UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CÁLCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE RED DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE PARA UN EDIFICIO HABITACIONAL DE TRES PISOS

MALDONADO RENTERÍA ANDY LUIS

MACHALA
2016

UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CÁLCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE RED DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE PARA UN EDIFICIO HABITACIONAL DE TRES PISOS

MALDONADO RENTERÍA ANDY LUIS

MACHALA
2016

Nota de aceptación:

Quienes suscriben AGUIRRE MORALES FREDY ALEJANDRO, ROMERO VALDIVIEZO ANGEL GUSTAVO y SOLANO DE LA SALA MONTEROS CESAR AUGUSTO, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado CÁLCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE RED DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE PARA UN EDIFICIO HABITACIONAL DE TRES PISOS, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.

AGUIRRE MORALES FREDY ALEJANDRO
0701788283
ESPECIALISTA 1

ROMERO VALDIVIEZO ANGEL GUSTAVO
0701950313
ESPECIALISTA 2

SOLANO DE LA SALA MONTEROS CESAR AUGUSTO
0702118001
ESPECIALISTA 3

Machala, 20 de septiembre de 2016

Urkund Analysis Result

Analysed Document: MALDONADO RENTERÍA ANDY LUIS.pdf (D21151196)
Submitted: 2016-07-21 23:10:00
Submitted By: bad_boy1988@hotmail.es
Significance: 7 %

Sources included in the report:

MALDONADO RENTERÍA OMAR GUILLERMO.pdf (D21151037)
PROBLEMA PRACTICO TITULACIÓN AGUIRRE PESANTES WILLIAMS.docx (D16368755)
https://www.apccolombia.gov.co/recursos_user/Eventos/Taller-Profundizacion/Dia-3/1.SUI%20Bucaramanga.pdf

Instances where selected sources appear:

8

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, MALDONADO RENTERÍA ANDY LUIS, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado CÁLCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE RED DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE PARA UN EDIFICIO HABITACIONAL DE TRES PISOS, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

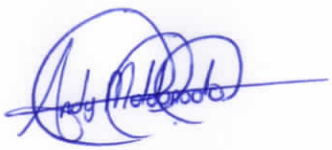
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las dispociones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que él asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 20 de septiembre de 2016



MALDONADO RENTERÍA ANDY LUIS
0705204956

RESUMEN

El presente trabajo consta del cálculo y diseño de un sistema de red de agua potable y servidas de un edificio de tres niveles ubicado en la ciudad de Machala, toda la edificación será de departamentos habitacionales, en la planta baja habrá tres dormitorios, dos de ellos tendrán baños independientes, tendrá un garaje en la parte posterior y un cerramiento en todo el perímetro, el agua potable ingresara de la red pública a la cisterna, de la cual será bombeada hacia el tanque elevado, que mediante gravedad descenderá para abastecer todos los pisos.

Se determinó los planos arquitectónicos de la edificación en el cual se colocó la distribución de redes de agua potable y servida y sus respectivas bajantes. Para la elaboración de los cálculos se tomó los datos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11 capítulo 16. Se definió el método más adecuado, económico y funcionable para el cálculo, que fue el sistema indirecto de tanque elevado, para el cálculo del sistema de agua potable se utilizó el método de simultaneidad y para las aguas servidas el método de las descargas y se procedió a realizar los cálculos mediante la ayuda de una hoja Excel rigiéndose a los parámetros ya establecidos en las normas.

Palabras claves: Sistema, cálculo, diseño, red, distribución

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN 1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
OBJETIVO DE LA INVESTIGACION 3
JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 3
ALCANCE Y LIMITACIÓN 3
MARCO CONCEPTUAL 4
DESARROLLO 7
CONCLUSIONES 10
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 11
TABLAS 12
ÍNDICE 16
ANEXOS 17

LISTA DE TABLAS

Pag

TABLA 1. CAUDALES, PRESIONES Y DIÁMETROS EN APARATOS DE CONSUMO----------12
TABLA 2. TIPOS DE DOTACIONES DE EDIFICACIONES----------12
TABLA 3. COEFICIENTE K PERDIDAS MENORES. ----------13
TABLA 4. COEFICIENTE C HAZEN WILLIAM ----------13
TABLA 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LOS APARATOS SANITARIOS ----------14
TABLA 6. UNIDADES DE DESCARGA.----------14
TABLA 7. VALORES DE VISCOSIDAD Y RUGOSIDAD ABSOLUTA----------15
TABLA 8. RELACIONES HIDRÁULICAS PARA TUBERÍAS PARCIALMENTE LLENAS----------15

INTRODUCCIÓN

Como es de conocimiento en la actualidad los proyectos de cálculos y diseños de instalaciones sanitarias son indispensables dentro de las construcciones ya sean edificios, viviendas, urbanizaciones etc.

Para la construcción de un sistema de redes de agua potable y desagüe en una edificación, hay que considerar algunos aspectos tales como el tipo de vivienda, su ubicación y la presión de entrada que hay en la red pública etc. De tal manera que se puedan obtener los mejores resultados con la finalidad de satisfacer las necesidades primordiales dentro de una familia o del sector público o privado.

"El agua potable y el alcantarillado son servicios de alta sensibilidad social, que además, se desempeñan en mercados no perfectos, lo que quiere decir que se presentan fallas que, en este caso, provocan una apropiación por parte del productor del excedente del consumidor [1]."

"El otro aspecto que aquí también se aborda y que es bien relevante en estos momentos es el de la observación del agua como un bien común (junto con el suelo, el aire y la movilidad) pero de un bien común estructurante [2]."

"El agua es una fuente de toda vida, es un ambiente de supervivencia con propiedades únicas. Sin agua, las células no podrían intercambiar información. Sin agua no pueden funcionar los grandes ciclos de regulación de un ecosistema [3]."

"El volumen de agua de consumo humano no debe sobrepasar ciertos límites, si no se quiere poner en peligro la capacidad de renovación de los sistemas hídricos, los vertimientos de aguas usadas deben respetar niveles y tipos tolerables de contaminación [4]."

"Los medios de evacuación de aguas residuales con los que cuenta la población, deben describirse desde el punto de vista físico y operativo, mencionando su antigüedad, estado de conservación y su capacidad. También debe describirse, en su caso, la disponibilidad de partes del sistema de alcantarillado sanitario, como pudieran ser colectores (secundarios y primarios), plantas de bombeo (plantas elevadoras), emisarios y disposición final [5] ."

“La seguridad de una edificación, el preciso conocimiento de los riesgos que la amenazan, las medidas efectivas para la reducción de la vulnerabilidad son metas vigentes en el concepto de la sostenibilidad [6]”. Las instalaciones sanitarias deberán cumplir requisitos básicos y aceptables como son los de, funcionabilidad, durabilidad y economía con el fin de prestar el más correcto funcionamiento en toda la edificación.

“Después de establecido el gasto real de agua y energía se avalúa la eficiencia en los servicios procesos, redes hidrosanitarias y equipos que la usan ya sea en su forma natural, tratada o en forma de vapor, se detallan las condiciones de operación de los equipos, se detectan las condiciones actuales con las de diseño, se establecen todos los factores que intervienen en el proceso, las causas que originan las perdidas y tipos de aguas residuales que genera la institución [7].”

Para todo cálculo y diseño se debe regir a normas, para lo cual se ha optado por la Norma Hidrosanitaria Ecuatoriana la cual nos dice: “Es técnicamente necesario y socialmente conveniente que el diseño y ejecución de instalaciones hidrosanitarias en edificios sean referidos a una norma nacional que garantice su funcionalidad, con las características físicas y topológicas apropiadas para su operación y mantenimiento [8].”

Este diseño de red sanitaria, se encargará de abastecer de agua a toda la edificación para su debido uso, así mismo nos ayudara a evacuar de una manera eficiente lo que son aguas servidas y agua lluvias, y nos permitirá conocer las presiones mínimas de salida en puntos críticos, las velocidades máximas por tuberías, las perdidas por accesorios entre otros.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Un factor importante a considerar en el diseño y cálculo del sistema de abastecimiento de agua potable, es el tipo de edificación que se va a construir ya que el consumo de cada aparato dependerá de su tamaño, forma o característica.

El presente trabajo tiene como finalidad proporcionar una ayuda a los sistemas de redes en edificaciones que no cuentan con un sistema directo ya que dichas presiones no satisfacen las necesarias para los distintos niveles de alturas.

FORMULACION DEL PROBLEMA

Determinar el método de diseño más conveniente de un sistema de red sanitario y de desagüe para un edificio de tres plantas ubicado en la ciudad de Machala, Provincia de El Oro, asegurando un buen funcionamiento de suministro de agua para la edificación, así como también una buena evacuación de aguas servidas y pluviales.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACION

OBJETIVO GENERAL

Calcular y diseñar un sistema de abastecimiento y distribución de agua y desagüe de un edificio de tres pisos, controlando sus respectivas presiones en la red pública y en sus puntos críticos, de la manera más económica y funcional para su debido uso.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Obtener el método de cálculo y diseño más económico y funcional para el consumo de agua potable en la edificación.
- Calcular las pérdidas de presiones en los puntos críticos del sistema de acuerdo con los principios básicos de la hidráulica.
- Determinar diámetros y velocidades para el sistema de red que abastezcan a los diferentes departamentos del edificio.

JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El crecimiento de población en el país ha producido el aumento de edificaciones por lo cual se ha profundizado el estudio hidráulico de métodos de diseño de cálculo para abastecimientos de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario-Pluvial, que son indispensable con el fin de satisfacer las necesidades del consumo humano y el medio ambiente para un buen vivir, ya que un mal diseño de abastecimiento y distribución causaría daños a la edificación y perdidas irrecuperables.

ALCANCE Y LIMITACIÓN

“El agua debe ser suficiente para cubrir las necesidades básicas y con unas condiciones mínimas de calidad. Los principales problemas relacionados con el agua son el acceso, la cantidad y la calidad de la misma [9].” Para resolver los problemas mencionados se efectúa este proyecto que consta de un sistema de abastecimiento, distribución y

evacuación de aguas servidas y pluviales, tomando en consideración todas las normas de diseños hidro-sanitaros para alcanzar los mejores resultados posibles para una mejor calidad de vida humana.

Alcances propuestos:

- Identificar el tipo de vivienda, el consumo diario por habitante y áreas verdes en general.
- Encontrar el método más económico y funcionable de acuerdo a las normas hidro-sanitarias.

Limitaciones:

- La presión en la red pública no satisface para toda la edificación por la cual se ha diseñado para un sistema de tanque elevado.
- El proyecto tendrá una losa de cubierta con pendiente en ambos sentidos para su debida evacuación de las aguas lluvias.

MARCO CONCEPTUAL

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y EVACUACIÓN, SERVIDAS Y PLUVIALES.

"Uno de los puntos más importantes a considerar para la economía de agua es intentar disminuir al máximo las pérdidas de agua en las instalaciones domiciliarias y sobre todo en la red de distribución [10]." Para lo cual se ha diseñado este proyecto de sistema de red sanitaria donde es necesario conocer ciertos aspectos básicos que nos ayudaran a resolver nuestro problema con mayor eficiencia.

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Cuando la presión en la red pública es insuficiente para abastecer de manera directa a los aparatos sanitarios la NEC-11 entre sus requisitos nos indica que debe proveerse de un sistema indirecto de tanque elevado o un sistema directo hidroneumático.

