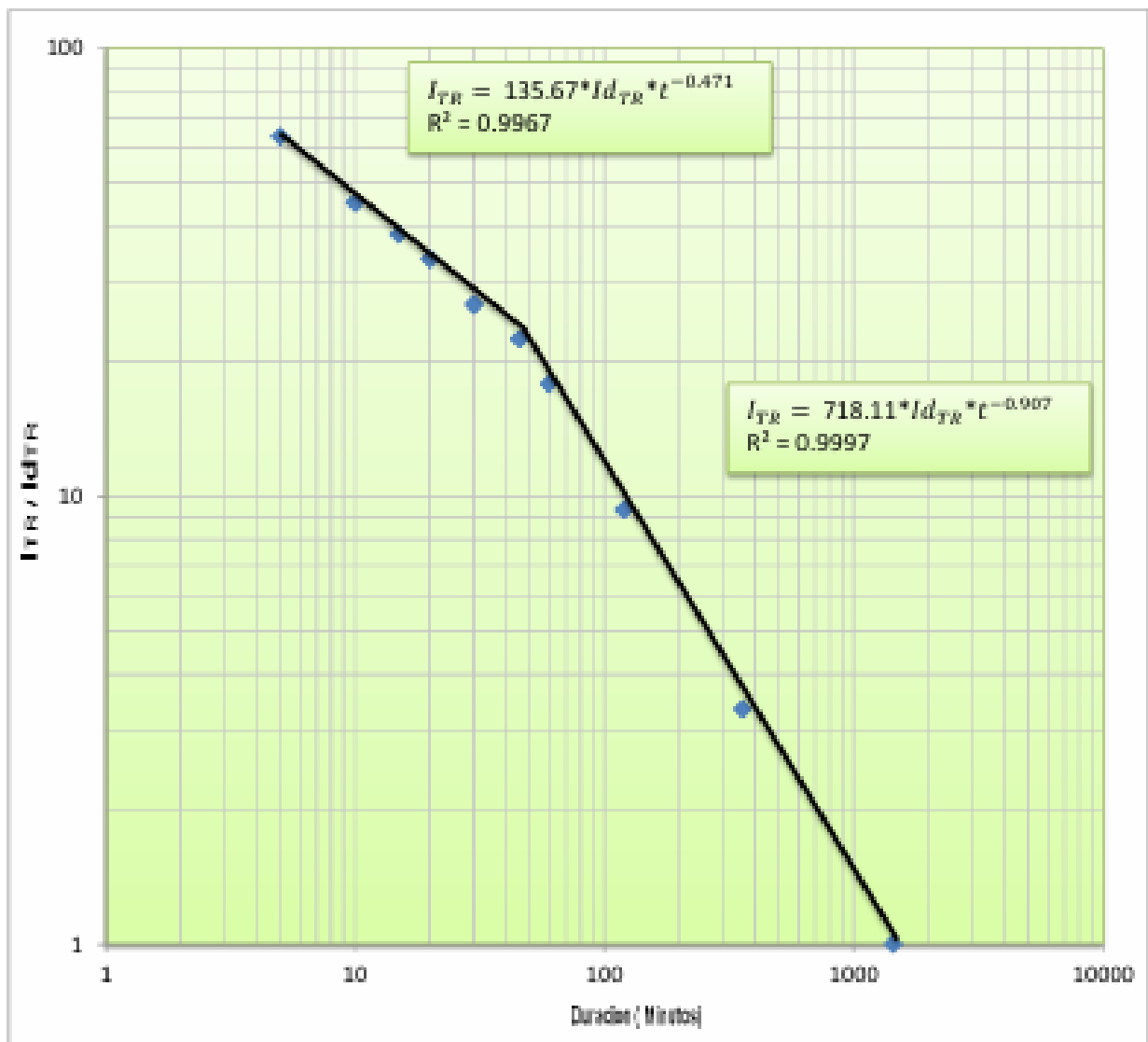
SUMIDERO	Área Servida	Área Bajante	Pendiente	Intensidad	C	Caudal	Diametro Tubo
0	m ²	Ha	%	mm/h	Material	L/s	Pulg.
1	84,57	0,008457	1	23,74	0,83	0,4629	3
2	118,93	0,011893	1	23,74	0,83	0,6510	3
3	139,59	0,013959	1	23,74	0,83	0,7640	3
4	118,32	0,011832	1	23,74	0,83	0,6476	3
5	79,05	0,007905	1	23,74	0,83	0,4327	3
6	52,14	0,005214	1	23,74	0,83	0,2854	3
7	113,74	0,011374	1	23,74	0,83	0,6225	3
8	113,16	0,011316	1	23,74	0,83	0,6194	3
9	54,14	0,005414	1	23,74	0,83	0,2963	3
10	61,54	0,006154	1	23,74	0,83	0,3368	3
11	63,9	0,00639	1	23,74	0,83	0,3497	3
12	53,29	0,005329	1	23,74	0,83	0,2917	3
13	114,12	0,011412	1	23,74	0,83	0,6246	3
14	114,05	0,011405	1	23,74	0,83	0,6242	3
15	52,53	0,005253	1	23,74	0,83	0,2875	3
16	73,45	0,007345	1	23,74	0,83	0,4020	3
17	119,03	0,011903	1	23,74	0,83	0,6515	3
18	141,72	0,014172	1	23,74	0,83	0,7757	3
19	117,79	0,011779	1	23,74	0,83	0,6447	3
20	80,81	0,008081	1	23,74	0,83	0,4423	3
21	64,55	0,006455	1	23,74	0,83	0,3533	3
22	53,86	0,005386	1	23,74	0,83	0,2948	3
23	53,86	0,005386	1	23,74	0,83	0,2948	3
24	64,49	0,006449	1	23,74	0,83	0,3530	3
					TOTAL	11,51	6

Tabla 71. Cálculo del Agua Lluvia de los Bloques A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

SUMIDERO	Área Servida	Área Bajante	Pendiente	Intensidad	C	Caudal	Diametro Tubo
0	m ²	Ha	%	I	Material	L/s	Pulg.
1	81,86	0,008186	1	23,74	0,83	0,4481	3
2	118,79	0,011879	1	23,74	0,83	0,6502	3
3	142,67	0,014267	1	23,74	0,83	0,7809	3
4	121,53	0,012153	1	23,74	0,83	0,6652	3
5	83,97	0,008397	1	23,74	0,83	0,4596	3
6	53,26	0,005326	1	23,74	0,83	0,2915	3
7	112,52	0,011252	1	23,74	0,83	0,6159	3
8	114,13	0,011413	1	23,74	0,83	0,6247	3
9	51,38	0,005138	1	23,74	0,83	0,2812	3
10	61,69	0,006169	1	23,74	0,83	0,3377	3
11	61,43	0,006143	1	23,74	0,83	0,3362	3
12	49,52	0,004952	1	23,74	0,83	0,2710	3
13	113,04	0,011304	1	23,74	0,83	0,6187	3
14	113,17	0,011317	1	23,74	0,83	0,6194	3
15	52,12	0,005212	1	23,74	0,83	0,2853	3
16	74,31	0,007431	1	23,74	0,83	0,4067	3
17	118,84	0,011884	1	23,74	0,83	0,6505	3
18	144,86	0,014486	1	23,74	0,83	0,7929	3
19	118,95	0,011895	1	23,74	0,83	0,6511	3
20	67,85	0,006785	1	23,74	0,83	0,3714	3
					0	0,00	
					TOTAL	10,16	6

CUADROS N° 32: INTENSIDADES MAXIMAS DE LA ESTACION LATACUNGA AEROPUERTO
 COD. M0064

DURACIONES t (Minutos)									
TR (Años)	5	10	15	20	30	60	120	360	1440
2	71.28	51.42	42.48	37.10	30.65	19.64	10.47	3.87	1.10
5	89.78	64.77	53.51	46.73	38.61	24.74	13.19	4.87	1.39
10	104.69	75.53	62.40	54.49	45.02	28.84	15.38	5.68	1.62
25	122.09	88.08	72.77	63.55	52.50	33.64	17.94	6.62	1.88
50	134.17	96.80	79.97	69.84	57.70	36.97	19.71	7.28	2.07
100	145.62	105.06	86.79	75.80	62.62	40.12	21.40	7.90	2.25



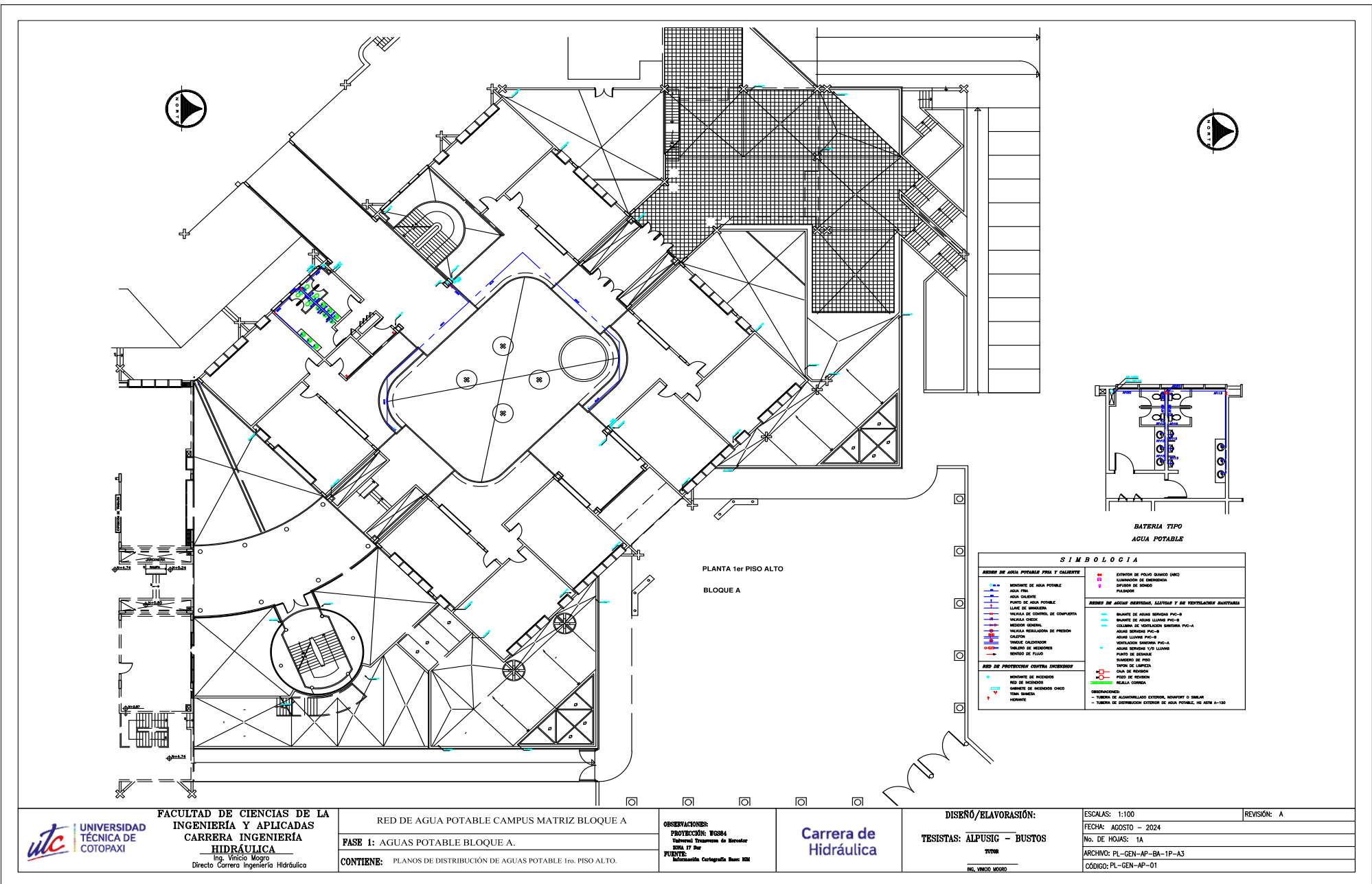
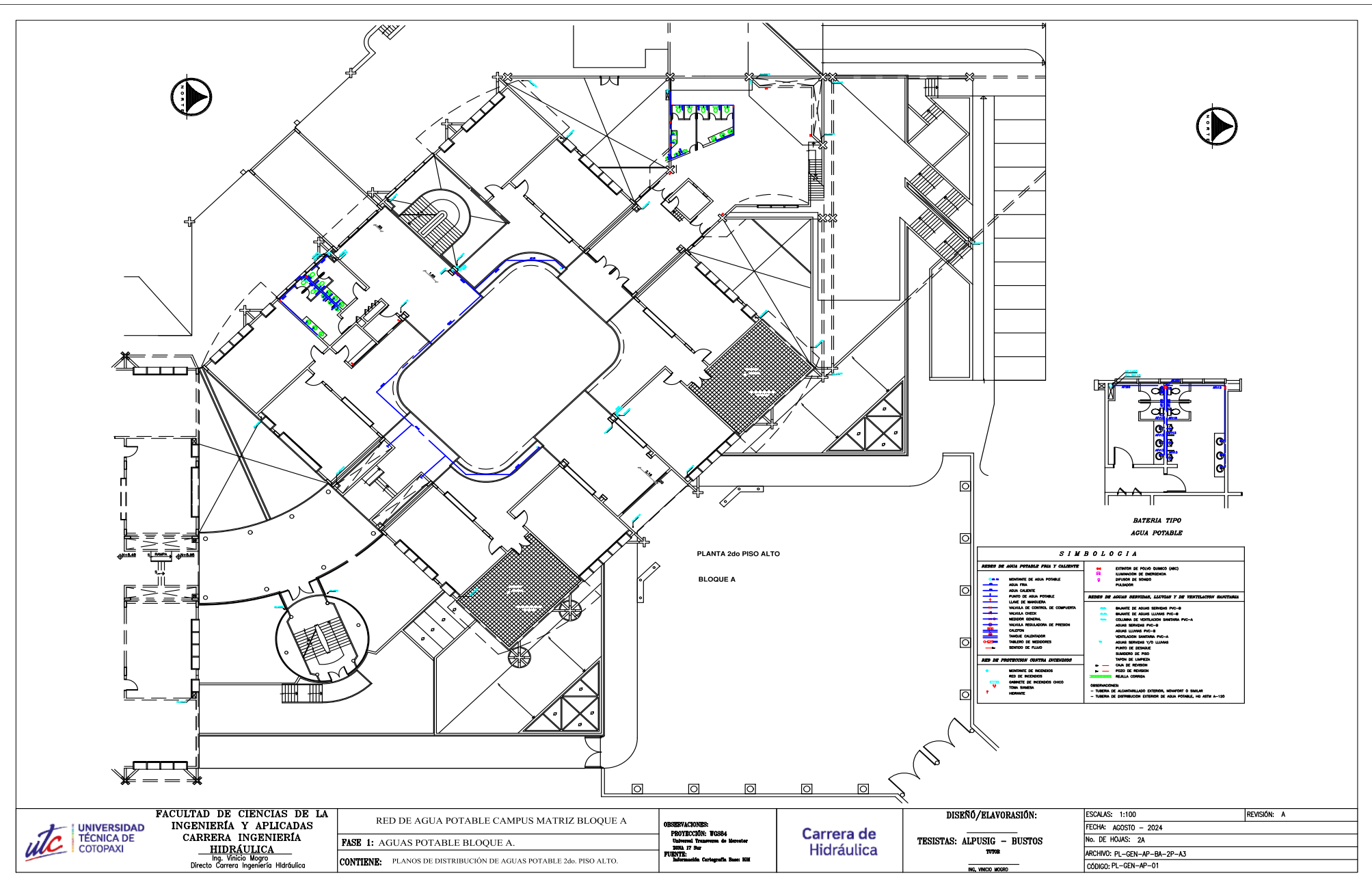



