

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



“DISEÑO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS PARA UN NUCLEO DE BOMBEROS, EN EL PROYECTO: COMPLEJO INDUSTRIAL GRAN MARISCAL DE AYACUCHO” (CIGMA), UBICADO EN GUIRIA ESTADO SUCRE”.

Realizado por:

ALI DANIEL SANABRIA ROSAS

Trabajo de grado presentado ante la Universidad de Oriente como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Civil

Barcelona, Febrero de 2010

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



“DISEÑO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS PARA UN NUCLEO DE BOMBEROS, EN EL PROYECTO: COMPLEJO INDUSTRIAL GRAN MARISCAL DE AYACUCHO” (CIGMA), UBICADO EN GUIRIA ESTADO SUCRE”.

Realizado por:

---

Br. Ali D. Sanabria R.

Revisado por:

---

Prof. Mounir Bou Ghannam  
Asesor Académico

---

Ing. Gabriel Ioli  
Asesor Industrial

Barcelona, Febrero de 2010

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



“DISEÑO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS PARA UN NUCLEO DE BOMBEROS, EN EL PROYECTO: COMPLEJO INDUSTRIAL GRAN MARISCAL DE AYACUCHO” (CIGMA), UBICADO EN GUIRIA ESTADO SUCRE”.

JURADO CALIFICADOR

El jurado calificador hace constar que asignó a esta tesis la calificación de:

---

Prof. Mounir Bou Ghannam  
Asesor Académico

---

Prof. Yasser Saab  
Jurado Principal

---

Prof. Blas Pinto  
Jurado Principal

Barcelona, Febrero de 2010

## **RESOLUCIÓN**

“De acuerdo al Artículo 44 del Reglamento de Trabajo de Grado, los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad y sólo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario”.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a todas esas personas que de alguna manera me han apoyado de manera incondicional a lo largo de toda mi carrera.

A Dios, mi padre celestial, aquel en que su fidelidad y misericordia es nueva cada día; el que me protege, ayuda, bendice y ha estado a mi lado todos los días de mi vida.

A mis padres Ali R. Sanabria N. y Gandys A. Rosas de Sanabria, que con su gran amor y apoyo incondicional han hecho de mi un ser digno, responsable y de buenos valores.

A mis hermanos Vidal y Julia Sanabria, ya que están conmigo incondicionalmente en las buenas y en las malas, siendo ellos un ejemplo a seguir y un apoyo muy importante en mis aspiraciones, objetivos, metas y en mi vida.

A mi esposa Gabriela Jiménez, ya que ha sido esa mujer especial con que he contado y ha estado conmigo apoyándome en los momentos más importantes en estos últimos años.

Finalmente lo dedico a mi persona, por saber que puedo dar mucho más de mí, y a medida del transcurso de mi vida, deseo ser siempre un curioso aprendiz de las cosas buenas e interesantes de la vida, ya que nunca se deja de aprender.

Ali D. Sanabria R.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi Dios Todopoderoso, por ser la luz que ha guiado hacia el camino del éxito.

A todas las personas que me han enseñado y aconsejado en el transcurso de mi vida para seguir adelante, sin importar los obstáculos que se me presenten.

A la Universidad de Oriente que me brindo la oportunidad de prepararme y aspirar a una de mis metas la cual es ser profesional.

A mis Profesores, que transmitieron cada uno a su estilo, sus enseñanzas de una manera motivadora, y de calidad, dejándome al mismo tiempo la preocupación y motivación para seguir descubriendo los contenidos que seguiré utilizando en mi etapa profesional.

Agradezco de manera especial a mi asesor académico, Prof. Mounir Bou Ghannam, siendo este un ejemplo digno de dedicación en el trabajo que con amor realiza, brindándome así su confianza y enseñanza en la realización de mi trabajo de grado.

A todo el personal de la empresa Consultores Grupo Cinco, en especial a mi asesor industrial Ing. Gabriel Ioli por darme toda su confianza, apoyo, orientación y disposición para realizar este proyecto. A la Ing. Sonia Marín y Arq. Jorge Romero por su incentivo y por brindarme la oportunidad de desarrollar mis pasantías en la empresa, a todos muchas gracias.

Al Ing. Genaro Benítez, por ser gran compañero y amigo, y por toda su colaboración y gran enseñanza brindada durante el desarrollo de mis pasantías de grado.

A mi compañero de clases pasantías Danny Gil por todo su apoyo y todos esos buenos momentos compartidos, tanto laboral como de esparcimiento.

Y a todas esas personas que de alguna manera colaboraron para hacer posible este trabajo.

Ali D. Sanabria R.