SISTEMA INDIRECTO TANQUE ELEVADO

Según Rodríguez [11], no dice que este sistema de red trabaja mediante una reserva de agua que estará ubicada en la parte baja del edificio, mediante una bomba se succionará agua al tanque que estará ubicado en la última planta alta y este se encarga de repartirla mediante gravedad a todo el sistema. Se deberán controlar las presiones en los puntos críticos del sistema.

SISTEMA DIRECTO HIDRONEÚMATICO

"Lo conforma el grupo motor-bomba y un deposito hidroneumático, que transmiten energía al fluido. Normalmente se utiliza cuando la presión disponible no es suficiente para trasegar el agua hasta el punto más crítico, con la presión requerida". [8]

Para la elaboración si fuera el caso de este sistema se lo desarrollaría mediante un equipo hidroneumático que consta de un tanque de presión, una bomba centrifuga la cual repartiría agua al sistema de una forma ascendente.

SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

ACOMETIDA

Según la norma NEC 2011, acometida es la conexión que va desde la red pública hasta la entrada de suministro de agua de la cisterna, que a su vez impulsará agua mediante un sistema de bombeo al tanque elevado que lo distribuirá a todos los pisos.

MÉTODO DE CÁLCULOS DE CAUDALES MÁXIMOS

Existen diferentes métodos para poder determinar los caudales máximos de diseño que se detallaran a continuación:

- **MÉTODO EMPIRICOS**
  Método Británico
  Método de Dawson y Bowman
- **MÉTODO SEMIEMPÍRICOS**
  Método Alemán de la Raíz Cuadrada
  Método Racional o español.
- **MÉTODOS PROBABILISTICOS**

Método de Hunter "El método pretende evaluar el caudal máximo probable y se basa en el concepto de que únicamente unos pocos aparatos, de todos los que están conectados al sistema, entrarán en operación simultánea en un instante dado" [12].

Método de Hunter Modificado. - Mediante este método estará basado la elaboración del presente trabajo el cual nos dice que "Este método se deriva del anterior; y la obtención de las unidades de consumo se realiza de forma idéntica; la modificación se da en la lectura del caudal máximo probable" [12]

MÉTODO DE FACTOR DE SIMULTANEIDA

Según Rodríguez Díaz "este método se basa en un factor que evalúa la simultaneidad de funcionamiento de los aparatos sanitarios" [11]; y que para determinarlo se debe conocer la sumatoria de todos los caudales posibles de los aparatos del sistema.

Según la NEC-11 se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$F_S = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F * (0{,}04 + 0{,}04 * Log(Log(n)))$$

Donde:

n= número de aparatos en la red.

ks= coeficiente de simultaneidad, está comprendido entre 0.2 y 1.0

qi= caudales mínimos de los aparatos.

Valor del factor F que se le asigna de acuerdo al tipo de edificación:

F=0, según Norma Francesca NFP 412904

F=1, se utiliza para edificios de oficinas

F=2, para edificaciones habitacionales

F=3, hospitales, hospitales y semejantes.

F=4, edificaciones académicas,

F=5, edificios e inmuebles con demandas excesivas.

DESARROLLO

REDES DE DISTRIBUCIÓN

SISTEMA DE AGUA POTABLE

Una vez ya definidos y aprobados los planos arquitectónicos del edificio habitacional de este proyecto se pueden comenzar con el diseño del sistema de red de agua potable, la distribución de agua para sus pisos será mediante un tanque elevado que estará localizado en la última planta alta, con una altura adecuada para que dichas presiones lleguen a los puntos críticos de una manera correcta como lo dice la normas.

La distribución del agua será por gravedad, descenderá desde el tanque elevado una tubería vertical de la cual saldrán algunas ramificaciones que dotarán agua a cada departamento.

Como sabemos para todo proyecto sanitario es necesario elaborar un estudio y diseño de las presiones en sus puntos críticos, con el fin de establecer los parámetros correctos y adecuados para un mejor uso del sistema.

DOTACIÓN PARA LOS DEPARTAMENTOS HABITACIONALES

Para calcular el abastecimiento de agua en la edificación hay que tener en consideración el gasto promedio de persona por día.

Se procede a calcular conociendo la cantidad de habitantes por departamento o a su vez el área cuando son patios o áreas verdes, por la cantidad de dotación de consumo que tiene cada departamento o secciones de acuerdo a los parámetros establecidos de la (tabla 1 de dotación por habitantes), de la norma NEC2011 CAP 16 y se obtiene el volumen diario para cada uno de ellos.

CONSTRUCCIÓN DE LA CISTERNA Y TANQUE ELEVADO

Calculamos el área adecuada de la cisterna y el tanque elevado, conociendo de acuerdo a las normas NEC 2011 CAP 16 que dice “debe proveerse un depósito de almacenamiento, cuyo volumen útil corresponda al consumo que se requiere en la edificación para el suministro estimado en 24 horas; en caso de diseñar depósito subterráneo y elevado, con equipo de bombeo (grupo motor–bomba), el volumen total debe dividirse en sesenta por ciento (60%) para el depósito subterráneo (cisterna) y cuarenta por ciento (40%) para el deposito elevado (tanque)” [8]

La entrada del agua de la red pública a la cisterna será directa, para luego mediante un sistema de bombeo impulsar agua hacia el tanque elevado.

CÁLCULO DEL CAUDAL DE LA CISTERNA

Una vez ya obtenida las dotaciones de agua para todo el sistema de red en cada departamento o por pisos, calculamos el caudal que abastecerá desde la cisterna al tanque elevado con un suministro de agua dicho caudal estará en función de la capacidad que tenga la cisterna y el tiempo de bombeo de la bomba. Para este proyecto asumimos un tiempo promedio de una hora que será el adecuado para el llenado del tanque.

PÉRDIDAS POR FRICCIÓN (Ks)

Las pérdidas por fricción en la succión e impulsión dependerán de los accesorios que existan como pueden ser codos, válvulas té con derivación, válvulas de compuertas entre otras, Utilizando la fórmula de Hazen Williams determinamos la ecuación que nos permitirá obtener todas las pérdidas del sistema. De acuerdo con el caudal encontrado graficaremos la curva mediante la gráfica Ht vs Caudal, el cual nos permitirá escoger el tipo de bomba adecuado para este proyecto se escogió una marca pedrollo cuya bomba tendrá una potencia de 0.7 hp y su punto de aplicación es de 0.618 lt/seg a cierta altura de 18.06 metros.

SISTEMA DE RED DE AGUA SERVIDA Y PLUVIAL

El sistema de desagüe en toda edificación es de vital importación ya que permitirá evacuar todas las aguas servidas y las aguas lluvias, a un sistema de alcantarillado fuera de la estructura mediante cajas de registros la cual se conectan a una red pública de desagüe.

CARACTERISTICAS DEL SISTEMA

Para este proyecto el sistema de red de agua servida se construyó mediante el método de Hunter Modificado, el cual nos dice que debemos sumar todos los aparatos del tramo para obtener el caudal máximo probable.

El sistema de red de aguas servidas trabajará a gravedad. Se asume una pendiente 2% para el ramal principal y 3% para los ramales secundarios, tomando como referencia que “la pendiente mínima de éstos será de 2%, según la norma Icontec 1500” [11]

ESTIMACIÓN DE LOS CAUDALES CIRCULANTES

UNIDADES DE DESCARGAS

"Para determinar el caudal que debe transportar un tramo de una red es necesario determinar el número de aparatos que son descargados por dicho tramo, sumar las correspondientes unidades de descarga y determinar el caudal que se va a transportar" [11].

Según Rodríguez [11], recomienda que la tubería no esté completamente llena para su mejor funcionamiento y lo más adecuado es que no exceda la mitad del tubo en casos excepcionales que llegue a los 75% de la tubería. Para determinar los criterios de diseño se procede calcular con la ecuación de Manning que es la siguiente:

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} A$$

BAJANTES

"Son tramos verticales por los cuales se conducen las aguas servidas de los ramales horizontales, que son entregadas por medio de tees o de yees a 45°, con el fin de reducir las pérdidas de energías, mejorar las condiciones de entrega y así aumentar la capacidad de la tubería" [12]

Según Rodríguez, se calculará los diámetros de la bajante, se sumarán todas las unidades descarga de la edificación y se las multiplicará por el número de pisos existentes, y se obtendrá el caudal que nos servirá para determinar el diámetro apropiado de la tubería.

La bajante de evacuación de las aguas lluvias de la edificación estará conectada a una caja de revisión de la cual saldrá una tubería hasta la cámara principal.

CONCLUSIONES

- Se determinó que la presión que existe en la red no satisface para el proyecto por lo cual se procedió a diseñar para un sistema de tanque elevado con cisterna.

- Se consideró que la carga de velocidad dependera del diámetro de impulsión y de la gravedad del sistema.

- Se concluyó que las perdidas de succión e impulsión dependera de la cantidad de accesorios que hayan en el sistema de red de agua potable.

- Se determinó un caudal de bombeo 0.00460m3 que esta en función al volumen total encontrado del tanque elevado y de un tiempo asumido una hora.

- Se determinó el tipo y tamaño de la bomba, para lo cual se debe tener en cuenta ciertos aspectos, como que la bomba por si sola debe ser capaz de abastecer la demanda máxima dentro de los rangos de presiones y caudales

- El sistema de evacuación de las aguas servidas para las bajantes tendrá un diámetro de 110mm según los cálculos.

- Los diámetros de las bajantes del desagüe pluvial son de 75mm y se los calculó para una intensidad de lluvia de 149 mm/h.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] J. J. Mártinez, «La regulacion de Agua Potable y Alcantarillado anotaciones al modelo colombiano.,» *Con Texto,* p. 6.

[2] L. J. Sofia, «Quito y sus recorridos de agua. Abastecimiento,discursos y pautas higienicas modernizantes,» Enero 2015.

[3] I. S. C. Domingo, «Uso y valor del Recurso Hidrico Urbano. Sistema de agua potable en Culiacán, Mexico,» 21 Mayo 2010.

[4] L. E. Amador Cabra, «Analisis de costo y eficiencia en la promocion de un sistema de indicadores para las empresas de servicios públicosde acueducto y alcantarillado,» *Con Texto,* p. 23.

[5] J. Calderón Cisneros, C. E. Roldan Martínez y A. A. Del Valle Candell, «SALUD AMBIENTAL Y BIODIVERSIDAD BASADO EN MEDIOS DE COMUNICACIÓN SOCIAL AL SISTEMA PUBLICO DE ALCANTARILLADO SANITARIO,» *Revista Delos,* p. 15, 1988.

[6] S. Bueno Garcia, «Sostenibilidad en la construcción. Calidad integral y rentabilidad en instalaciones hidro-sanitarias,» *Revista de Arquitectura e Ingeniería,* vol. 3, nº 2, p. 13, 2009.

[7] Y. d. l. C. Esquijarosa Holguín y I. Ayon Romero, «Diagnostico integrado de agua,» Enero - Marzo 2010.

[8] N. H. N. A. NEC, «NEC,» 06 Abril 2011. [En línea]. Available: http://www.normaconstruccion.ec.

[9] J. Mancebo, M. Recio, C. Polo y E. Muzkiz, «Acerca de la intervención de la universidad en la cooperación al desarrollo de base tecnologica. Algunos casos de agua y saneamiento en la Universidad politécnica de Madrid,» *ArDIn. Arte, Diseño e Ingeniería,* vol. 4, nº 3, p. 10, 2015.