Figura 33. Planos de distribución de Agua Potable Primer Piso Alto. Bloque A.




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA INGENIERÍA HIDRÁULICA
 Ing. Vinicio Mogro
 Directo Carrera Ingeniería Hidráulica

RED DE AGUA POTABLE CAMPUS MATRIZ BLOQUE A
FASE 1: AGUAS POTABLE BLOQUE A.
 CONTIENE: PLANOS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAS POTABLE 2do. PISO ALTO.

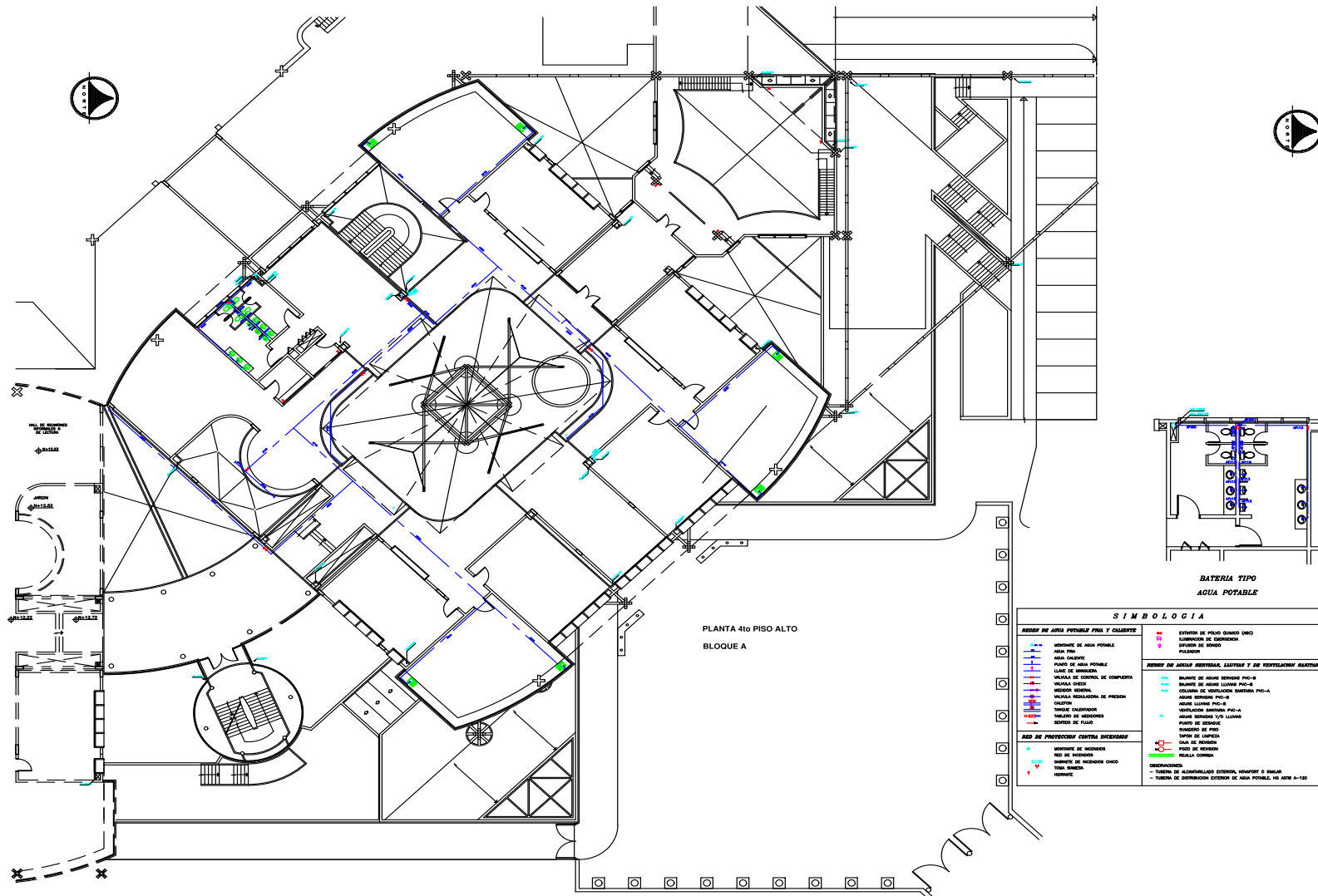
OBSERVACIONES:
 PROTECCIÓN: WGS84
 Datum: Tratamiento de Everest
 2000. 17 Bar
FUENTE:
 Información Cartográfica: Base: IGN

Carrera de Hidráulica

DISEÑO/ELABORACIÓN:
TESISTAS: ALPUSIG - BUSTOS
 2024

ESCALAS: 1:100
 FECHA: AGOSTO - 2024
 No. DE HOJAS: 2A
 ARCHIVO: PL-GEN-AP-BA-2P-A3
 CÓDIGO: PL-GEN-AP-01

Figura 34. Planos de distribución de Agua Potable 2do, Piso Alto. Bloque A.



PLANTA 4to PISO ALTO
BLOQUE A

SIMBOLOGIA	
REDES DE AGUA POTABLE FRIA Y CALIENTE	REDES DE AGUA RESERVA, LAVATORIOS Y DE VENTILACION MECANICA
<ul style="list-style-type: none"> — AGUA FRIA — AGUA CALIENTE — PUNTO DE AGUA POTABLE — LINEA DE UNION — VULVA DE CONTROL DE COMPRESION — VULVA CHECK — VULVA REGULACION DE PRESION — CHECKER — TAPON CILINDRICO — TAPON DE MISIONES — SONDAS DE FILTRO 	<ul style="list-style-type: none"> — BATERIA DE AGUA RESERVA PFC-A — BATERIA DE AGUA RESERVA PFC-B — CILINDRO DE REGULACION BATERIA PFC-A — AGUA RESERVA PFC-B — AGUA RESERVA PFC-A — AGUA RESERVA PFC LUMINA — PUNTO DE SONDAS — SONDAS DE FILTRO — TAPON DE SONDAS — CILINDRO DE MISIONES — CILINDRO CONTROL
REDES DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS	OTROS
<ul style="list-style-type: none"> — MONTAJE DE INCENDIOS — RED DE INCENDIOS — CILINDRO DE MISIONES CHICO — TAPA SONDAS — HORNOS 	<ul style="list-style-type: none"> — ESTERIO DE VIDRIO QUINCE (QK) — BARRERAS DE COBERTURA — DIVISION DE SONDAS — PLANTAS
CONSERVACIONES: - TUBERIA DE ACOMODACIONES EXTERIORES, INCOMPLETA O SENSIBLE - TUBERIA DE DISTRIBUCION EXTERIOR DE AGUA POTABLE, NO ASTM A-130	

utc UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS
 CARRERA INGENIERIA HIDRAULICA
 Ing. Vinicio Mogro
 Director Carrera Ingenieria Hidraulica

RED DE AGUA POTABLE CAMPUS MATRIZ BLOQUE A
 FASE 1: AGUAS POTABLE BLOQUE A.
 CONTIENE: PLANOS DE DISTRIBUCION DE AGUAS POTABLE 4to. PISO ALTO.

OBSERVACIONES:
 PROYECCION: WGS84
 Universal Transverse de Mercator
 ZONA 17 Sur
 FUENTES:
 Informacion Cartografica Base BIM

Carrera de Hidraulica

DISENO/ELABORACION:
 TESISISTAS: ALPUSIG - BUSTOS
 TITULO:
 NO. VINCULO: M030

ESCALAS: 1:100
 FECHA: AGOSTO - 2024
 No. DE HOJAS: 4A
 ARCHIVO: PL-GEN-AP-BA-4P-A3
 CODIGO: PL-GEN-AP-01
 REVISION: A

Figura 36. Planos de Distribucion de Agua Potable 4to Piso, Bloque A.

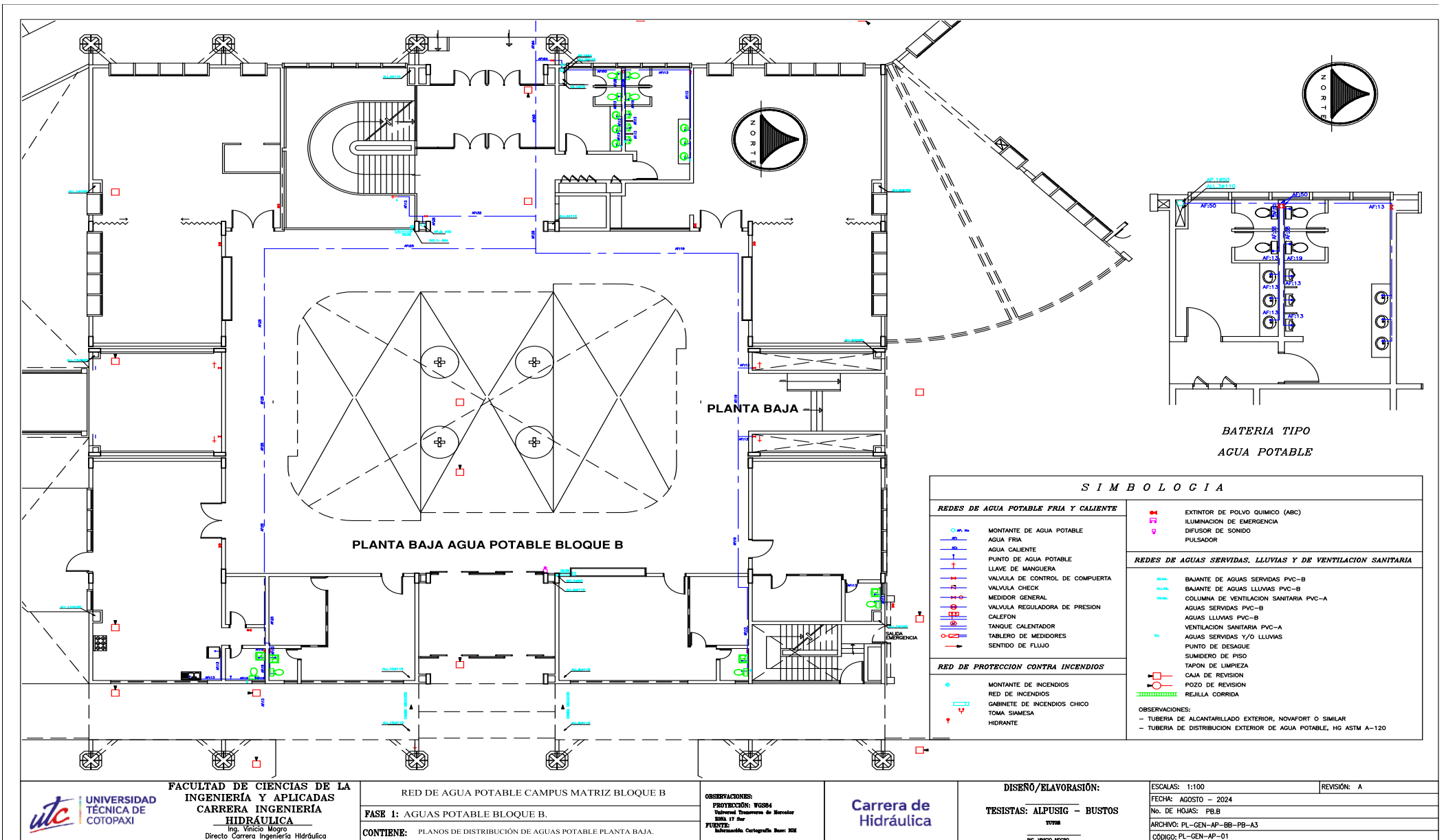


Figura 37. Planos de Distribución de Agua Potable de Agua Potable Planta Baja Bloque B.