## RESUMEN

Cualquier desarrollo urbanístico requiere de un servicio completo de obras sanitarias. El edificio del Núcleo de Bomberos en el complejo industrial Gran Mariscal de Ayacucho (CIGMA) es uno de ellos, es aquí donde se presenta la necesidad de diseñar la red de distribución de agua potable, su aducción, la red de recolección de aguas servidas, la red de recolección de aguas de lluvia y el sistema de riego con la finalidad de brindar todos estos servicios al personal que laborará en sus instalaciones.

El objetivo de este trabajo es hacer un diseño en forma satisfactoria, óptima, rentable y sobre todo siguiendo las técnicas y parámetros establecidos principalmente en las normas venezolanas Gacetas 4.044 que se refiere a “Normas sanitarias para proyecto, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones” y 4.103 “Normas sanitarias para el proyecto, construcción, aplicación, reforma y mantenimiento de las instalaciones sanitarias para desarrollos urbanísticos”.

De igual manera se hizo uso de un programa de computación PIPEPHASE 9.0, el cual permitió resumir los cálculos necesarios para el diseño de la red de agua potable, su aducción y la red de riego.

Generalizando, el sistema de agua potable, su aducción y la red de sistema de riego estará provisto de tuberías de acero al carbono galvanizado con diámetros comprendidos entre  $\varnothing \frac{1}{2}$ " (12.7mm) y  $\varnothing 3$ " (76.2mm) respectivamente. La red de aguas servidas y aguas de lluvia estará provista de tuberías de PVC con diámetros comprendidos entre  $\varnothing 2$ " (50.8mm) y  $\varnothing 12$ " (304.8mm) con un coeficiente de rugosidad de 0.009 (para tuberías PVC).



## CONTENIDO

|   |      |
|---|------|
| RESOLUCIÓN .....  | iv   |
| DEDICATORIA .....   | v    |
| AGRADECIMIENTOS .....   | vi   |
| RESUMEN .....   | viii |
| CONTENIDO .....   | 11   |
| CAPÍTULO I .....  | 18   |
| INTRODUCCIÓN .....  | 18   |
| 1.1 Aspectos de la empresa .....  | 18   |
| 1.1.1 Reseña histórica .....  | 18   |
| 1.1.2 Clasificación .....   | 18   |
| 1.1.3 Visión .....  | 19   |
| 1.1.4 Misión .....  | 19   |
| 1.1.5 Valores .....   | 20   |
| 1.1.6 Organización .....  | 20   |
| 1.2 Proyecto Complejo Industrial Gran Mariscal de Ayacucho (CIGMA) .....      | 21   |
| 1.2.1 Proyecto Núcleo de Bomberos .....                                       | 22   |
| 1.2.1.1 Ubicación geográfica del edificio del Núcleo de Bomberos .....        | 23   |
| 1.2.1.2 Descripción general de las instalaciones del Núcleo de Bomberos ..... | 25   |
| 1.3 El problema .....   | 26   |
| 1.3.1 Planteamiento del Problema .....  | 26   |
| 1.3.2 Objetivos .....   | 28   |
| 1.3.2.1 Objetivo General .....  | 28   |
| 1.3.2.2 Objetivos Específicos .....   | 28   |
| CAPÍTULO II .....   | 29   |
| MARCO TEÓRICO .....   | 29   |

|   |    |
|---|----|
| 2.1 Fluidos.....  | 29 |
| 2.1.2 Algunas propiedades del agua .....  | 29 |
| 2.2 Investigaciones y estudios preliminares.....  | 30 |
| 2.3 Sistema de distribución de agua potable .....   | 30 |
| 2.3.1 Sistema de alimentación y suministro directo .....  | 30 |
| 2.3.2 Sistema de distribución por gravedad desde un tanque elevado .....                              | 30 |
| 2.3.3 Sistema de distribución por combinación de estanque bajo, bomba de elevación y tanque alto..... | 30 |
| 2.3.4 Sistema de distribución con equipo hidroneumático .....   | 31 |
| 2.3.5 Sistema de presión constante .....  | 32 |
| 2.4 Consideraciones para el cálculo.....  | 33 |
| 2.5 Pérdidas de carga (J) o de presión.....   | 34 |
| 2.6 Dotaciones de agua potable.....   | 34 |
| 2.7 Tanque de almacenamiento de agua potable.....   | 36 |
| 2.8 Aguas negras y servidas.....  | 38 |
| 2.9 Consideraciones del Sistema.....  | 38 |
| 2.10 Sistema de ventilación cloacal .....   | 39 |
| 2.10.1 Tipos de ventilación.....  | 40 |
| 2.10.1.1 Ventilación Individual .....   | 40 |
| 2.10.1.2 Ventilación Húmeda .....   | 40 |
| 2.10.1.3 Ventilación en Conjunto .....  | 40 |
| 2.10.1.4 Ventilación en Común .....   | 40 |
| 2.10.1.5 Ventilación al Bajante .....   | 40 |
| 2.11 Sistema de recolección de aguas negras .....   | 40 |
| 2.11.1 Selección del tipo de sistema.....   | 41 |
| 2.11.1.1 Sistema único.....   | 41 |
| 2.11.1.2 Sistema Mixto.....   | 41 |
| 2.11.1.3 Sistema separado .....   | 41 |
| 2.12 Colectores.....  | 42 |