[10] J. Salas Serrano y L. Fernández Rodríguez, «Economia de Agua. Economia de Instalaciones,» Julio- Agsoto 1988.

[11] H. A. Rodrígez Diaz, Diseños Hidráulicos, Sanitario y de Gas en Edificaciones., 2005.

[12] N. Y. Castro Ladino, J. E. Garzón Garzón y R. O. Ortiz Mosquera, «Aplicacion de los metodos para el Cálculo de Caudales Máximos.,» *VI SEREA- Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua,* p. 14, 2006.

TABLAS

TABLA 1. Caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión recomendada (m.c.a.)	Presión mínima (m.c.a.)	Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

Fuente: NEC-11 Norma Hidrosanitaria NHE Agua

TABLA 2. Tipos de dotaciones de edificaciones

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m2 área útil /día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m2 área útil /día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
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	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas en adelante	L/ocupante/día	350 a 800
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m2/día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m2 área útil /día	15 a 30
Prisiones	L/persona/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/ m2 área útil /día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	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

Fuente: NEC-11 Norma Hidrosanitaria NHE Agua

TABLA 3. Coeficiente k perdidas menores.

ACCESORIO	DIAMETRO (pulg)								
	1/2''	3/4''	1''	1 1/4''	1 1/2''	2''	2 1/2''	3''	4''
CODO 90	0,81	0,75	0,69	0,66	0,63	0,57	0,54	0,53	0,51
CODO 45	0,43	0,4	0,37	0,35	0,34	0,3	0,29	0,28	0,27
VALVULA DE COMPUERTA	0,22	0,2	0,18	0,18	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14
VALVULA DE GLOBO	9,2	8,5	7,8	7,5	7,1	6,5	6,1	6	5,8
VALVULA DE MARIPOSA	1,35	1,22	1,1	1	0,92	0,86	0,81	0,79	0,77
VALVULA DE BOLA	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
VALVULA CHECK O DE RETENCION	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1	1	0,94
VALVULA DE PIE (VERTICAL)	11,3	10,5	9,7	9,3	8,8	7,6	7,6	7,1	7,1
TEE NORMAL	0,54	0,5	0,46	0,44	0,42	0,38	0,36	0,37	0,34
TEE CON DERIVACION	1,62	1,5	1,38	1,32	1,26	1,14	1,1	1,08	1,02
ENTRADA A UN TANQUE	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SALIDA DE UN TANQUE	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
UNION	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Fuente: CÁLCULO Y NORMATIVA BASICA DE INSTALACIONES EN EDIFICIOS Arizmendi Barnes. 2001.

TABLA 4. Coeficiente C Hazen William

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

TABLA 5. Condiciones de funcionamiento de los aparatos sanitarios

Artefacto sanitario o salida	*Gasto Q mínimo litros/seg*	*Diámetro mínimo pulgadas*	*Presión mínima m.c.a*
Ducha	*0.2*	*1/2*	*3*
Inodoro de tanque	*0.15*	*1/2*	*2*
Inodoro de Fluxómetro	*1-2-2.5*	*1-11/4-11/2*	*7 a 14*
Lavadero	*0.2 - 0.3*	*1/2*	*2*
Lavamanos	*0.2*	*1/2*	*2*
Lavaplatos	*0.25 - 0.3*	*1/2*	*2*

Fuente: DISEÑO HIDRÁULICO, SANITARIOS Y GAS EN EDIFICACIONES, Héctor Rodríguez D. 2005

TABLA 6. Unidades de descarga.

APARATO	DIAM(PULG) DESAGUE	UNIDADES DE DESCARGA
BAÑERA O TINA	2	2 - 3
BIDET	2	1
DUCHA PRIVADA	2	2
LAVADERO	2	2
INODORO (TANQUE)	3 - 4	3
INODORO (FLUXOMETRO)	4	8
LAVAPLATOS	2	1
LAVAPLATOS CON TRITURADOR	2	3
FUETNTE DE AGUA	1	1 - 2
LAVAMANOS	2	1 - 2
URINARIO TANQUE	2	2
URINARIO FLUXOMETRO	3	8
URINARIO PARED	2	2

Fuente: *DISEÑOS HIDRAULICOS, SANITARIOS Y DE GAS EN EDIFICACIONES, Rodríguez H. 2014*

TABLA 7. Valores de viscosidad y rugosidad absoluta

Temperatura	Viscosidad Cinemática del Agua v (m2/s)
0	1.785 x 10-6
5	1.519 x 10-6
10	1.306 x 10-6
15	1.139 x 10-6
20	1.003 x 10-6
25	0.893 x 10-6
30	0.800 x 10-6
40	0.658 x 10-6

Fuente: HIDRALICA DE TUBERÍAS, Juan Saldarriaga V. 1998

MATERIAL	ε (mm)
PVC	0.0015
AC	0.03
Acero	0.046
Hierro galvanizado	0.15
Hierro fundido	0.15
Hierro dúctil	0.25
Concreto	0.3 – 3.0
Vidrio	0.0003

Fuente: HIDRALICA DE TUBERÍAS, Juan Saldarriaga V. 1998

TABLA 8. Relaciones hidráulicas para tuberías parcialmente llenas

q/Q	v/V	d/D	t/T	q/Q	v/V	d/D	t/T
0,00	0,000	0,000	0,000	0,30	0,739	0,426	0,879
0,01	0,290	0,076	0,195	0,31	0,747	0,433	0,905
0,02	0,344	0,108	0,273	0,32	0,754	0,440	0,918
0,03	0,386	0,131	0,328	0,33	0,761	0,448	0,929
0,04	0,419	0,152	0,375	0,34	0,768	0,455	0,939
0,05	0,445	0,169	0,415	0,35	0,775	0,462	0,949
0,06	0,468	0,186	0,452	0,36	0,782	0,469	0,959
0,07	0,488	0,201	0,485	0,37	0,788	0,476	0,968
0,08	0,506	0,215	0,515	0,38	0,795	0,483	0,978
0,09	0,523	0,228	0,542	0,39	0,801	0,490	0,987
0,10	0,539	0,241	0,568	0,40	0,807	0,497	0,996
0,11	0,553	0,253	0,592	0,41	0,813	0,503	1,004
0,12	0,567	0,265	0,615	0,42	0,819	0,510	1,013
0,13	0,579	0,276	0,637	0,43	0,825	0,517	1,021
0,14	0,591	0,287	0,658	0,44	0,830	0,523	1,029
0,15	0,602	0,297	0,678	0,45	0,836	0,530	1,037
0,16	0,614	0,307	0,697	0,46	0,841	0,537	1,045
0,17	0,625	0,317	0,715	0,47	0,847	0,543	1,052
0,18	0,636	0,326	0,732	0,48	0,852	0,550	1,059
0,19	0,646	0,335	0,748	0,49	0,857	0,556	1,067
0,20	0,656	0,344	0,764	0,50	0,862	0,563	1,074
0,21	0,665	0,353	0,779	0,51	0,857	0,569	1,080
0,22	0,674	0,362	0,794	0,52	0,872	0,576	1,087
0,23	0,683	0,370	0,809	0,53	0,877	0,582	1,083
0,24	0,692	0,379	0,822	0,54	0,882	0,589	1,100
0,25	0,700	0,387	0,836	0,55	0,887	0,595	1,106
0,26	0,708	0,395	0,849	0,56	0,891	0,602	1,112
0,27	0,716	0,403	0,862	0,57	0,896	0,608	1,118
0,28	0,724	0,411	0,874	0,58	0,900	0,614	1,124
0,29	0,732	0,418	0,885	0,59	0,904	0,621	1,129

Fuente: INGENIERIA AMBIENTAL: SISTEMAS DE RECOLECCION Y EVACUACION DE AGUAS, BAEZ NOGUERA J.

ÍNDICE

Acometida, 5
Área adecuada de la cisterna y el tanque elevado, 7
Bajantes, 9
Cálculo de la carga de velocidad, 4
Cálculo de la presion en el punto critico, 8
Cálculo de la red de aguas lluvias, 8
Cálculo de red de aguas servidas, 8
Cálculo del caudal de bombeo, 3
Cálculo del caudal de la cisterna, 8
Conclusiones, 10
Dotación para los departamentos habitacionales, 7
El agua potable, 1
El crecimiento de población, 3
Este diseño de red sanitaria, 2
Estimación de los caudales circulantes, 9
Los principales problemas relacionados con el agua, 3
Metodo de cálculos de caudales máximos, 5
Metodo de factor de simultaneida, 6
Metodos probabilisticos, 5
Obtenemos los valores por perdidas en accesorios., 2
Pérdidas por fricción en la succión e impulsión, 8
Redes de distribucion, 7
Sistema de red de agua servida y pluvial, 8
Sistema directo hidroneúmatico, 5
Sistema indirecto tanque elevado, 4
Tablas, 12

ANEXOS

Anexo A. Volumen de cisterna, tanque elevado y dimensiones de cisterna

Anexo B. Cálculo del caudal de bombeo, diámetros de succión e impulsión

Anexo C. Determinación de la altura dinámica del sistema (Ht)

Anexo D. Curva del sistema y curva característica de la bomba

Anexo E. Cálculos de la red de distribución de agua y desagüe sanitario y pluvial

Anexo A. Volumen de cisterna, tanque elevado y dimensiones de cisterna

Establecimos la dotación de acuerdo al tipo de edificación basándonos en la NEC-11 y calculamos el volumen diario de agua de consumo del edificio

PISOS	TIPO	Cantidades		DOTACION	Volumen diario (lt)
		# Hab.	Área (m2)		
Planta Baja	Departamentos	8		200 l/hab/d	1600
	Patio		71,86	2 L/m2 /día	143,72
1° Planta Alta	Departamentos	6		200 l/hab/d	1200
2° Planta Alta	Departamentos	6		200 l/hab/d	1200
				Vol. Total (lt)	**4143,72**
				Vol. Total (m3)	**4,14**

Volumen de cisterna y tanque elevado:

Volumen mínimo de cisterna (60 % Consumo diario) =	60%	2,49
Volumen mínimo de tanque elevado (40 % Consumo diario) =	40%	1,66

DIMENSIONES DE LA CISTERNA

Para un compartimiento, la relación más económica r (a/b) es:	1

Asumimos una altura de=		1,8 m
La Superficie será =		2,30 m2
ancho	a=(r S)0.5	1,52 m
largo	b=a/r	1,52 m

La cisterna debe tener un borde libre	0,2
El nivel de salida de la succión de la bomba debe estar a	0,2
h total =	2,2 m
El volumen real será de	**5,06 m3**

Anexo B. Cálculo del caudal de bombeo, diámetros de succión e impulsión

Para obtener el caudal de bombeo interviene la ecuación No.1. En donde el caudal será igual al volumen del tanque obtenido para su respectivo tiempo asumido de llenado en este caso 1 hora.