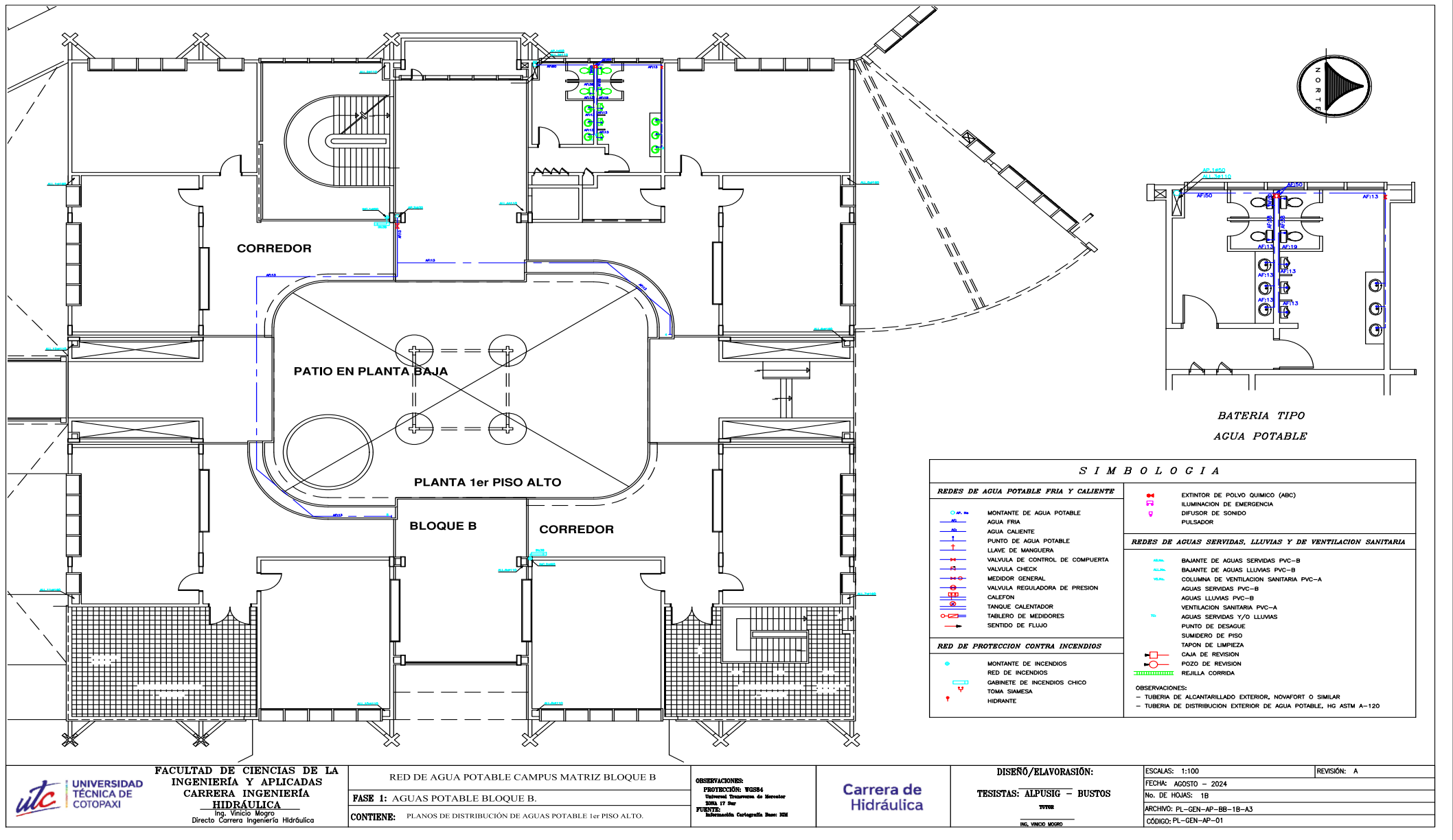


Figura 38. Planos de Distribución de Agua Potable 1er. Piso Alto, Bloque B.

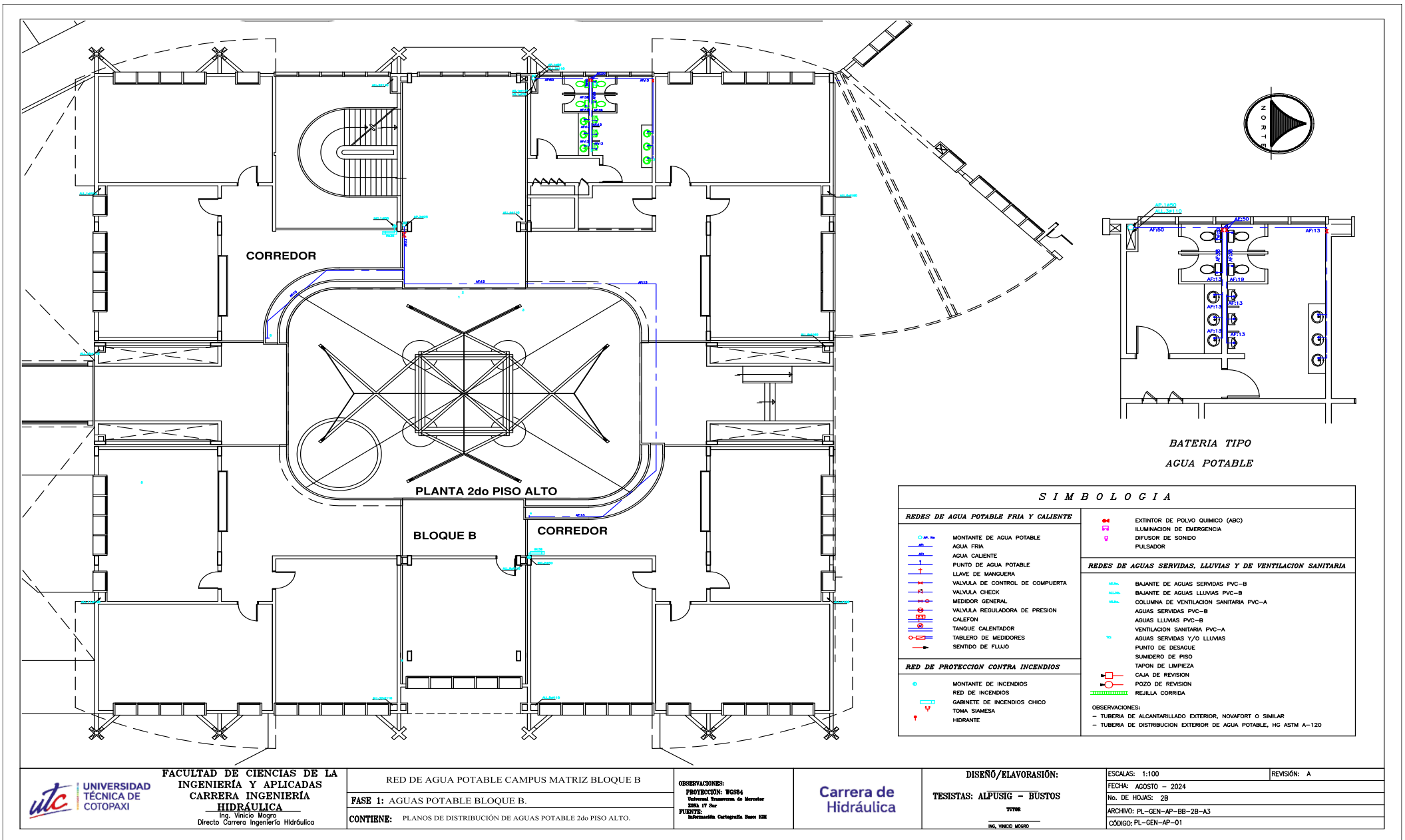


Figura 39. Planos de Distribución de Agua Potable 2do Piso Alto Bloque B.

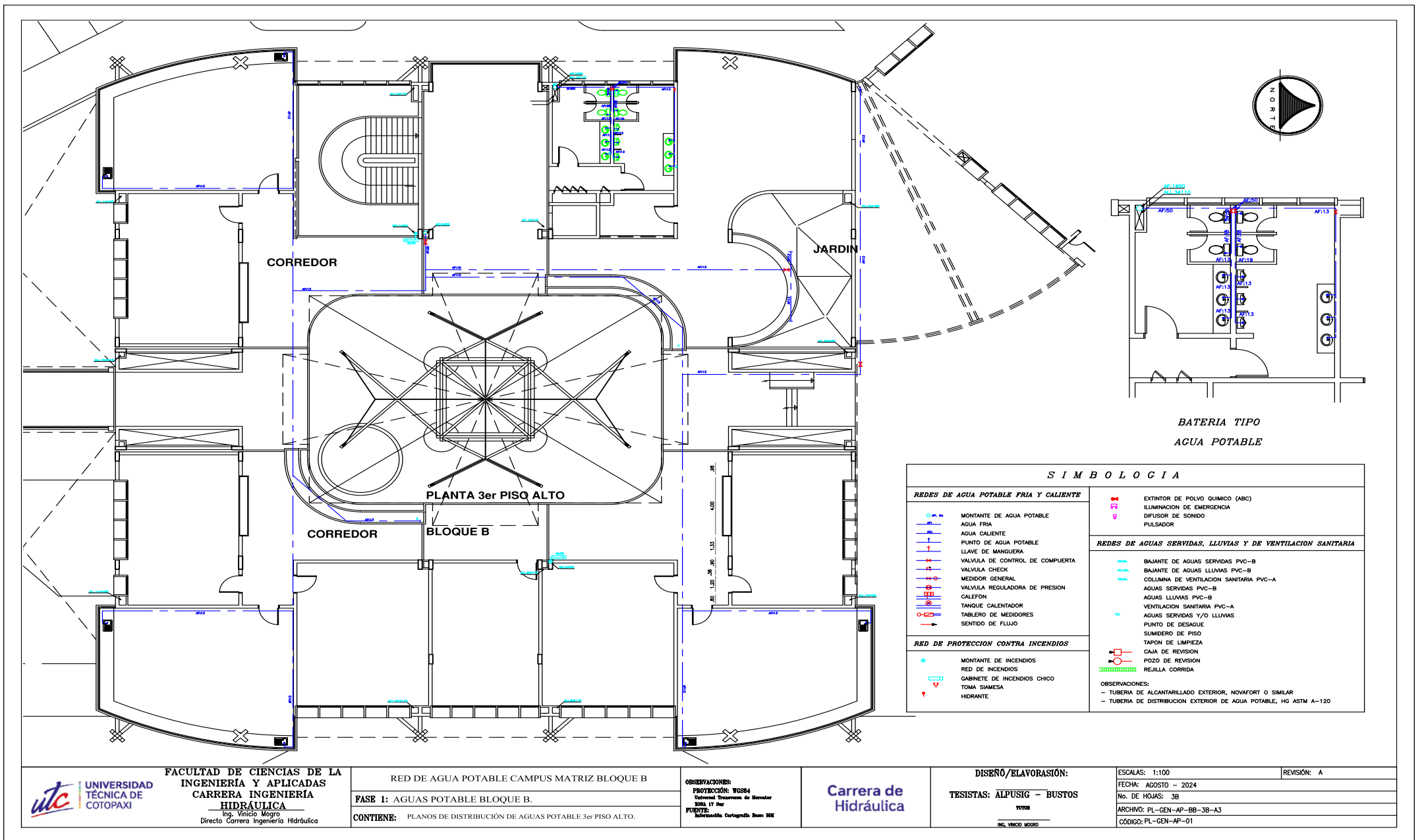


Figura 40. Planos de Distribución de Agua Potable 3er Piso Alto, Bloque A

Anexo 9. Planos del Sistema Sanitario de la Universidad Técnica de Cotopaxi de los bloques A y B.

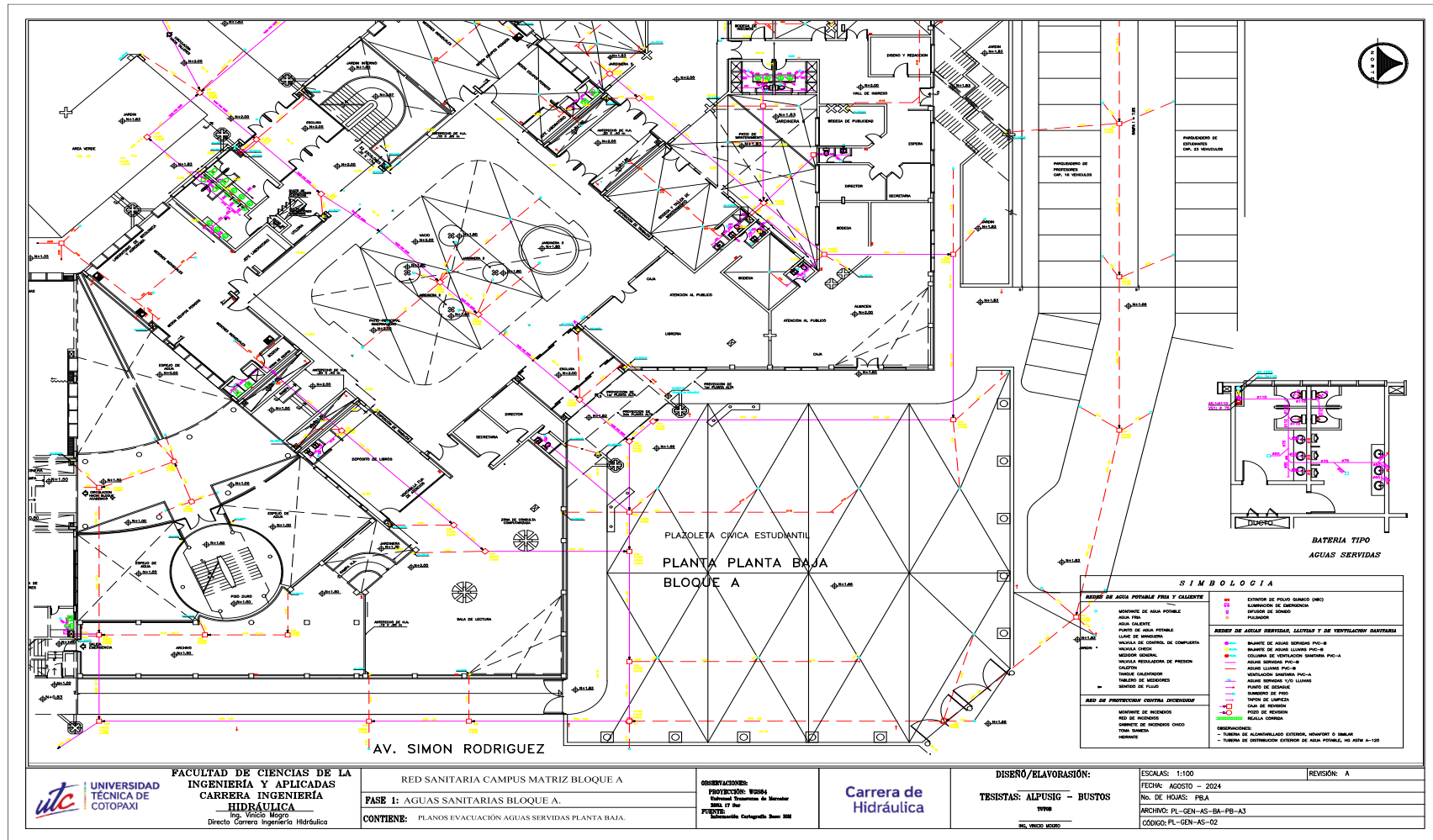


Figura 41. Planos de Aguas Servidas Planta Baja Bloque A.

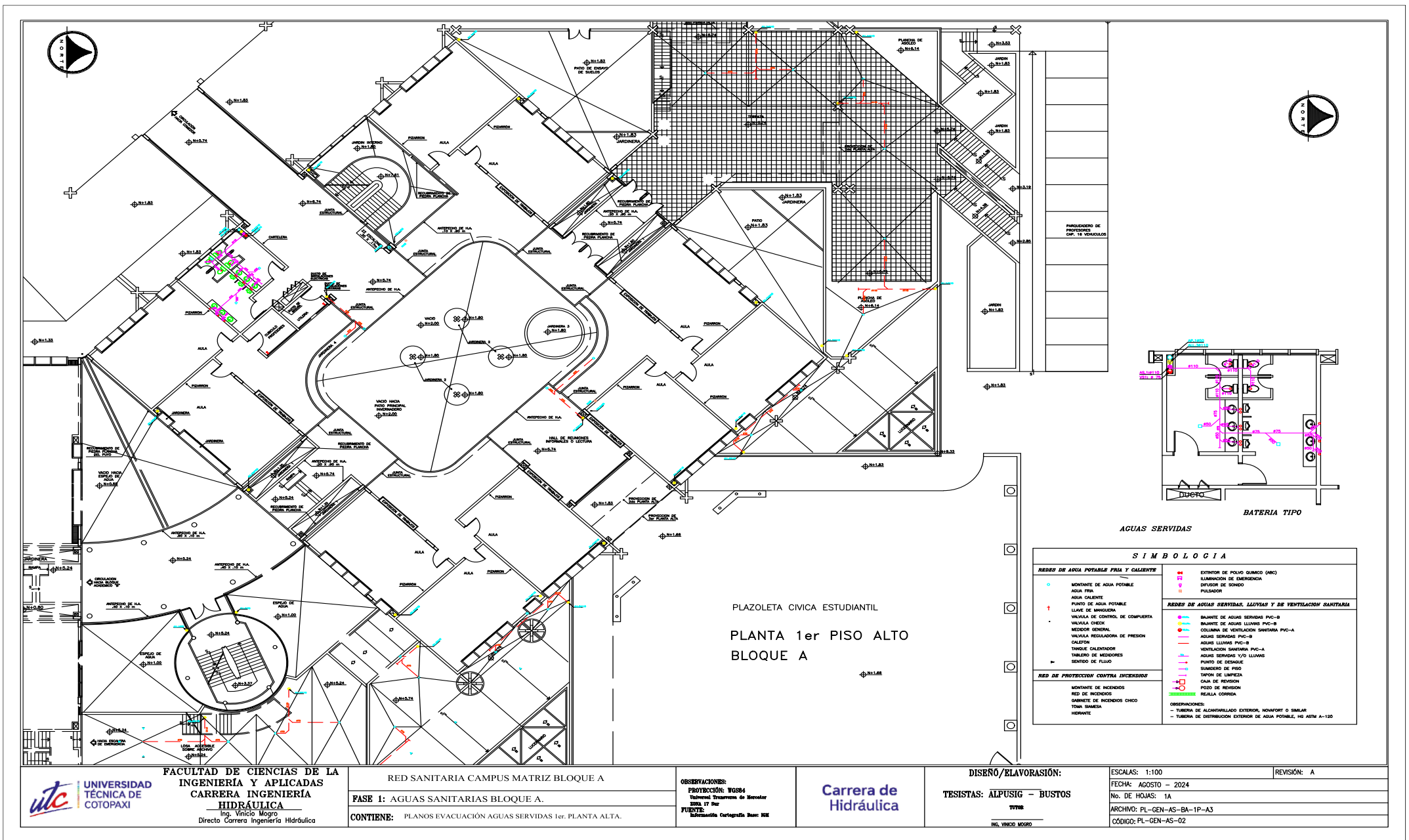
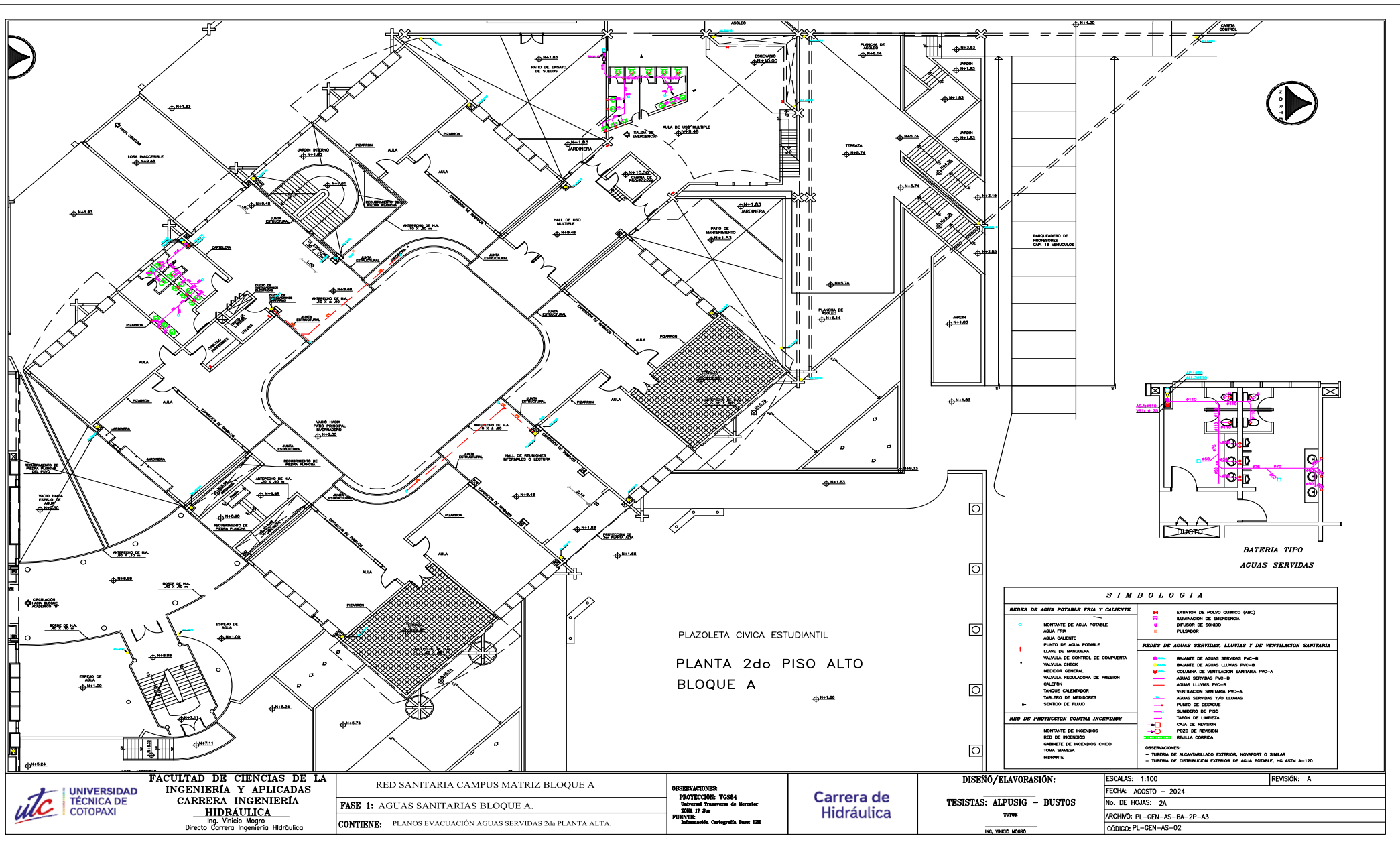


Figura 42. Planos de Aguas Servidas 1er piso. Bloque A.



PLAZOLETA CIVICA ESTUDIANTIL
 PLANTA 2do PISO ALTO
 BLOQUE A

SIMBOLOGIA	
REDES DE AGUA POTABLE FRIA Y CALIENTE	EXTINTOR DE POLVO QUIMICO (AQIC)
○ MONTANTE DE AGUA POTABLE	■ ILUMINACION DE EMERGENCIA
○ AGUA FRIA	□ DIFUSOR DE SONIDO
○ AGUA CALIENTE	□ PASADISOR
○ PUNTO DE AGUA POTABLE	REDES DE AGUAS SERVIDAS, LUVIAS Y DE VENTILACION SANITARIA
○ LLAVE DE MANGUERA	○ BIANTE DE AGUAS SERVIDAS PVC-B
○ VALVULA DE CONTROL DE COMPUNTA	○ BIANTE DE AGUAS LUVIAS PVC-B
○ VALVULA CHECK	○ COLUMNA DE VENTILACION SANITARIA PVC-A
○ MEDIDOR GENERAL	○ AGUAS SERVIDAS PVC-B
○ VALVULA REGULADORA DE PRESION	○ AGUAS LUVIAS PVC-B
○ CALIFON	○ VENTILACION SANITARIA PVC-A
○ TANQUE CALENTADOR	○ AGUAS SERVIDAS Y/O LUVIAS
○ SENSADO DE MEDIDORES	○ PUNTO DE DESAGUJE
○ SENSADO DE FLUIDO	○ SUMIDERO DE PISO
RED DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS	○ TAPON DE LAMBECA
○ MONTANTE DE INCENDIOS	○ CAJA DE REVISION
○ RED DE INCENDIOS	○ POZO DE REVISION
○ GABINETE DE INCENDIOS CHICO	○ REGALA CORRENDA
○ TOMA SIRENA	
○ HORANTE	
	OBSERVACIONES:
	- TUBERIA DE ALICATAMILLADO EXTERIOR, ROWPORT O SIMILAR
	- TUBERIA DE DISTRIBUCION EXTERIOR DE AGUA POTABLE, HG. ASTM A-120

BATERIA TIPO
 AGUAS SERVIDAS

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS
 CARRERA INGENIERIA HIDRAULICA
 Ing. Vinicio Mogro
 Directo Carrera Ingeniería Hidráulica

RED SANITARIA CAMPUS MATRIZ BLOQUE A
 FASE 1: AGUAS SANITARIAS BLOQUE A.
 CONTIENE: PLANOS EVACUACIÓN AGUAS SERVIDAS 2do PLANTA ALTA.