DATOS

Vte=	1,66	**m3**	1657,49	**l/s**
T=	1,00	**hora**	3600,00	**s**
Qb=	0,46	**l/s**	0,000460	**m3/s**
hs=	1,90	**m**		
hi=	12,40	**m**		
Ls=	2,40	**m**		
Li=	17,80	**m**		

Dónde:

Vte= volumen del tanque elevado

T = tiempo de llenado

Qb= caudal de bombeo

Hs= altura de impulsión

Hi= altura de impulsión

Ls= longitud de succión

Li= longitud de impulsión

MEDIANTE LA FORMULA:

(Ec. 1) $$Qb = \frac{VTE}{t}$$

QB= 0.000460 m³/s

OBTENCIÓN DE LOS DIÁMETROS DE SUCCIÓN E IMPULSIÓN

Para determinar el diámetro de succión utilizamos la ecuación No.2. Utilizamos el caudal encontrado anteriormente y asumimos una velocidad de 1m/s.

$$D = \sqrt{4Q/\pi V} \quad \textbf{(Ec. 2)}$$

SUCCIÓN

Q=0.00460 m3

V= 1.00 m/s (asumimos)

D= 0.024m (24.21 mm)

Adoptamos un diámetro comercial de 32 mm- 1.25 Mpa

Para el proyecto se adopta una tubería PVC para presión Tipo E/C.

DS= 28.8mm (diámetro interior comercial seleccionado)

Luego se procede a calcular la velocidad real con este diámetro seleccionado:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$ **(Ec. 3)**

La velocidad real en la succión será de **0.71m/s**

IMPULSIÓN

Q=0.460 m3

V= 2.00 m/s (asumimos)

D= 0.017m (17.12 mm diámetro calculado). **Se lo obtiene con la ecuación 2.**

Adoptamos un diámetro comercial de 25 mm- 1.60 Mpa

Para el proyecto se adopta una tubería PVC para presión Tipo E/C.

Di= 22.00mm (diámetro interior comercial seleccionado)

Luego se procede a calcular la velocidad real con este diámetro seleccionado:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$ **(Ec. 4)**

La velocidad real en la succión será de **1.21m/s**

Obtenemos los valores por perdidas en accesorios.

ACCESORIOS				
SUCCION	No.	D"	**K**	**K**
VALVULA DE PIE	1	3"	7,10	7,10
CODO 90	1	3"	0,53	0,53
IMPULSION			Σki=	**7,63**
TEE CON DERIVACION	1	2"	1,14	1,14
VALVULA CHECK O RETENCION	1	2"	1,10	1,10
VALVULA DE COMPUERTA	1	2"	0,15	0,15
CODO 90	3	2"	0,57	1,71
			Σki=	**4,10**

Anexo C. Determinación de la altura dinámica del sistema (Ht)

Ht=hs+hi+hfs+hfi+hms+hmi+Vi^2/ (2g) (**Ec. 5)**

Para este proyecto se lo trabajó con la fórmula de Hazen Williams

Pérdidas por fricción en la succión

$$\boldsymbol{hfs = \frac{10.674 Ls Q^{1.852}}{C^{1.852} Ds^{4.871}}}$$ **(Ec. 6)**

Ls= 2.40m

C= 140

D= 28.8mm

Q= 0.0046m3

Hfs= 86737.82$Q^{1.852}$

Se determina el coeficiente K= 7.63, se lo encuentra sumando todos lar perdidas en el accesorio ver tabla.

$$\boldsymbol{hms = k \frac{8Q^2}{g\pi^2 D^2}.}$$ **(Ec. 7)**

Hms= 917315.54Q^2

Perdidas por fricción en la impulsión

$$\boldsymbol{hfi = \frac{10.674 . L . Q^{1.852}}{C^{1.852} D^{4.871}}}$$ **(Ec. 8)**

Li=17.80m

C=140

D=22.00mm

Q=0.0046m3

Hfs=2388785.75$Q^{1.852}$

Se determina el coeficiente K= 4.10, se lo encuentra sumando todos las perdidas en el accesorio ver tabla No.2.

$$\boldsymbol{hmi = k \frac{8Q^2}{g\pi^2 D^2}.}$$ **(Ec.9)**

Hmi= 1447629.08Q²

Cálculo de la carga de velocidad

Para determinar la carga de velocidad tomamos el valor del diámetro de impulsión y de la gravedad que trabaja el sistema y calculamos mediante la ecuación No.10.

$$\boldsymbol{h = \frac{8Q^2}{\pi^2 D^4}}\ \textbf{(Ec. 10)}$$

hi= 353080.26Q²

Ht=hs+hi+hfs+hfi+hms+hmi+Vi^2/(2g)

Ht= 16.45m (altura dinámica total)

ECUACIÓN DE LA CURVA DEL SISTEMA

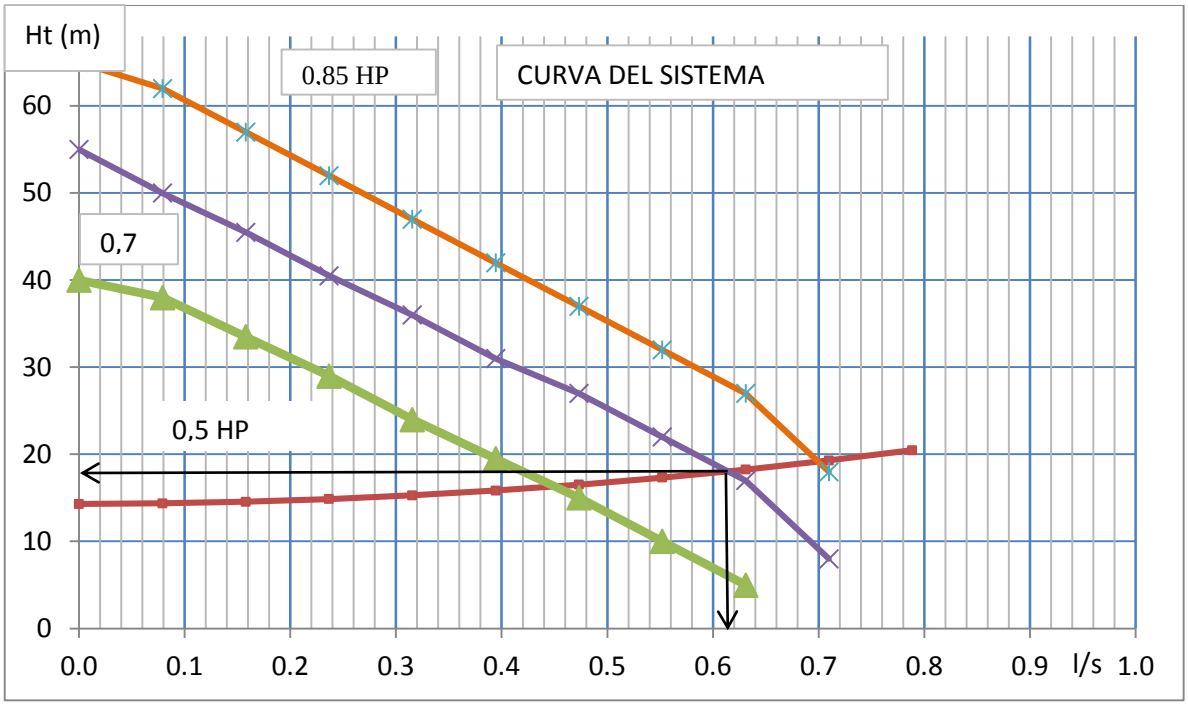
Se determina la ecuación característica del sistema de red mediante ecuación No.11, y se la grafica juntos a las curvas encontradas de la bomba. Para luego proceder a encontrar la potencia adecuada para la bomba que se utilizara en la edificación.

Ht =1,9+12,4+86737,82 Q^1.852+2388785,75 Q^1.852+917315,54 Q^2+1447629,08 Q^2+353080,26 Q^2. **(Ec. 11)**

Valores para determinar el tipo de bomba

CAUDAL			***HAZEN - WILLIAMS*** **Ht**	***DARCY-WEISBACH*** **Ht**	**0.5 HP**	**0,7 HP**	**0,85HP**
					H (m)	**H (m)**	**H (m)**
GPM	**m3/s**	**l/s**	**m**	**m**	DATOS PARA CURVAS DE LAS BOMBAS		
0	0,00000	0,00	16,45	14,30	SEGÚN EL FABRICANTE FLINT&WALLING		
1,25	0,00008	0,08	14,38	14,36	40,00	55,00	65,00
2,5	0,00016	0,16	14,58	14,55	38,00	50,00	62,00
3,75	0,00024	0,24	14,91	14,85	33,50	45,50	57,00
5	0,00032	0,32	15,35	15,29	29,00	40,50	52,00
6,25	0,00039	0,39	15,91	15,84	24,00	36,00	47,00
7,5	0,00047	0,47	16,57	16,52	19,50	31,00	42,00
8,75	0,00055	0,55	17,34	17,32	15,00	27,00	37,00
10	*0,00063*	0,63	*18,21*	*18,24*	10,00	22,00	32,00
11,3	0,00071	0,71	19,19	19,29	5,00	17,00	27,00
12,5	0,00079	0,79	20,27	20,46		8,00	18,00
	0,00062	**0,62**	**18,06**	**18,08**			

Anexo D. CURVA DEL SISTEMA Y CURVA CARACTERISTICA DE LA BOMBA



La selección de la bomba es de 0.7 hp, que tiene un punto de operación de 0.618 l/s a una altura ht= 18.06m

TIPO DE BOMBA

Anexo E. CÁLCULOS DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA Y DESAGUE SANITARIO Y PLUVIAL

Se procede a calcular diámetros, velocidades y caudales en los tramos de los diferentes ramales. Para nuestro proyecto tomaremos el tramo de la segunda planta alta (3 al 4) que de la dura al inodoro.

Datos:

n = número de aparatos

Q máx. Posible

D= diámetro nominal

L= longitud del tramo

Ks= coeficiente por perdidas de accesorios.

Tramo (3 – 4), los aparatos que están en este tramo son: ver tabla de caudales de aparatos en anexos.

1 DUCHA (0.20 l/s)

Donde n=1, y de caudal máx. Posible tenemos 0.20 l/s.

$$F_S = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F * (0{,}04 + 0{,}04 * Log\big(Log(n)\big))$$

Remplazando:

$$F_S = \frac{1}{\sqrt{6-1}} + 2 * (0{,}04 + 0{,}04 * Log\big(Log(1)\big))$$

$$F_S = 1.00$$

El valor F_S de estar comprendido entre $0<F_S\leq 1$

Para n= 1 o 2 $F_S = 1$ **ver anexos**

Q màx probabl

$$Qmax.probable = \text{Qmp.} \text{ x Fs}$$

$$Qmax\ probable = 0.20\frac{l}{s}x1.00$$

$$Qmax\ probable = 0.20$$

Se toma el mejor diámetro que cumpla las condiciones para este caso se tomó:

D= ¾” y un diámetro interior de 18.76 mm

Para que el diámetro adoptado sea el correcto comprobamos con la velocidad la cual no deberá ser menor a 0.6 ni mayor a 2.5 mediante la fórmula siguiente se calcula:

$$V = \frac{4 * Q\ max\ poblable}{\pi * D^2}$$

$$V = \frac{4 * 0{,}20 l/s}{\pi * (\frac{18{,}76}{1000})^2}$$

$$V = 0.724\, m/s$$ **Aprobada**

Determinación del número de Reynolds

$$Re = \frac{v\ D}{\upsilon}$$

$$Re = \frac{(0.724)(\ 0{,}01876)}{1{,}003 * 10^{-6}}$$

$$Re = 13533.382$$

Cálculo mediante la fórmula f:

$$f = \frac{0{,}25}{log\left(\frac{\varepsilon}{3{,}7\ D} + \frac{5{,}74}{Re^{0{,}9}}\right)^2}$$

$$f = 0{,}0285$$

Se calcula luego hf para una longitud de = 2.77

$$hf = f * \left(\frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}\right)$$

$$hf = 0{,}1125$$

Los tipos de accesorios en el tramo determina el valor ks:

2 codos de 90 de ¾ = 1.50

1 válvula = 0.20

Se calcula el hm:

$$hm = ks * \frac{v^2}{2g}$$

$$hm = 0{,}0454m$$

$$h_t = h_f + h_m = 0{,}6103 + 0{,}0861m$$

$$h_t = 0{,}1578m$$

CÁLCULO DE LA PRESIÓN EN EL PUNTO CRÍTICO. (Ducha, segunda planta alta).