OBSERVACIONES:
 PROYECCION: WGS84
 Sistema Transverso de Meridiano
 8084 17 Sur
 FUENTE: Información Cartográfica Base: BIM

Carrera de Hidráulica

DISEÑO/ELABORACION:
 TESISTAS: ALPUSIG - BUSTOS
 VPM

ESCALAS: 1:100
 FECHA: AGOSTO - 2024
 No. DE HOJAS: 2A
 ARCHIVO: PL-GEN-AS-BA-2P-A3
 CODIGO: PL-GEN-AS-02

Figura 43. Planos de Aguas Servidas 2do piso Bloque A.

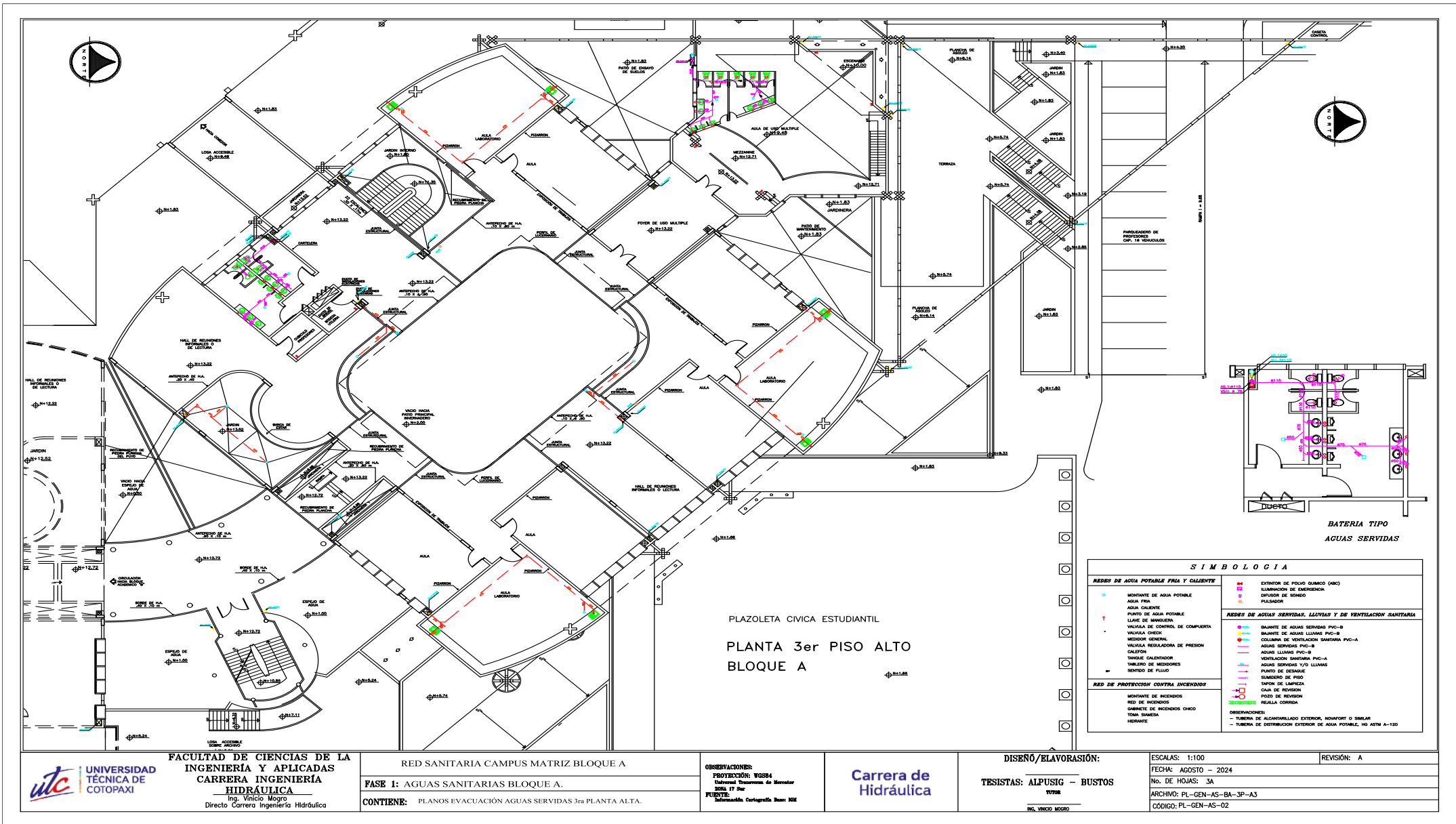


Figura 44. Planos de Aguas Servidas 3ro. piso Bloque A.

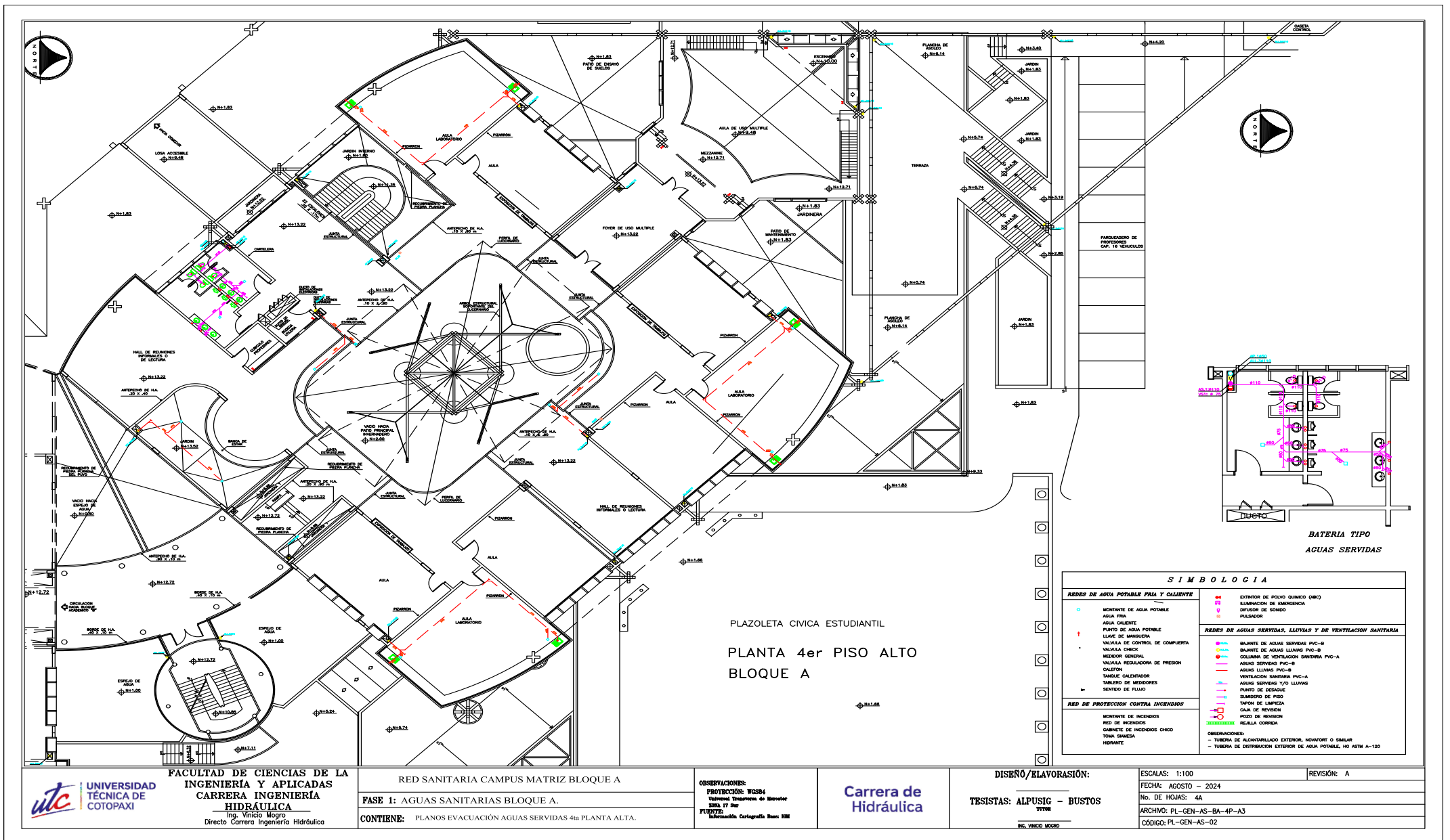


Figura 45. Planos de Aguas Servidas 4ro. piso Bloque A.

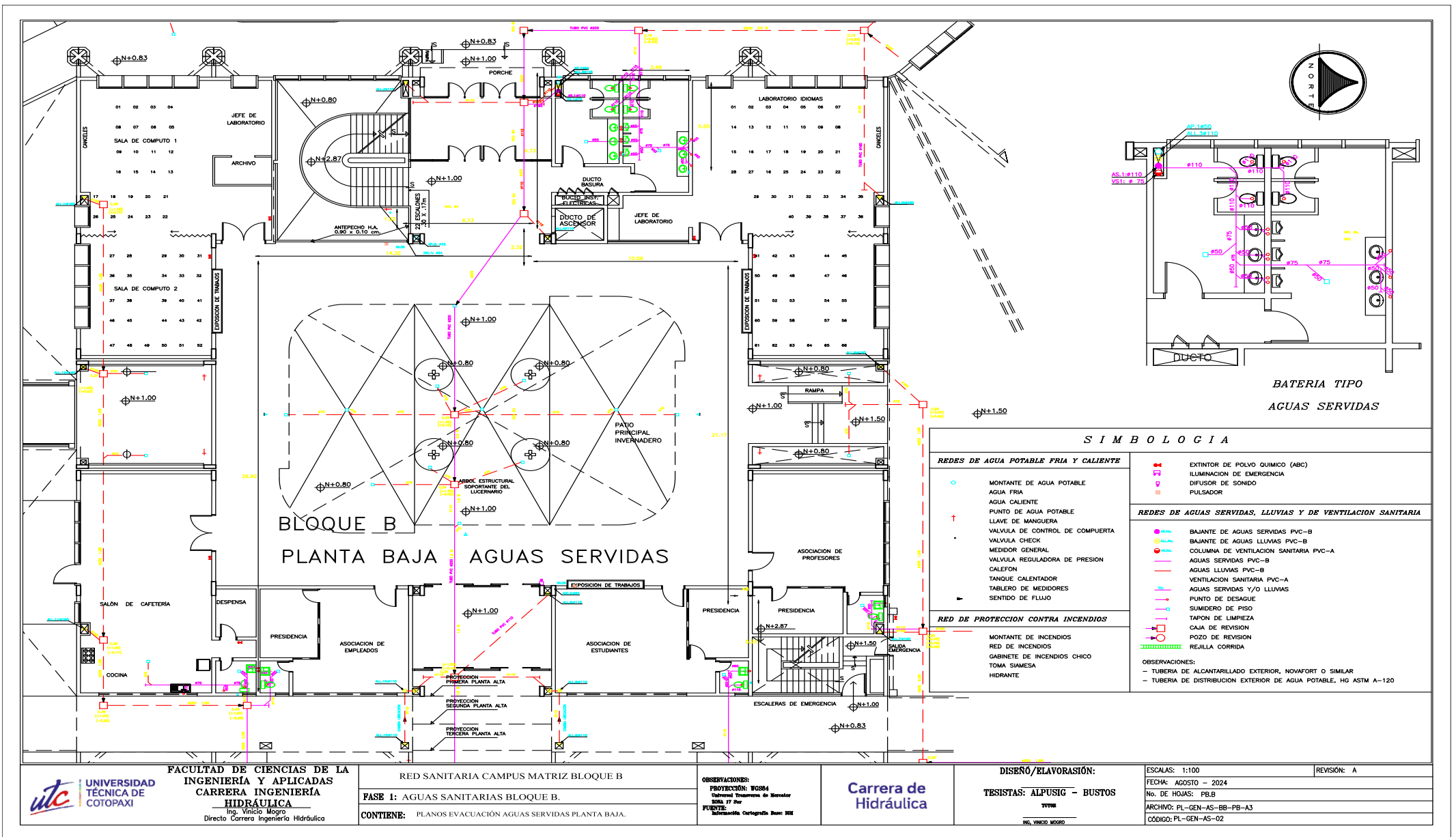


Figura 46. Planos de Aguas Servidas Planta Baja Bloque B.