Dónde:

ZA= 12m (altura geométrica entre el nivel inferior al nivel superior del líquido)

ZF=8m

ht = 2.4758m (sumatorias de las pérdidas de energía del fluido sobre la descarga del tanque)

$$\mathbf{ZA = ZF + PF/\gamma + ht}$$

$$PF/\gamma = ZA - ZF - ht$$

$$PF/\gamma = 12m - 8m - 2.4758$$

PF/γ=1.5242 (presión requerida por el aparato sanitario m.c.a)

CÁLCULO DE RED DE AGUAS SERVIDAS

Se mostraran al final del trabajo los calculo, detallaremos en la siguiente tabla los diametros de las bajantes.

BAJANTE	UNIDADES DE DESCARGA	No. DE PISOS	UNIDADES DE DESCARGA TOTAL	CAUDAL	DIAMETRO INTERIOR CALCULADO	DIAMETRO NOMINAL ADOPTADO
	UD			*l/s*	*m*	*mm*
	Unidades de descarga acumuladas		*No. de pisos x UD del ramal*	*Segun la expresion Q=0.1163 UD*	$d = \left(\frac{Q\,n}{0.3116 r^{\frac{5}{3}}}\right)^{\frac{3}{8}}$	
BAJ. No. 1	**17**	**2**	**34**	**1,314**	**0,053**	**110**
BAJ. No. 2	**28**	**2**	**56**	**1,851**	**0,060**	**110**

CÁLCULO DE LA RED DE AGUAS LLUVIAS

Se determinan los diametros que tendran las bajantes de la aguas lluvias, se conoce que la losa de cubierta tendra dos pendientes una hacia adelante y otra hacia atrás los diámetros obtenidos son de 75mm.

Red de distribucion de agua potable planta baja y primer planta alta

	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	NUMERO DE APARATOS (n)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Ks)	CAUDAL MAX. POSIBLE	CAUDAL MAX. PROBABLE	DIAMETRO in	DIAMETRO NOMINAL (")	diametro (m)	VELOCIDAD (m/seg)	LONGITUD TRAMO (m)	Nº de Reynolds	f	hf	k	hm	ht= (hf+hm)
PLANTA BAJA	27	28	1	1.0000	0.2	0.2000	3/4	18.76	0.01876	0.724	5.36	13533.3822	0.0285	0.2176	0.75	0.0200	0.2376
	29	30	1	1.0000	0.2	0.2000	3/4	18.76	0.01876	0.724	3.19	13533.3822	0.0285	0.1295	1.7	0.0454	0.1749
	30	31	2	1.0000	0.3	0.3000	3/4	18.76	0.01876	1.085	0.47	20300.0733	0.0257	0.0387	0.5	0.0300	0.0687
	31	28	3	0.7614	0.4	0.3046	3/4	18.76	0.01876	1.102	0.36	20608.5555	0.0256	0.0304	0.7	0.0433	0.0737
	28	32	4	0.6397	0.6	0.3838	3/4	18.76	0.01876	1.389	3.26	25972.7847	0.0242	0.4133	1.25	0.1229	0.5362
	33	34	1	1.0000	0.2	0.2000	3/4	18.76	0.01876	0.724	2.95	13533.3822	0.0285	0.1198	1.7	0.0454	0.1651
	34	35	2	1.0000	0.3	0.3000	3/4	18.76	0.01876	1.085	0.47	20300.0733	0.0257	0.0387	0.5	0.0300	0.0687
	35	32	3	0.7614	0.4	0.3046	3/4	18.76	0.01876	1.102	0.89	20608.5555	0.0256	0.0752	1.45	0.0897	0.1649
	32	D	7	0.4824	1	0.4824	3/4	18.76	0.01876	1.745	4.35	32642.5759	0.0229	0.8246	1.25	0.1941	1.0187
	36	37	1	1.0000	0.2	0.2000	3/4	18.76	0.01876	0.724	2.70	13533.3822	0.0285	0.1096	1.7	0.0454	0.1550
	37	38	2	1.0000	0.3	0.3000	3/4	18.76	0.01876	1.085	0.50	20300.0733	0.0257	0.0412	0.5	0.0300	0.0712
	38	D	3	0.7614	0.4	0.3046	3/4	18.76	0.01876	1.102	0.59	20608.5555	0.0256	0.0499	1.45	0.0897	0.1396
																	2.87
PRIMERA PLANTA ALTA	14	15	1	1.0000	0.2	0.2000	3/4	18.76	0.01876	0.724	7.49	13533.3822	0.0285	0.3041	1.5	0.0400	0.3441
	16	17	1	1.0000	0.2	0.2000	3/4	18.76	0.01876	0.724	2.77	13533.3822	0.0285	0.1125	1.7	0.0454	0.1578
	17	18	2	1.0000	0.3	0.3000	3/4	18.76	0.01876	1.085	0.47	20300.0733	0.0257	0.0387	0.5	0.0300	0.0687
	18	15	3	0.7614	0.4	0.3046	3/4	18.76	0.01876	1.102	3.95	20608.5555	0.0256	0.3338	0.7	0.0433	0.3771
	15	19	4	0.6397	0.6	0.3838	3/4	18.76	0.01876	1.389	4.77	25972.7847	0.0242	0.6047	0.5	0.0491	0.6539
	20	21	1	1.0000	0.2	0.2000	3/4	18.76	0.01876	0.724	2.85	13533.3822	0.0285	0.1157	1.7	0.0454	0.1611
	21	22	2	1.0000	0.3	0.3000	3/4	18.76	0.01876	1.085	0.42	20300.0733	0.0257	0.0346	0.5	0.0300	0.0646
	22	19	3	0.7614	0.4	0.3046	3/4	18.76	0.01876	1.102	3.11	20608.5555	0.0256	0.2628	1.45	0.0897	0.3525
	19	23	7	0.4824	1	0.4824	3/4	18.76	0.01876	1.745	2.54	32642.5759	0.0229	0.4815	0.5	0.0776	0.5591
	24	25	1	1.0000	0.2	0.2000	3/4	18.76	0.01876	0.724	2.72	13533.3822	0.0285	0.1104	1.7	0.0454	0.1558
	25	26	2	1.0000	0.3	0.3000	3/4	18.76	0.01876	1.085	0.38	20300.0733	0.0257	0.0313	0.5	0.0300	0.0613
	26	23	3	0.7614	0.4	0.3046	3/4	18.76	0.01876	1.102	1.91	20608.5555	0.0256	0.1614	1.45	0.0897	0.2511
	23	C	10	0.4133	1.4	0.5787	1	24.20	0.0242	1.258	0.10	30354.4442	0.0233	0.0078	0.46	0.0371	0.0449
																	3.25

Sistema de distribucion de agua potable segunda planta alta

SEGUNDA PLANTA ALTA

NUDO INICIAL	NUDO FINAL	NUMERO DE APARATOS (n)	FACTOR DE SIMULTANIEDAD (Ks)	CAUDAL MAX. POSIBLE	CAUDAL MAX. PROBABLE	DIAMETRO in	DIAMETRO NOMINAL (")	diametro (m)	VELOCIDAD (m/seg)	LONGITUD TRAMO (m)	Nº de Reynolds	f	hf	k	hm	ht= (hf+hm)	Ruta Critca
3	4	1	1,0000	0,2	0,2000	3/4	18,76	0,01876	0,724	2,77	13533,3822	0,0285	0,1125	1,7	0,0454	0,1578	0,1578
4	5	2	1,0000	0,3	0,3000	3/4	18,76	0,01876	1,085	0,47	20300,0733	0,0257	0,0387	0,5	0,0300	0,0687	0,0687
5	2	3	0,7614	0,4	0,3046	3/4	18,76	0,01876	1,102	3,95	20608,5555	0,0256	0,3338	0,7	0,0433	0,3771	0,3771
2	6	4	0,6397	0,6	0,3838	3/4	18,76	0,01876	1,389	4,77	25972,7847	0,0242	0,6047	0,5	0,0491	0,6539	0,6539
7	8	1	1,0000	0,2	0,2000	3/4	18,76	0,01876	0,724	2,85	13533,3822	0,0285	0,1157	1,7	0,0454	0,1611	
8	9	2	1,0000	0,3	0,3000	3/4	18,76	0,01876	1,085	0,42	20300,0733	0,0257	0,0346	0,5	0,0300	0,0646	
9	6	3	0,7614	0,4	0,3046	3/4	18,76	0,01876	1,102	3,11	20608,5555	0,0256	0,2628	1,45	0,0897	0,3525	
6	10	7	0,4824	1	0,4824	3/4	18,76	0,01876	1,745	2,54	32642,5759	0,0229	0,4815	0,5	0,0776	0,5591	0,5591
11	12	1	1,0000	0,2	0,2000	3/4	18,76	0,01876	0,724	2,72	13533,3822	0,0285	0,1104	1,7	0,0454	0,1558	
12	13	2	1,0000	0,3	0,3000	3/4	18,76	0,01876	1,085	0,38	20300,0733	0,0257	0,0313	0,5	0,0300	0,0613	
13	10	3	0,7614	0,4	0,3046	3/4	18,76	0,01876	1,102	1,91	20608,5555	0,0256	0,1614	1,45	0,0897	0,2511	
10	B	10	0,4133	1,4	0,5787	3/4	18,76	0,01876	2,093	0,10	39156,5859	0,0220	0,0261	0,5	0,1117	0,1378	0,1378
C	D	10	0,4133	1,4	0,5787	3/4	18,76	0,01876	2,093	3,00	39156,5859	0,0220	0,7842	0,5	0,1117	0,8959	
B	C	20	0,3186	2,8	0,8920	1 1/4	32,35	0,03235	1,085	3	35001,1592	0,0225	0,1254	0,5	0,0300	0,1554	
A	B	30	0,2792	4,2	1,1728	1 1/4	32,35	0,03235	1,427	6	46023,0336	0,0212	0,4072	1,1	0,1142	0,5213	0,5213
																4,57	2,4757