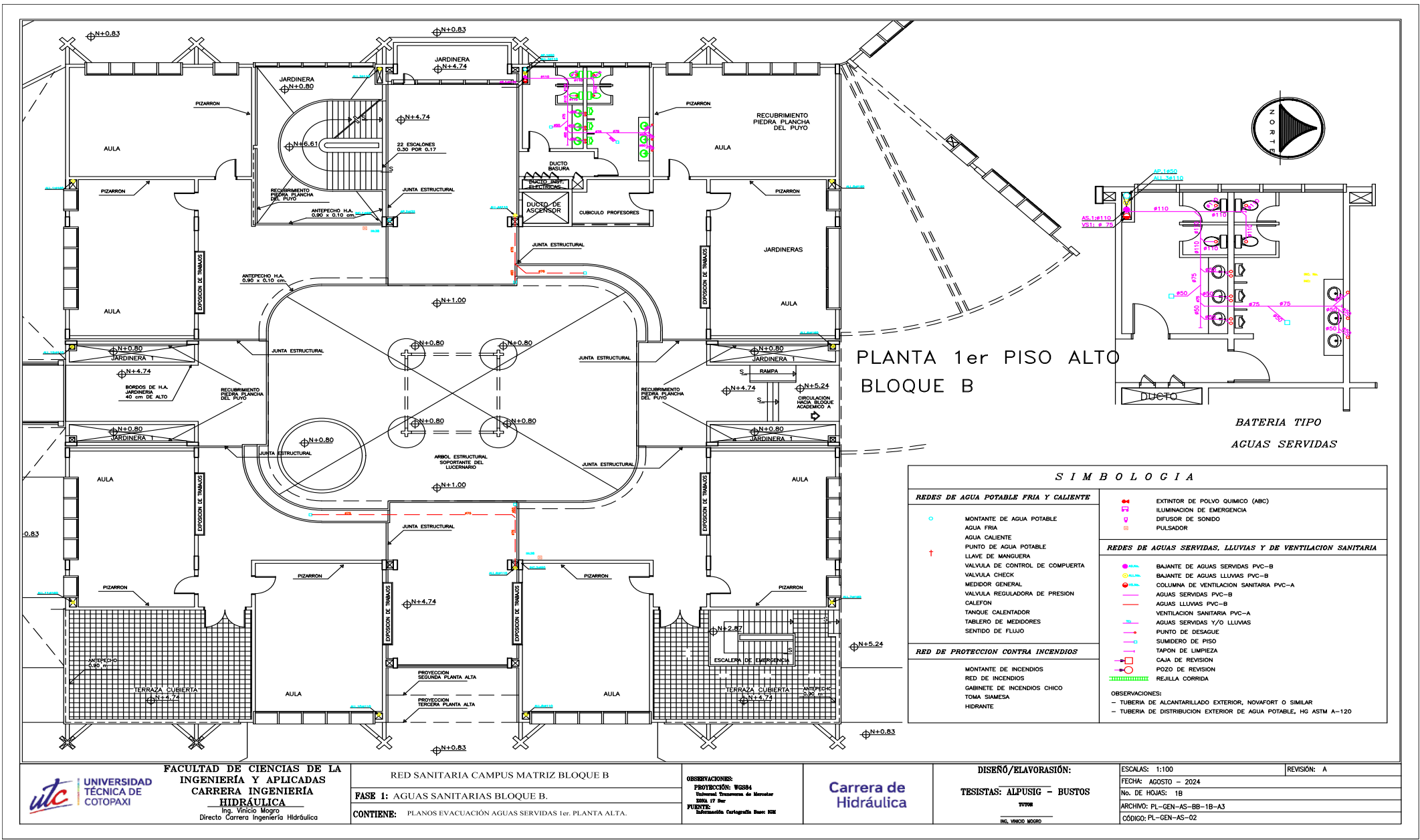
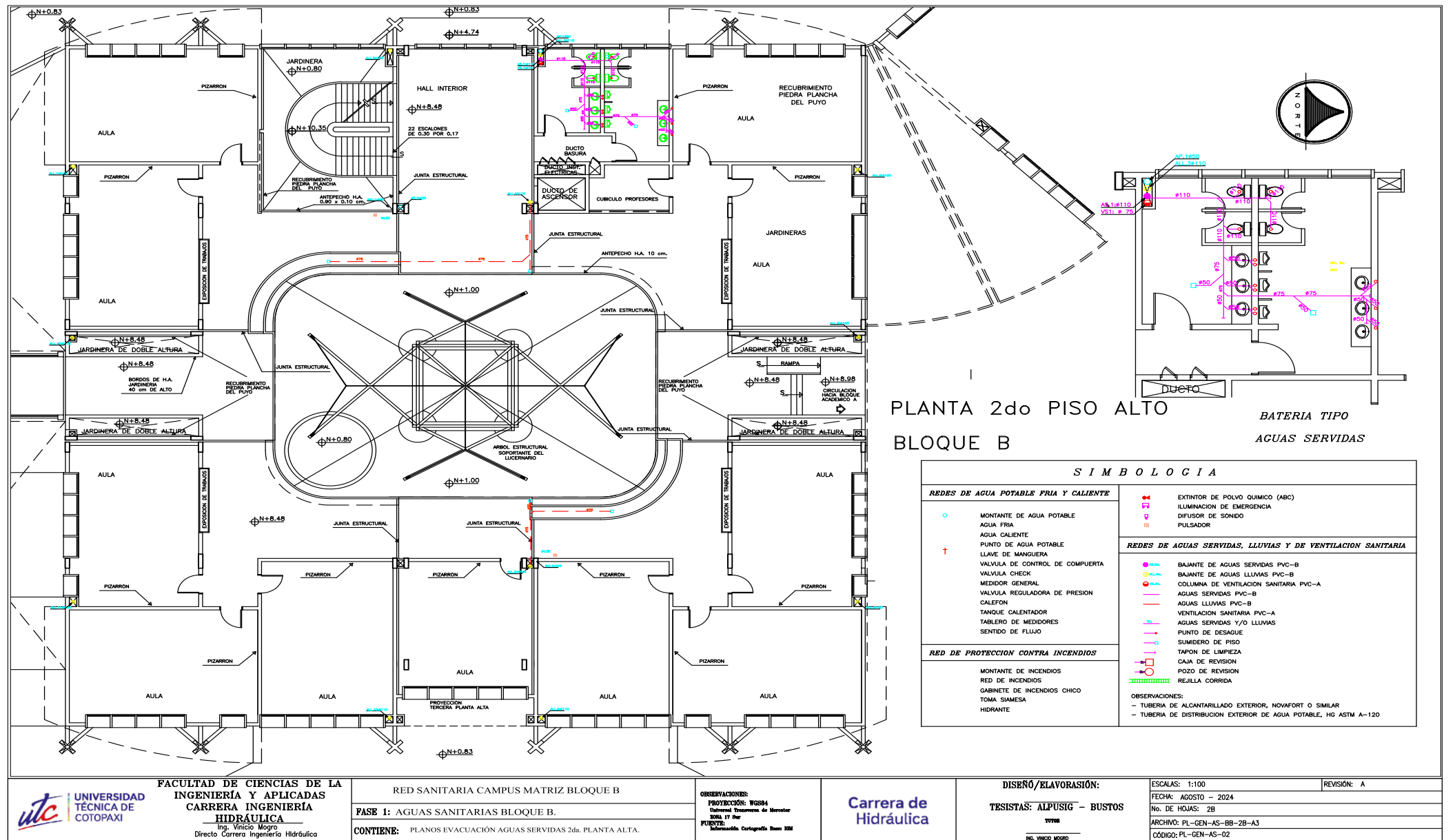


Figura 47. Planos de Aguas Servidas 1er piso. Bloque B.



PLANTA 2do PISO ALTO
BLOQUE B

BATERIA TIPO
AGUAS SERVIDAS

SIMBOLOGIA		
REDES DE AGUA POTABLE FRIA Y CALIENTE	<ul style="list-style-type: none"> EXTINTOR DE POLVO QUIMICO (ABC) LUMINACION DE EMERGENCIA DIFFUSOR DE SONDO PULSADOR 	
<ul style="list-style-type: none"> MONTANTE DE AGUA POTABLE AGUA FRIA AGUA CALIENTE PUNTO DE AGUA POTABLE LLAVE DE MANGUERA VALVULA DE CONTROL DE COMPUERTA VALVULA CHECK MEDIDOR GENERAL VALVULA REGULADORA DE PRESION CALEFON TANQUE CALENTADOR TABLERO DE MEDIDORES SENTIDO DE FLUJO 	REDES DE AGUAS SERVIDAS, LLUVIAS Y DE VENTILACION SANITARIA <ul style="list-style-type: none"> BAIANTE DE AGUAS SERVIDAS PVC-B BAIANTE DE AGUAS LLUVIAS PVC-B COLUMNA DE VENTILACION SANITARIA PVC-A AGUAS SERVIDAS PVC-B AGUAS LLUVIAS PVC-B VENTILACION SANITARIA PVC-A AGUAS SERVIDAS Y/O LLUVIAS PUNTO DE DESAGUE SUMIDERO DE PISO TAPON DE LIMPIEZA CAJA DE REVISION POZO DE REVISION REJILLA CORRIDA 	
RED DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS	<ul style="list-style-type: none"> MONTANTE DE INCENDIOS RED DE INCENDIOS GABINETE DE INCENDIOS CHICO TOMA SIEMESA HIDRANTE 	OBSERVACIONES: <ul style="list-style-type: none"> TUBERIA DE ALCANTARILLADO EXTERIOR, NOVAFORT O SIMILAR TUBERIA DE DISTRIBUCION EXTERIOR DE AGUA POTABLE, HG ASTM A-120

<p>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS CARRERA INGENIERIA HIDRAULICA Ing. Vinicio Mogro Directo Carrera Ingenieria Hidraulica</p>	<p>RED SANITARIA CAMPUS MATRIZ BLOQUE B</p> <p>FASE I: AGUAS SANITARIAS BLOQUE B.</p> <p>CONTIENE: PLANOS EVACUACION AGUAS SERVIDAS 2da. PLANTA ALTA.</p>	<p>OBSERVACIONES: PROTECCION: WGSB4 Unidad: Tronquera de Moravia SOLTA 17 Sur FUENTES: Información Cartografía Base IBM</p>	<p>Carrera de Hidráulica</p>	<p>DISEÑO/ELABORACION: TESISTAS: ALPUSIG - BUSTOS</p> <p>ING. VINICIO MOGRO</p>	<p>ESCALAS: 1:100</p> <p>FECHA: AGOSTO - 2024</p> <p>No. DE HOJAS: 2B</p> <p>ARCHIVO: PL-GEN-AS-BB-2B-A3</p> <p>CODIGO: PL-GEN-AS-02</p>	<p>REVISION: A</p>
---	---	---	------------------------------	---	--	--------------------

Figura 48. Planos de Aguas Servidas 2do piso Bloque B.

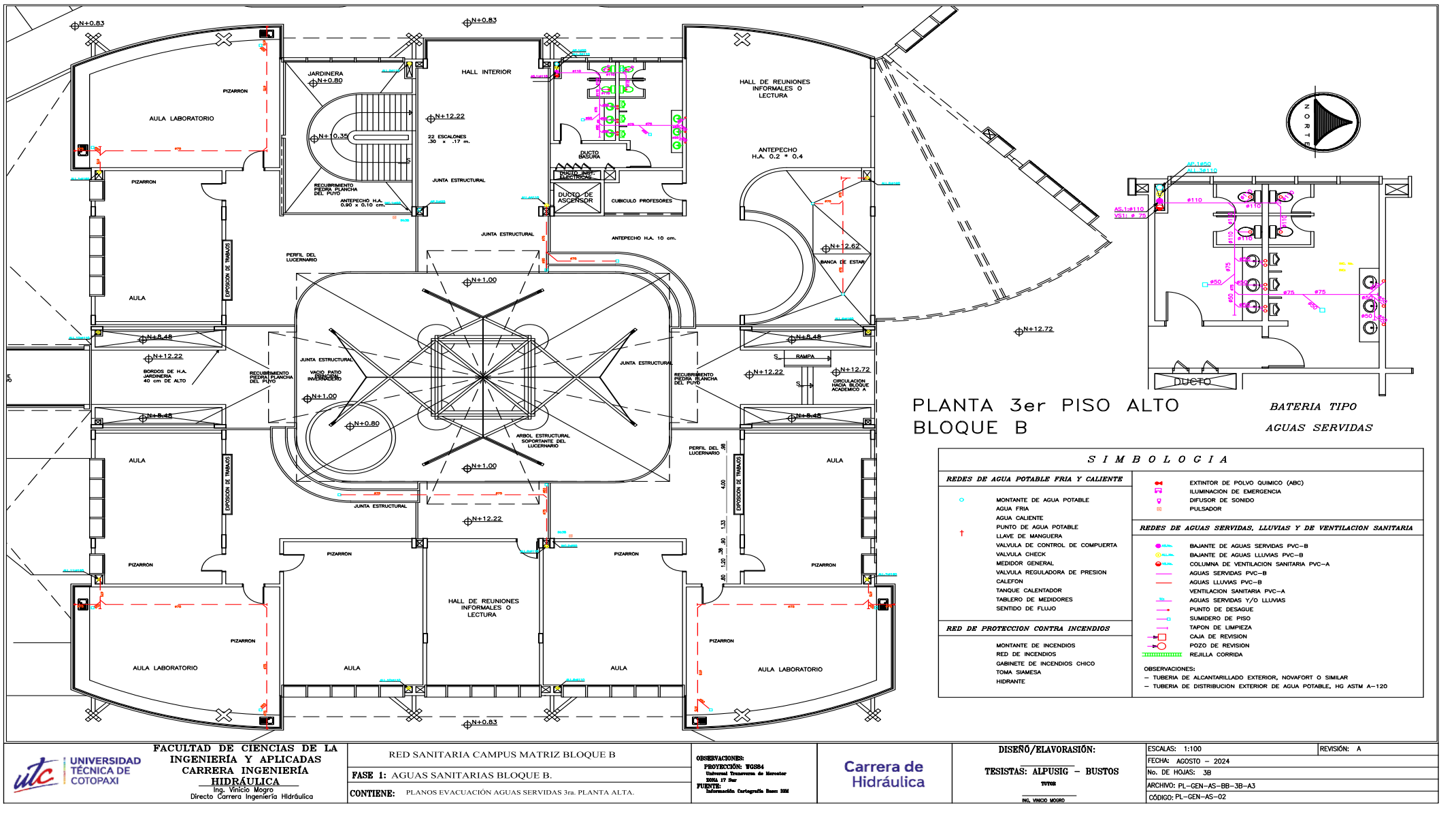


Figura 49. Planos de Aguas Servidas 3ro. piso Bloque B.