V= 0,000001003 m^2/s

F= 0.0015 mm 3.1415927

$$ZA = ZF + PF/\gamma + ht\ (\ A - F\ )$$

ZA=	12
ZF=	8
Σht=	2.4758
Pk/ɣ=	1.5242

Cálculos de caudales, diámetros y pendientes de aguas servidas

CALCULO DE CAUDALES, DIAMETROS Y PENDIENTES EN LA RED DE AGUAS SERVIDAS

Coeficiente de rugosidad de Manning para tuberias de PVC Sanitario

n= 0.012

Calculo tirante normal y critico.xlsm

TRAMO	UNIDADES DE DESCARGA	CAUDAL MAXIMO PROBABLE (q)	PENDIENTE (S) (%)	DIAMETRO (D)		TUBO LLENO			TUBO PARCIALMENTE LLENO				TIRANTE NORMAL (d)	0.75 X D	OBSERVACIONES
				NOMINAL	INTERIOR	VELOCIDAD (V)	AREA HIDRAULICA	CAUDAL (Q)	q/Q	v/V	d/D	v			
		l/s			mm	m/s	m2	l/s				m/s	mm	mm	
	UD segun la cantidad de aparatos sanitarios	Segun la expresion $Q=0.1163\ UD^{0.6875}$	Entre 2 y 3 %	Denominacion comercial	Diametro interior	Segun la Formula Manning $V=1/n\ (D_{int}/4)^{2/3}\ S^{1/2}$	$A=1/4\pi D_{int}^2$	Q=V A	q max. probable/ Q tubo lleno	Vel tub parcialmente lleno / Vel. Tubo lleno	Tirante/Diametro	Velocidad tubo parcialmente lleno=v/V x Vel. Tubo lleno	Altura lamina agua suponiendo flujo uniforme	Diametro interior multiplicado por 0.75	El valor de **0.75 D** debe ser siempre mayor a **d**
LM-A	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
WC-B	3	0.248	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.03	0.386	0.131	0.40	13.83	79.20	
DCH-C	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
C-BAJ No. 2	7	0.443	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.05	0.445	0.169	0.46	17.85	79.20	
DCH-E	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
WC-E	3	0.248	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.03	0.386	0.131	0.40	13.83	79.20	
LM-D	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
D-BAJ No2	7	0.443	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.05	0.445	0.169	0.46	17.85	79.20	
DCH-F	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
WC-F	3	0.248	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.03	0.386	0.131	0.40	13.83	79.20	
LM-G	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
G-BAJ No.1	7	0.443	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.05	0.445	0.169	0.46	17.85	79.20	
LP-BAJ No.1	1	0.116	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.09	0.523	0.228	0.39	10.58	34.80	
LM-H	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
WC-I	3	0.248	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.03	0.386	0.131	0.40	13.83	79.20	
DCH-J	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
J-BAJNo.2	7	0.443	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.05	0.445	0.169	0.46	17.85	79.20	
DCH-L	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
WC-L	3	0.248	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.03	0.386	0.131	0.40	13.83	79.20	
LM-K	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
K-BAJ No.2	7	0.443	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.05	0.445	0.169	0.46	17.85	79.20	
DCH-M	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
WC-M	3	0.248	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.03	0.386	0.131	0.40	13.83	79.20	
LM-N	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
N-BAJ No. 1	7	0.443	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.05	0.445	0.169	0.46	17.85	79.20	
LP-BAJ No. 1	1	0.116	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.09	0.523	0.228	0.39	10.58	34.80	
DCH-O	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
WC-O	3	0.248	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.03	0.386	0.131	0.40	13.83	79.20	
LM-P	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
P-CAJA	7	0.443	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.05	0.445	0.169	0.46	17.85	79.20	
LM-Q	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
WC-R	3	0.248	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.03	0.386	0.131	0.40	13.83	79.20	
DCH-S	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
LM-T	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
WC-U	3	0.248	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.03	0.386	0.131	0.40	13.83	79.20	
DCH-V	2	0.187	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.15	0.602	0.297	0.45	13.78	34.80	
V-CAJA	14	0.714	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.08	0.506	0.215	0.53	22.70	79.20	
LP-BAJNo.1	1	0.116	3	50	46.4	0.740	0.0017	1.250	0.09	0.523	0.228	0.39	10.58	34.80	
BAJNo.1-CA.	17	0.816	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.09	0.523	0.228	0.55	24.08	79.20	
BAJNo.2-CA.	28	1.149	2	**110**	105.6	1.045	0.0088	9.153	0.13	0.579	0.276	0.60	29.15	79.20	

Cálculo de caudales, pendientes, diámetros y bajantes de aguas lluvias.

CAUDAL AGUAS LLUVIAS **q=C I A**

INTENSIDAD DE LLUVIA

I= 149 mm/hora/m2

I= 0,0414 l/s/m2

CUBIERTA - PLANTA

CALCULO DE CAUDALES, DIAMETROS Y PENDIENTES EN LA RED DE AGUAS LLUVIAS

Coeficiente de rugosidad de Manning para tuberias de PVC

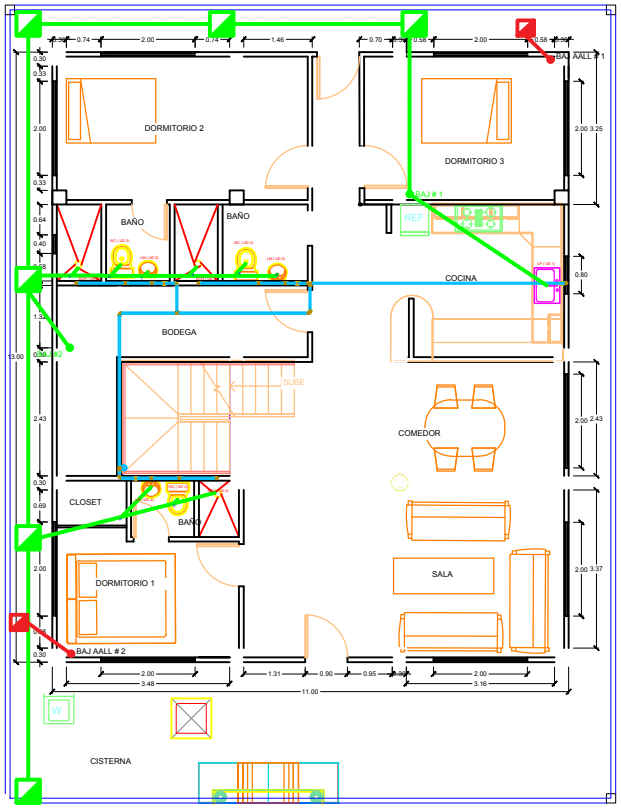
n= 0,011 para aguas lluvias

Calculo tirante normal y critico.xlsm

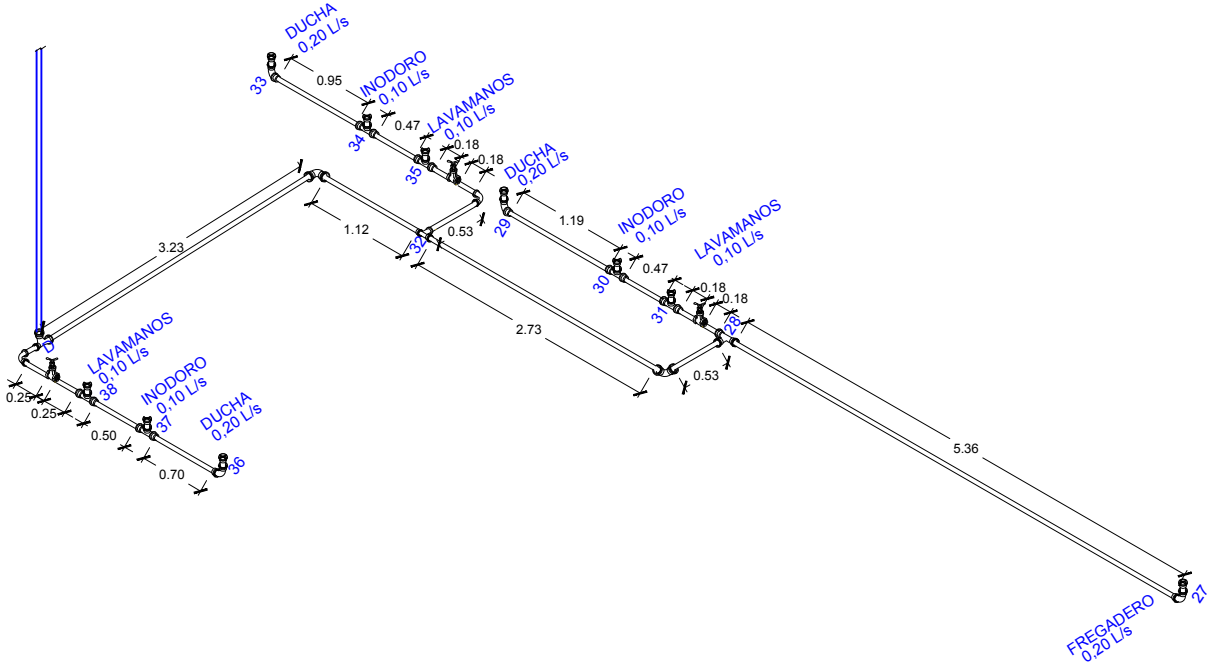
Minima S = 1% **Velocidad minima =0.80 m/s**

TRAMO	AREA (m2)	COEFICIENTE ESCORRENTIA	CAUDAL AGUAS LLUVIAS (q)	PENDIENTE (S) (%)	DIAMETRO (D)		TUBO LLENO			TUBO PARCIALMENTE LLENO				TIRANTE NORMAL (d)	LAMINA DE AGUA MAX.0.70 X D/2	OBSERVACIONES
					NOMINAL	INTERIOR	VELOCIDAD (V)	AREA HIDRAULICA	CAUDAL (Q)	q/Q	v/V	d/D	v			
			l/s			mm	m/s	m2	l/s				m/s	mm	mm	
	Area de drenaje		*Segun la expresion Q=C I A (l/s/m2 x m2)*	*Minimo 1 %*	*Denominacion comercial*	*Diametro interior*	*Segun la Formula Manning* $V=1/n\,(D_{int}/4)^{2/3}\,S^{1/2}$	$A=1/4\,\pi D_{int}^{2}$	*Q=V A*	*q max. probable/ Q tubo lleno*	*Vel tub parcialmente lleno / Vel. Tubo lleno*	*Tirante/Diametro*	*Velocidad tubo parcialmente lleno=v/V x Vel. Tubo lleno*	*Altura lamina agua suponiendo flujo uniforme*	*1/2 Diametro interior multiplicado por 0.70*	*El agua debe ocupar el 70 % de la profundidad y el 30% como borde libre*
Canaleta semicircular 1	88,125	1	3,65	1	160	153,6	1,035	0,0185	19,174	0,19	0,636	0,326	0,66	50,07	53,76	**Ok**
Canaleta semicircular 2	88,125	1	3,65	1	160	153,6	1,035	0,0185	19,174	0,19	0,636	0,326	0,66	50,07	53,76	**Ok**