Anexo 10. Plano de la Cisterna de Agua Potable de los Bloques A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

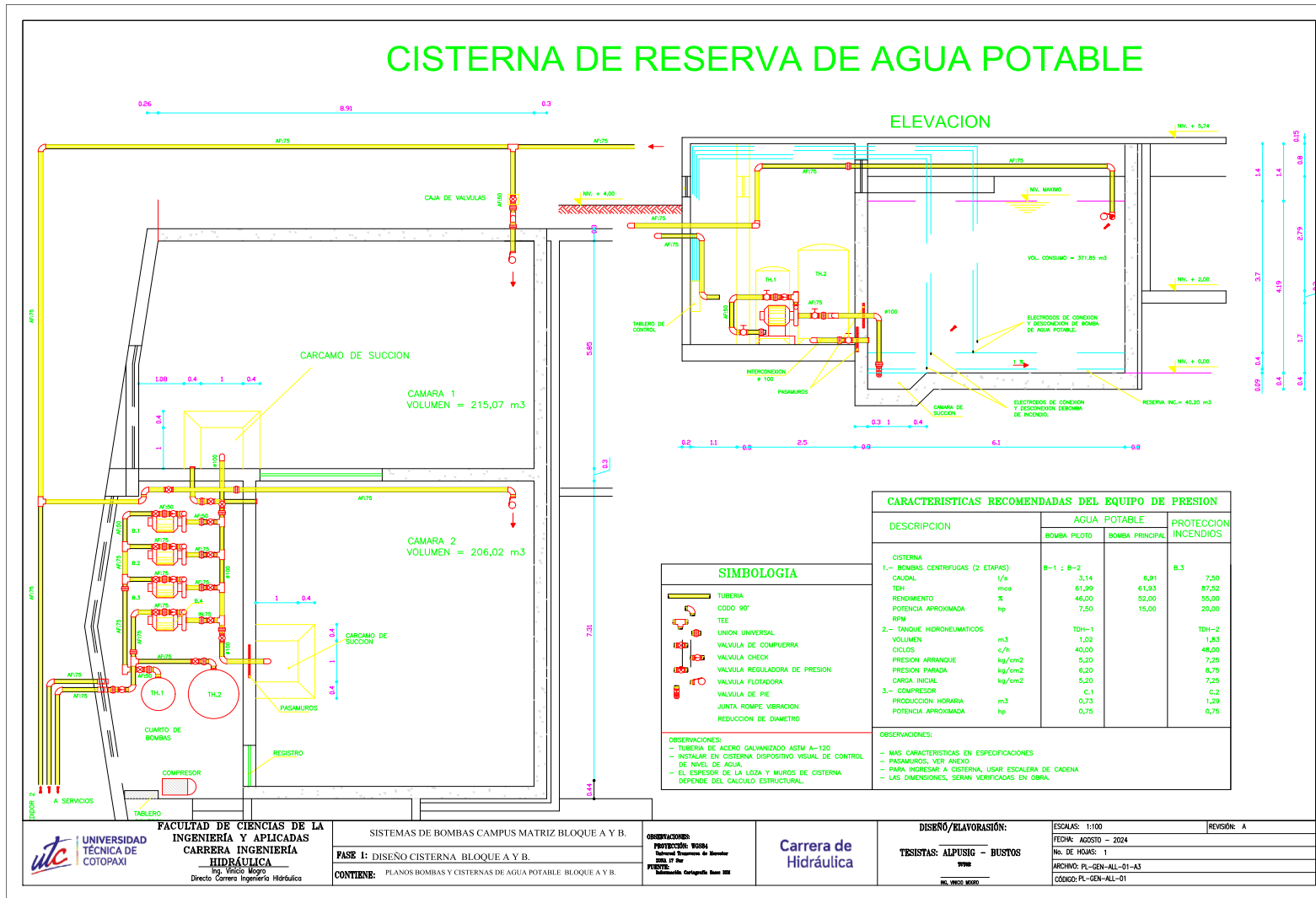


Figura 50. Plano Bombas y Cisternas de Agua Potable Bloque A y B.

Anexo 11. Plano de Sistema de Aguas Lluvias de Agua Potable de los Bloques A y B de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

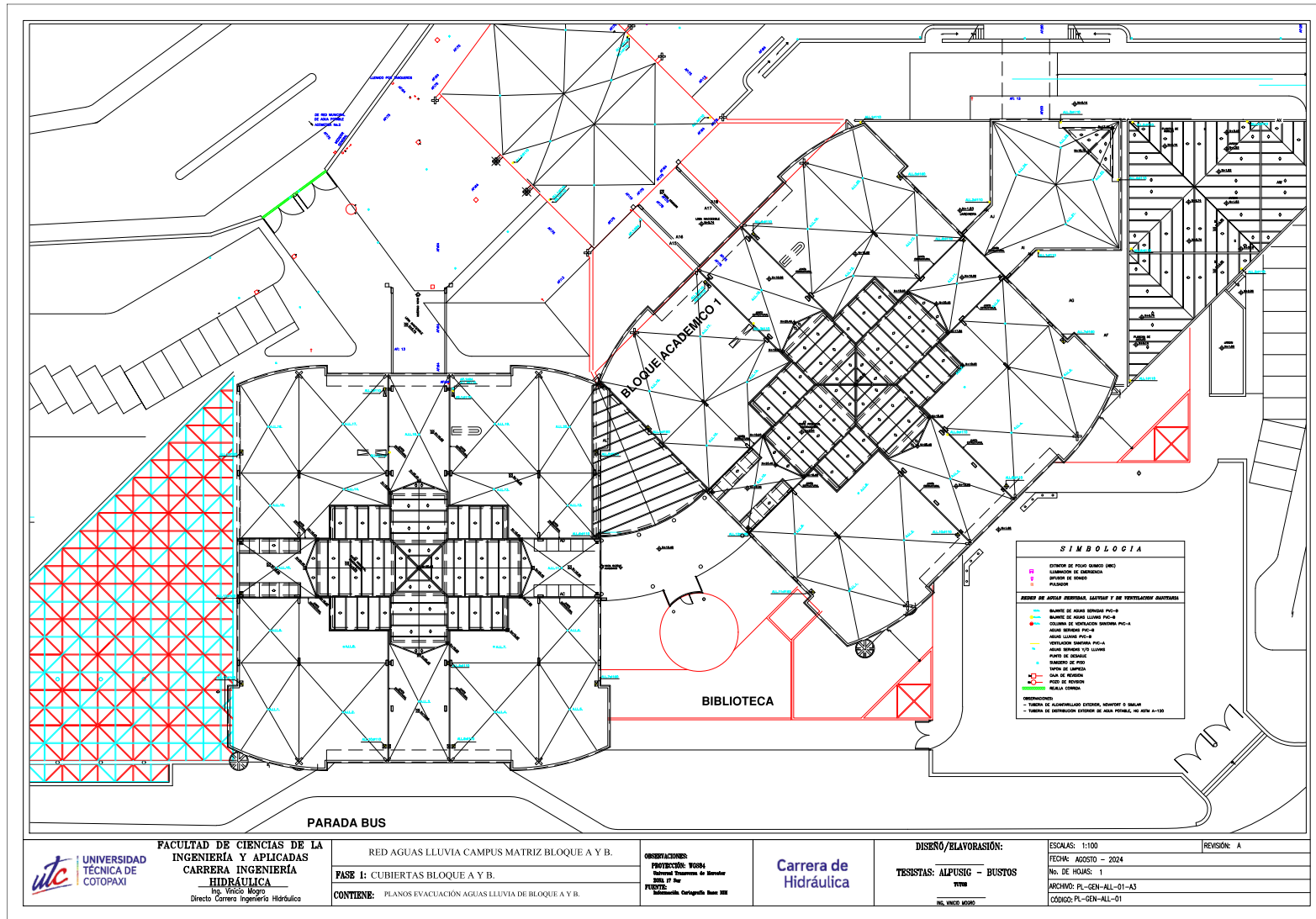


Figura 51. Plano Evacuación Agua Lluvias del Bloque A y B.

Anexo 12. Planos Isométricos del Bloque A y B

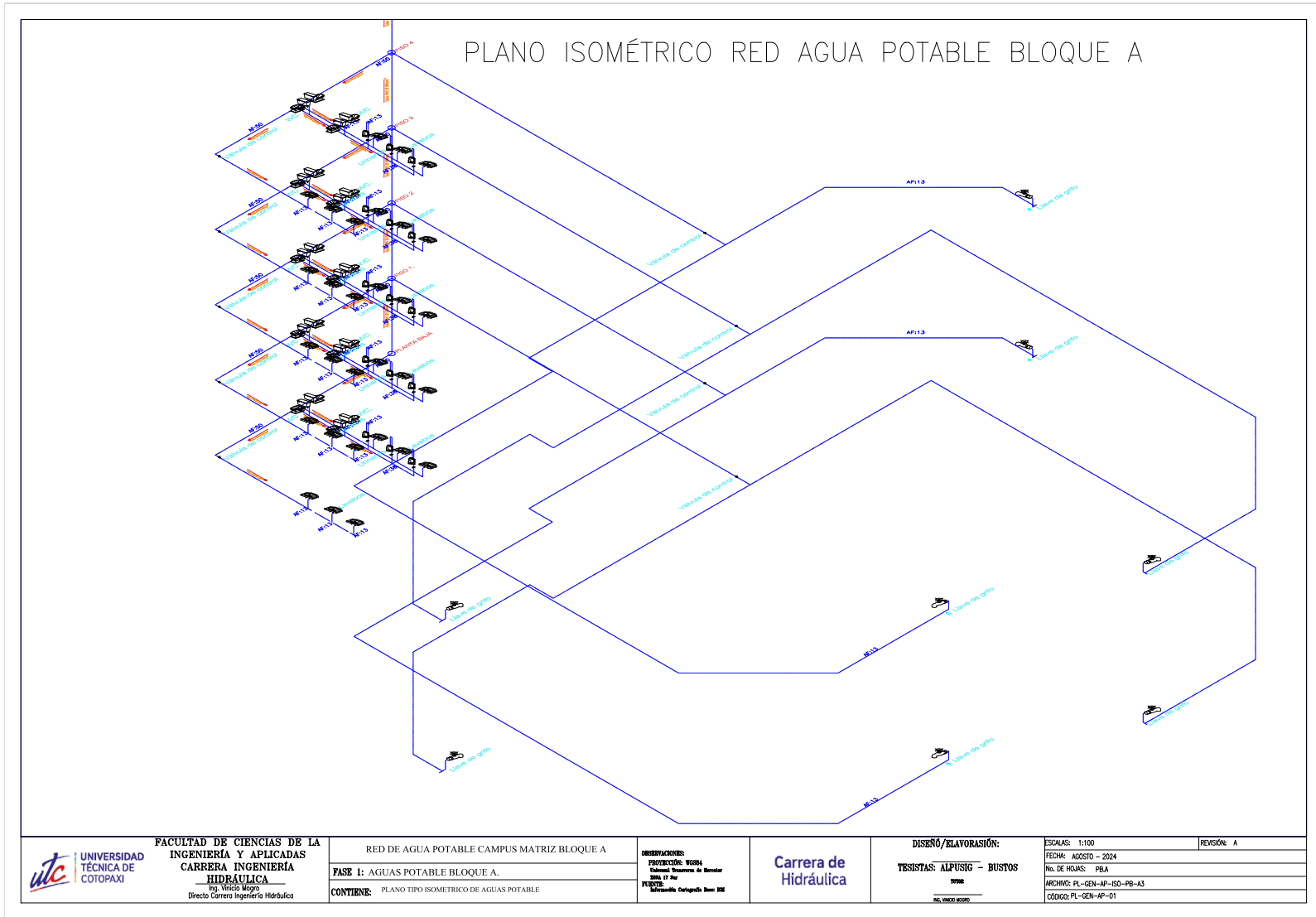
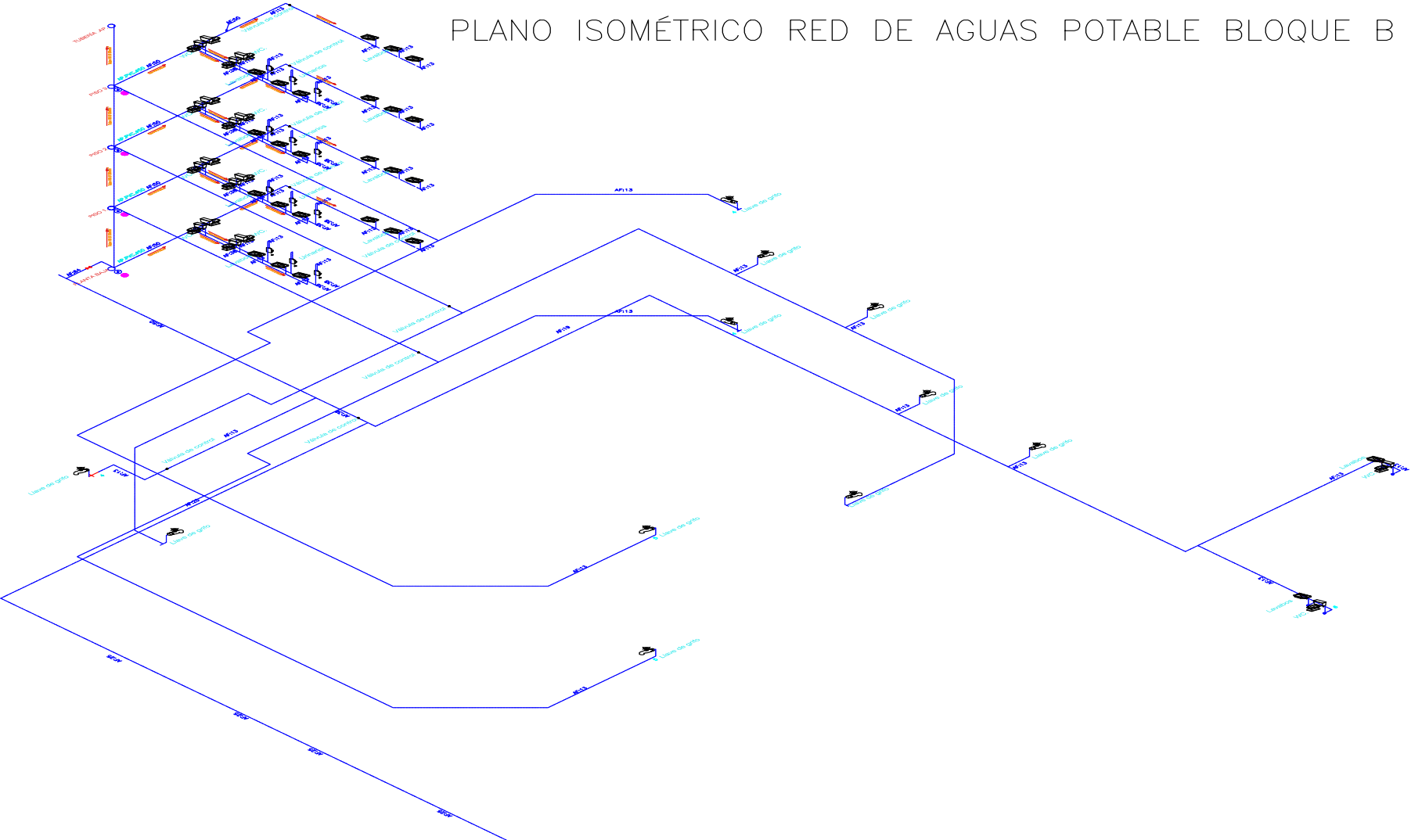


Figura 52. Planos Isométrico agua potable de Bloque A

PLANO ISOMÉTRICO RED DE AGUAS POTABLE BLOQUE B



<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</p>	<p>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA INGENIERÍA HIDRÁULICA Ing. Vinicio Mogro Directo Carrera Ingeniería Hidráulica</p>	<p>RED DE AGUA POTABLE CAMPUS MATRIZ BLOQUE B</p>	<p>OBSERVACIONES: PROYECCIÓN: WGS84 Datumal Transverso de Mariscal 2011, 17 Sur FUENTE: Información Cartografía Base INE</p>	<p>Carrera de Hidráulica</p>	<p>DISEÑO/ELABORACIÓN: TESISTAS: ALPUSIG - BUSTOS TUTOR: ING. VINICIO MOGRO</p>	<p>ESCALAS: 1:100 FECHA: AGOSTO - 2024 No. DE HOJAS: PBA ARCHIVO: PL-GEN-AP-ISO-PB-A3 CÓDIGO: PL-GEN-AP-01</p>	<p>REVISIÓN: A</p>
		<p>FASE I: AGUAS POTABLE BLOQUE B.</p>			<p>CONTIENE: PLANO TIPO ISOMETRICO DE AGUAS POTABLE</p>		

Figura 54. Planos Isométrico agua potable de Bloque B

Anexo 12. Planos Isométricos Aguas Sanitarias. del Bloque A y B

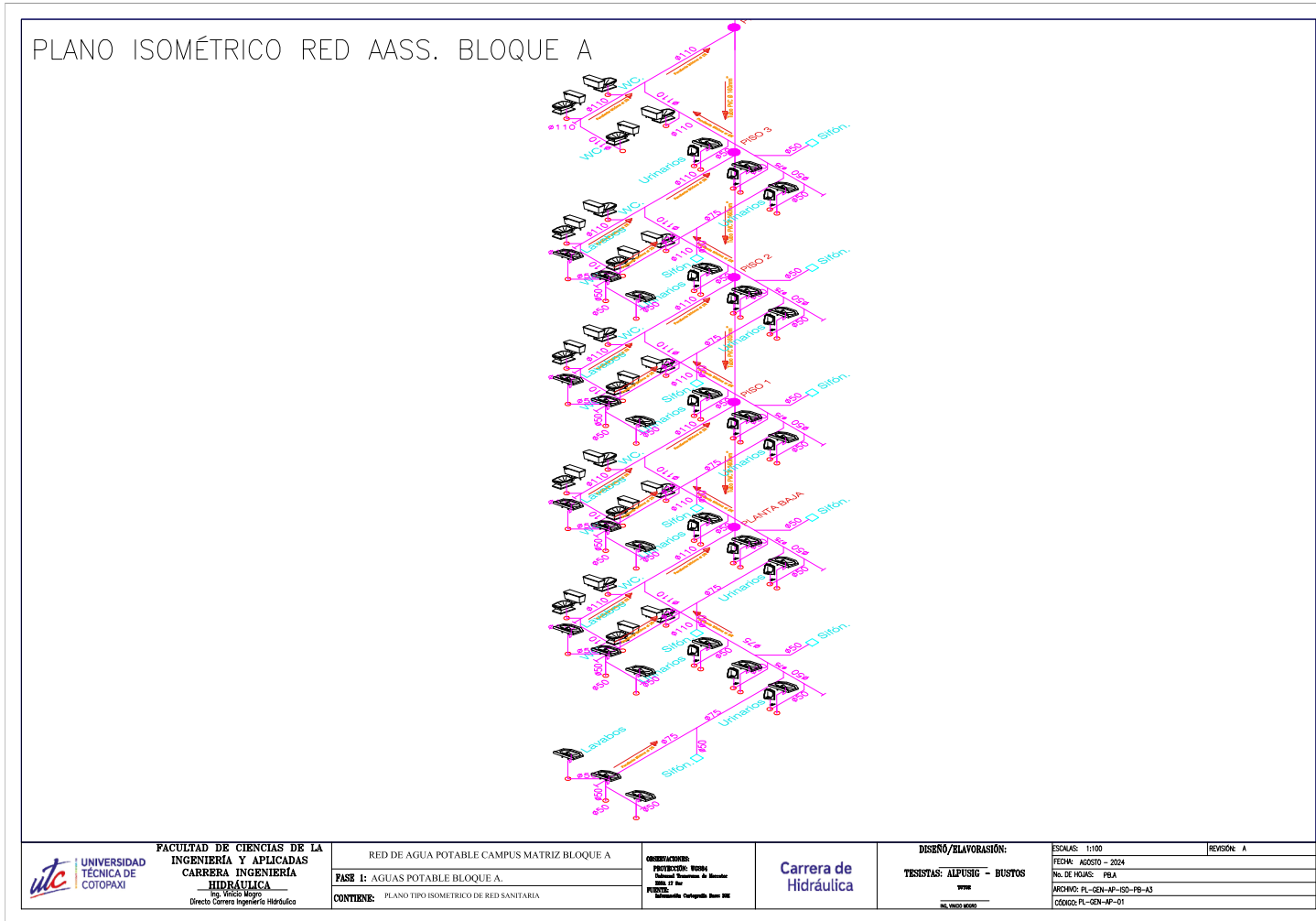
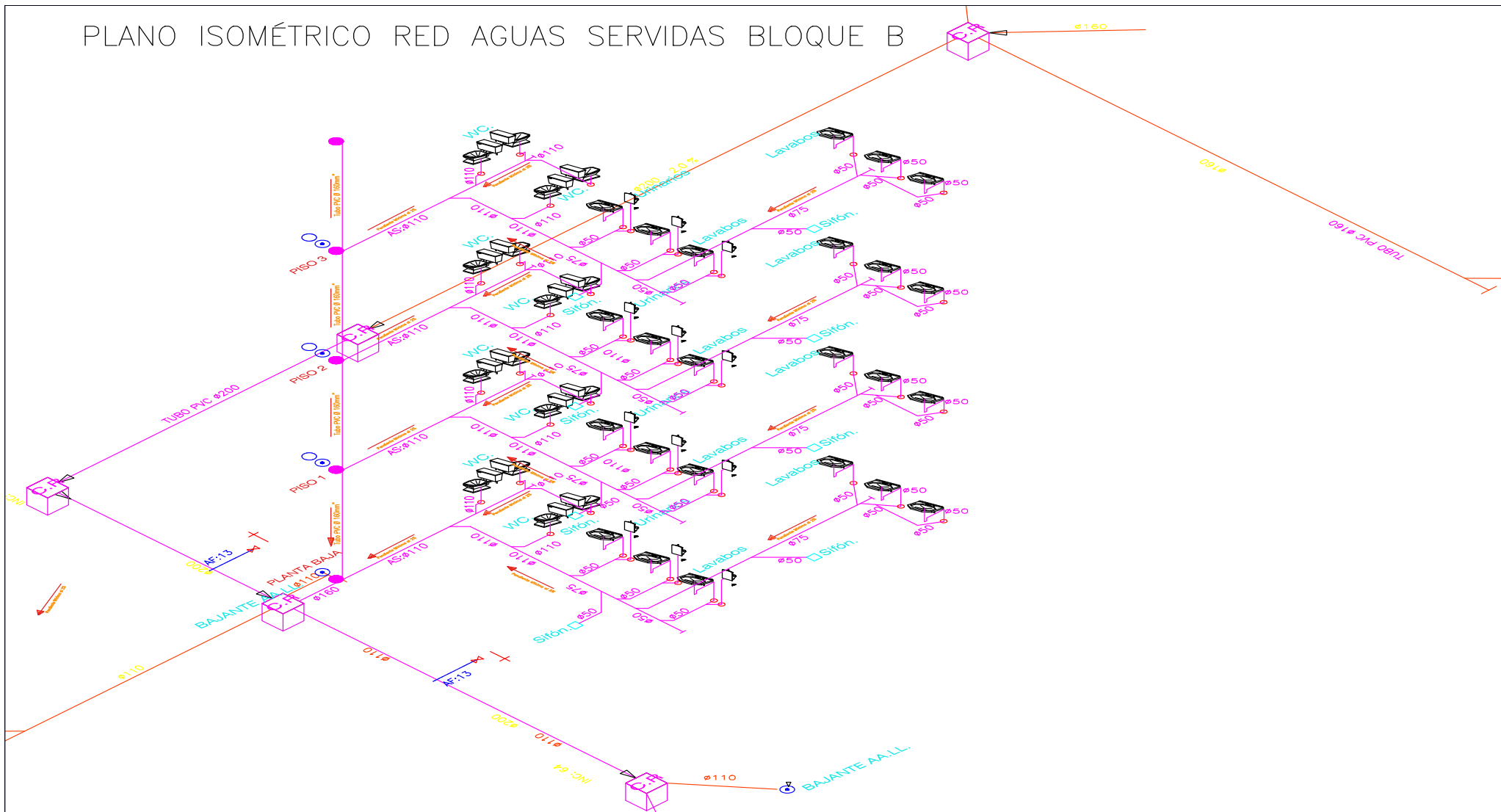


Figura 56. Planos Isométrico AASS. de Bloque A

PLANO ISOMÉTRICO RED AGUAS SERVIDAS BLOQUE B




 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA INGENIERÍA HIDRÁULICA Ing. Vinicio Mogro Directo Carrera Ingeniería Hidráulica	RED DE AGUA POTABLE CAMPUS MATRIZ BLOQUE B	Observaciones: PROYECCIÓN: WGS84 Datum: Sistema de Mercurio SIDA 17 Sur FUENTE: Información Cartografía Base IGN	Carrera de Hidráulica	DISEÑO/ELABORACIÓN:	ESCALAS: 1:100	REVISIÓN: A
	FASE 1: AGUAS POTABLE BLOQUE B.			TESISISTAS: ALPUSIG - BUSTOS	FECHA: AGOSTO - 2024	
	CONTIENE: PLANO TIPO ISOMETRICO DE RED SANITARIA			TITULO	No. DE HOJAS: PBA	
				ING. VINICIO MOGRO	ARCHIVO: PL-GEN-AP-ISO-PB-A3 CÓDIGO: PL-GEN-AP-01	

Figura 58. Planos Isométrico AASS. de Bloque B