PLANOS DE DISEÑO



PLANTA BAJA



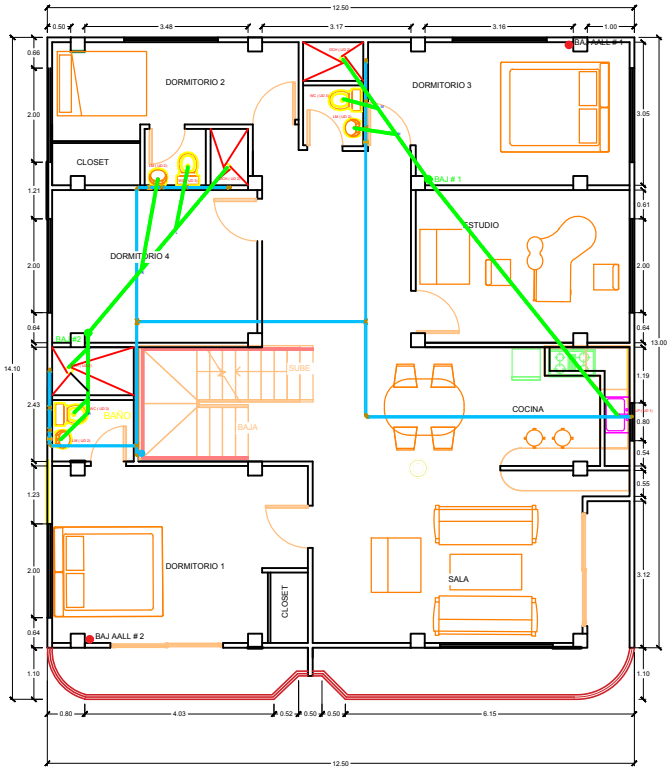
VISTA ISOMÉTRICA PLANTA BAJA

UNIVERSIDAD DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

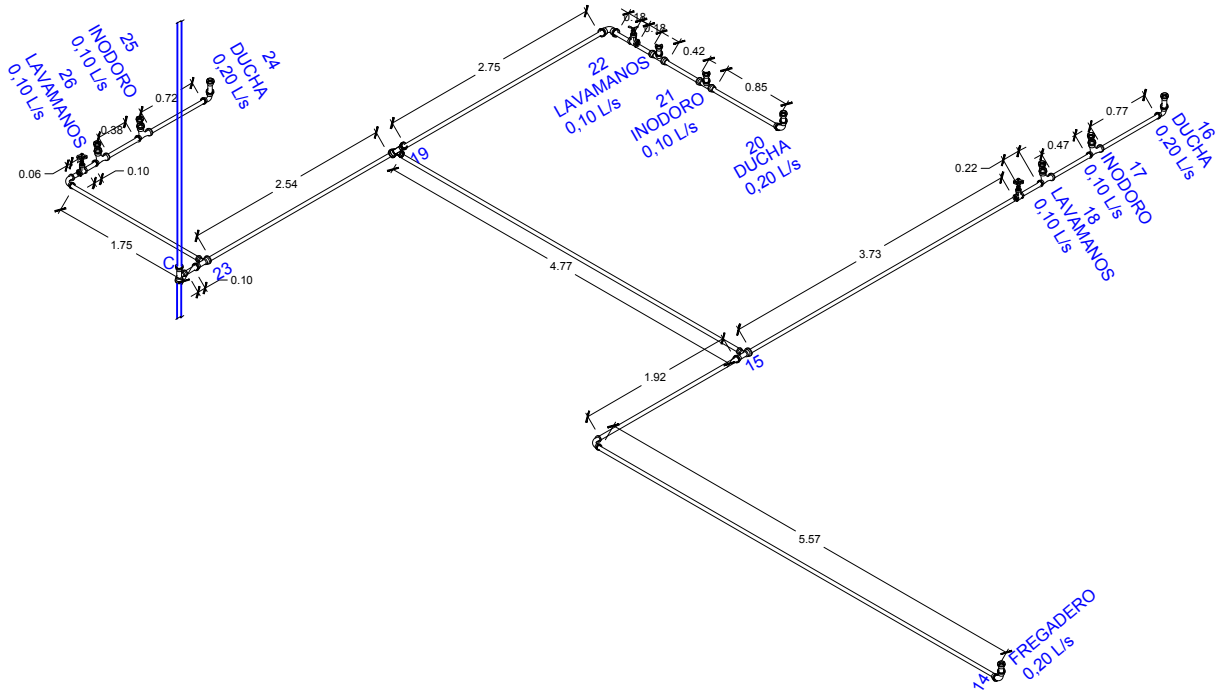
OBRA: "CALCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE RED DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE PARA UN EDIFICIO HABITACIONAL DE TRES PISOS"	HOJA: 1/5
CONTIENE: PLANTA BAJA Y VISTA ISOMETRICA	ESCALAS:
CANTON: MACHALA / PROVINCIA: EL ORO / PAIS: ECUADOR	FECHA: JUL. / 2016

ELABORO:

ANDY LUIS MALDONADO RENTERÍA



PRIMERA PLANTA ALTA



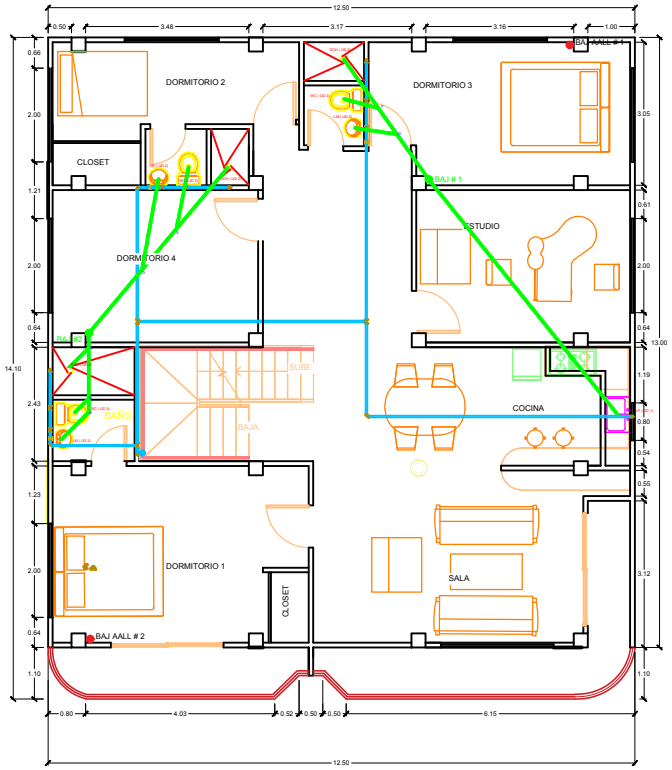
VISTA ISOMÉTRICA PRIMERA PLANTA ALTA

UNIVERSIDAD DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

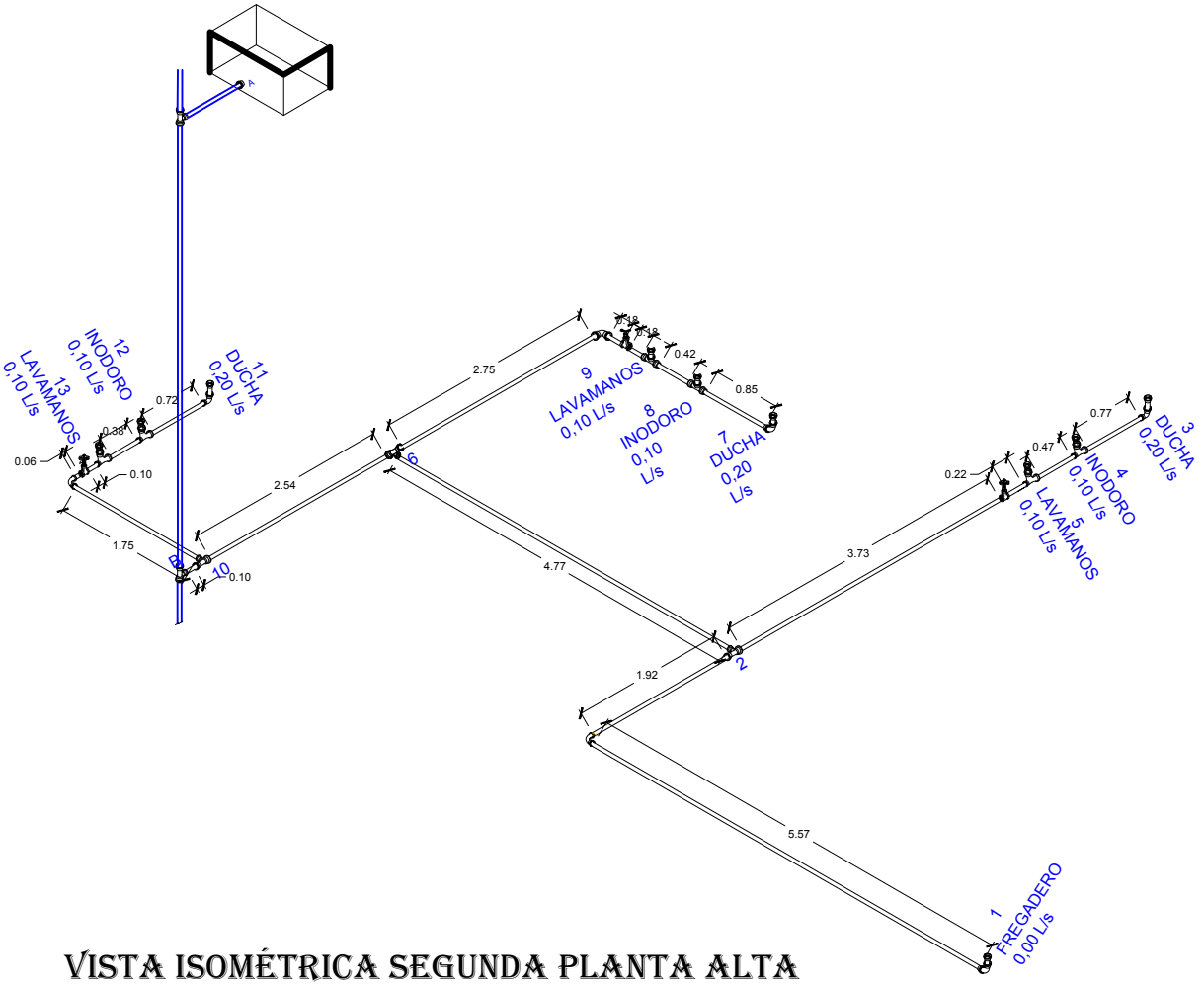
OBRA: "CALCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE RED DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE PARA UN EDIFICIO HABITACIONAL DE TRES PISOS"			HOJA: 2/5
CONTIENE: PRIMERA PLANTA ALTA Y VISTA ISOMÉTRICA			ESCALAS:
CANTON: MACHALA	PROVINCIA: EL ORO	PAIS: ECUADOR	FECHA: JUL. / 2016

ELABORO:

ANDY LUIS MALDONADO RENTERÍA



SEGUNDA PLANTA ALTA



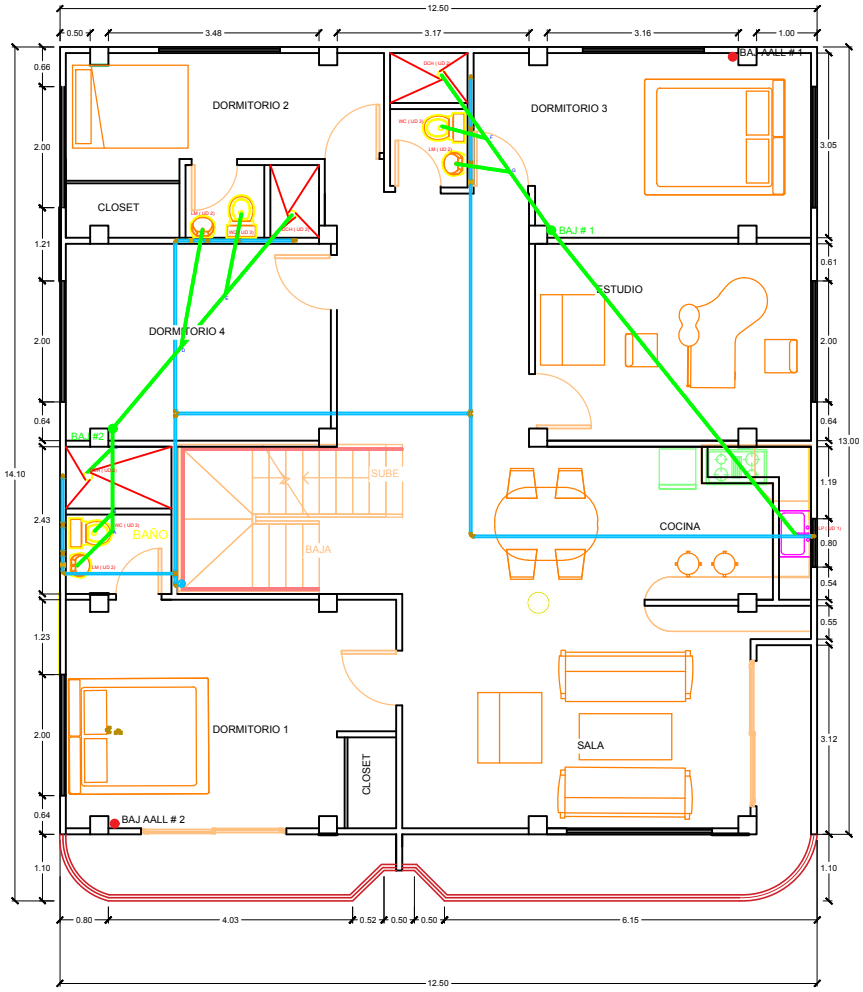
VISTA ISOMÉTRICA SEGUNDA PLANTA ALTA

UNIVERSIDAD DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

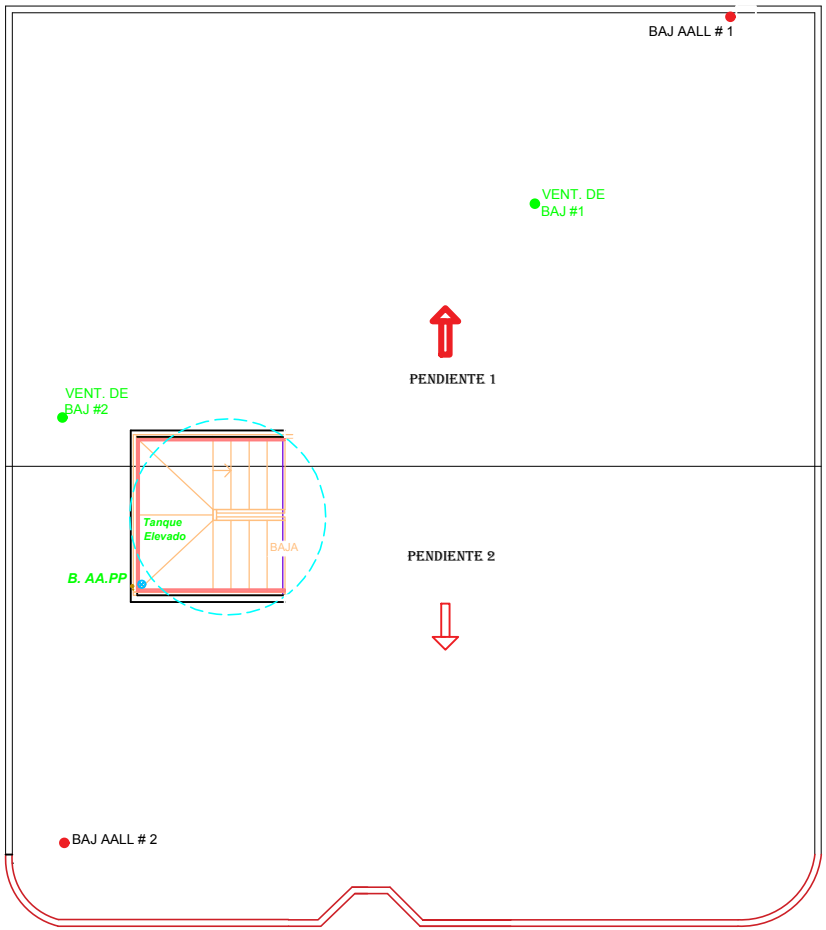
OBRA: "CALCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE RED DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE PARA UN EDIFICIO HABITACIONAL DE TRES PISOS"	HOJA: 2/5
	ESCALAS:
CONTIENE: PRIMERA PLANTA ALTA Y VISTA ISOMÉTRICA	
CANTON: MACHALA / PROVINCIA: EL ORO / PAIS: ECUADOR	FECHA: JUL. / 2016

ELABORO:

ANDY LUIS MALDONADO RENTERÍA



SEGUNDA PLANTA ALTA



TERRAZA

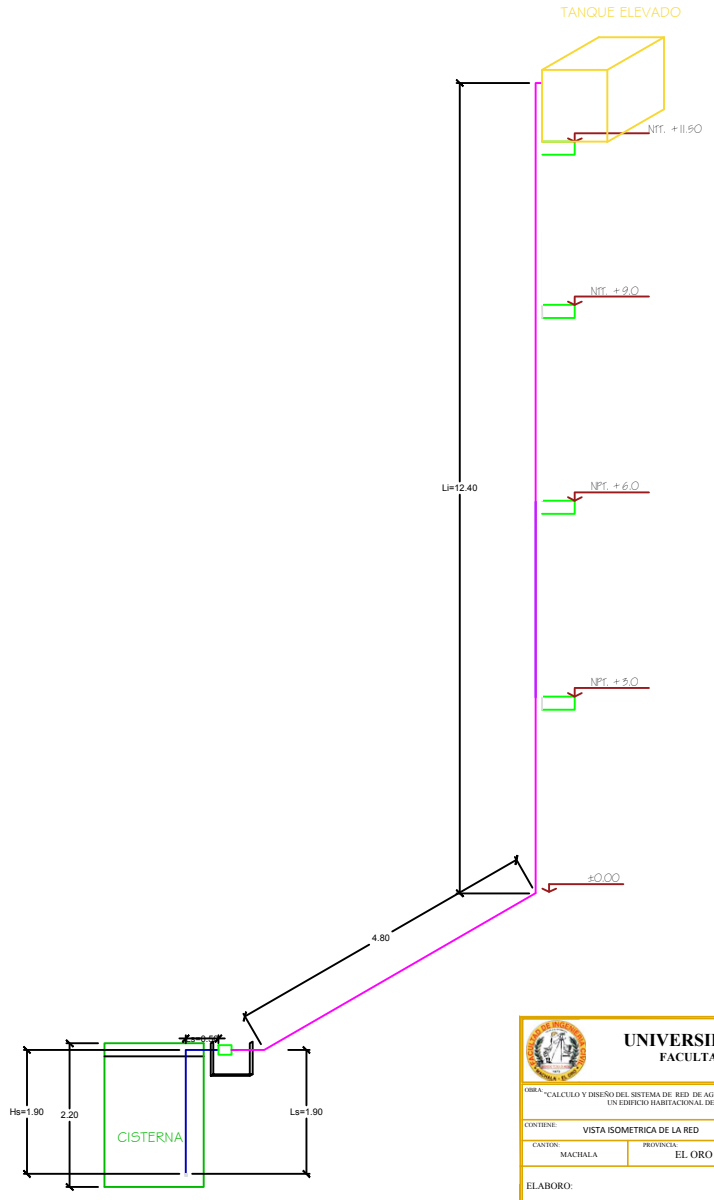
UNIVERSIDAD DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

OBRA: "CALCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE RED DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE PARA UN EDIFICIO HABITACIONAL DE TRES PISOS"	HOJA: 2/5
CONTIENE: PRIMERA PLANTA ALTA Y VISTA ISOMÉTRICA	ESCALAS:
CANTON: MACHALA / PROVINCIA: EL ORO / PAIS: ECUADOR	FECHA: JUL. / 2016

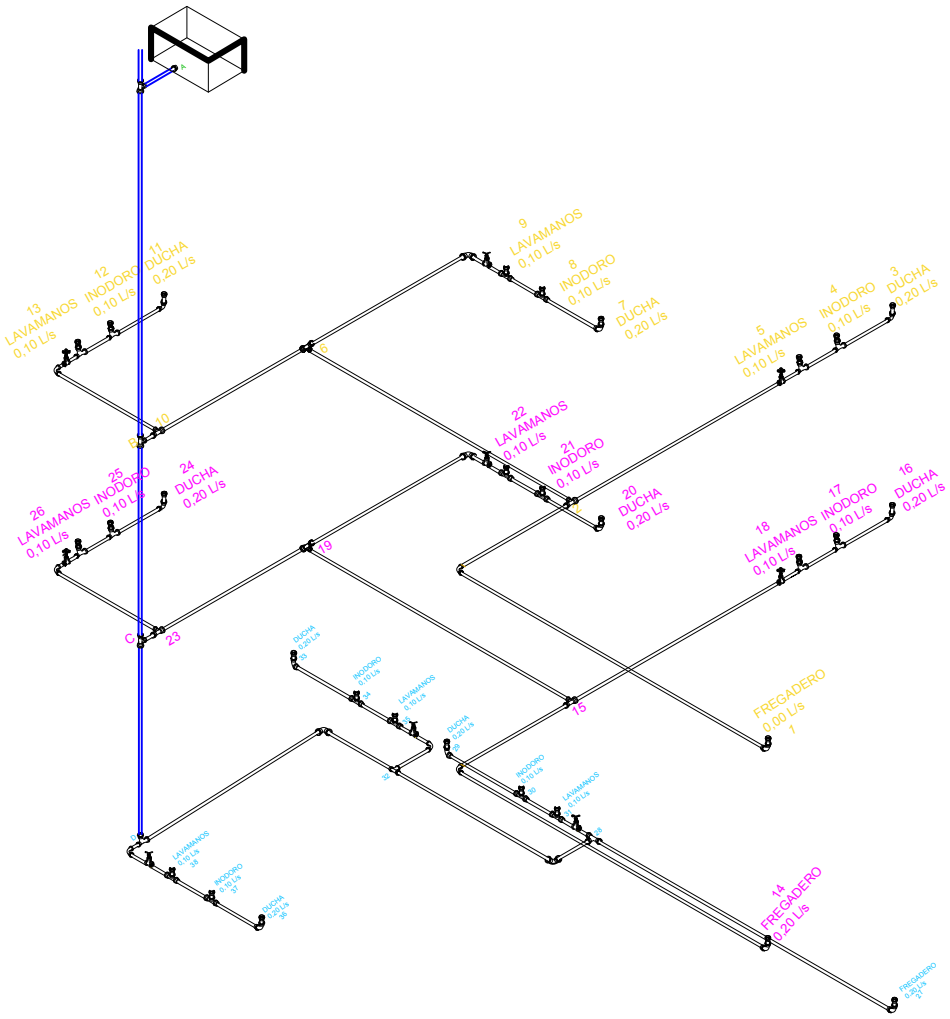
ELABORO:

ANDY LUIS MALDONADO RENTERÍA

VISTA ISOMETRICA SUBIDA DE AGUA



VISTA ISOMÉTRICA DE LA RED



UNIVERSIDAD DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

OBRA: "CALCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE RED DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE PARA UN EDIFICIO HABITACIONAL DE TRES PISOS"			HOJA: 5/5
			ESCALAS:
CONTIENE: VISTA ISOMETRICA DE LA RED			
CANTON: MACHALA	PROVINCIA: EL ORO	PAIS: ECUADOR	FECHA: JUL. / 2016

ELABORO:

ANDY LUIS MALDONADO RENTERÍA