|   |    |
|---|----|
| 2.13 Boca de visita.....  | 42 |
| 2.14 Disposición de aguas servidas.....   | 42 |
| 2.15 Disposición final de las aguas servidas.....   | 42 |
| 2.15.1. Tanque Séptico .....  | 42 |
| 2.15.2. Lagunas de Oxidación .....  | 42 |
| 2.15.2. Planta de Tratamiento .....   | 43 |
| 2.16 Recolección de agua de lluvia.....   | 43 |
| 2.17 Sistema de riego.....  | 43 |
| 2.17.1 Riego de áreas verdes .....  | 43 |
| 2.18 Software PIPEPHASE .....   | 44 |
| CAPÍTULO III.....   | 46 |
| DESARROLLO DEL PROYECTO.....  | 46 |
| 3.1 Diseño de la red de agua potable .....  | 46 |
| 3.1.1 Metodología.....  | 46 |
| 3.1.2 Premisas.....   | 47 |
| 3.1.3 Descripción de las instalaciones.....   | 48 |
| 3.1.4 Requerimientos de agua potable.....   | 50 |
| 3.1.5 Diagrama de la red de distribución.....   | 52 |
| 3.1.6 Dimensionado de la red de distribución .....  | 53 |
| 3.2 Dimensionado de la red de distribución de agua caliente.....  | 64 |
| 3.3 Sistema de aducción de agua potable.....  | 67 |
| 3.4 Determinación de las dimensiones del tanque de agua potable necesarias<br>para cubrir la demanda del Núcleo de Bomberos. .... | 68 |
| 3.5 Análisis estructural del tanque de agua.....  | 69 |
| 3.5.1 Características de los materiales. ....   | 69 |
| 3.5.2 Dimensiones.....  | 70 |
| 3.5.3 Diseño de la pared AD (tipo). ....  | 70 |
| 3.5.3.1. Actuando solo el empuje interior del agua.....   | 70 |
| 3.5.3.2. Actuando solo el empuje del suelo. ....  | 71 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 3.5.3.3 | Diseño del Acero.....  | 73 |
| 3.5.3.4 | Diseño de la tapa del tanque .....   | 73 |
| 3.5.3.5 | Diseño del Acero.....  | 74 |
| 3.6     | Cálculo del sistema de bombeo de agua potable para la edificación. ....  | 74 |
| 3.6.1   | Dimensionado del sistema hidroneumático .....  | 74 |
| 3.6.2   | Consideraciones para el cálculo del sistema hidroneumático .....   | 76 |
| 3.6.3   | Diámetro de la tubería de succión y descarga de la bomba.....  | 77 |
| 3.6.4   | Carga de la bomba (H). Altura dinámica total (A.D.T.).....   | 77 |
| 3.6.5   | Factor de seguridad (10%).....   | 78 |
| 3.6.6   | Dimensionado de la bomba y motor eléctrico .....   | 78 |
| 3.6.6.1 | Potencia de la bomba (Hp) .....  | 78 |
| 3.6.6.2 | Potencia del motor (Hp) .....  | 79 |
| 3.6.7   | Número de bombas y caudal de bombeo.....   | 79 |
| 3.6.8   | Dimensionado del tanque a presión.....   | 80 |
| 3.6.9   | Determinación del tipo de ciclo de bombeo (Tc) .....   | 80 |
| 3.6.10  | Determinación del Volumen del tanque (Vu).....   | 80 |
| 3.6.11  | Cálculo del porcentaje del volumen útil (%Vu).....   | 81 |
| 3.6.12  | Cálculo del volumen del tanque (Vt).....   | 81 |
| 3.6.13  | Cálculo del Compresor .....  | 81 |
| 3.7     | Cálculo de la red de agua cruda en zona norte del Núcleo de Bomberos.....  | 82 |
| 3.8     | Diseño de la red de recolección y disposición de aguas servidas .....  | 84 |
|         | Metodología.....   | 84 |
| 3.8.1   | Procedimiento y criterios adoptados para el cálculo de la red de recolección y ventilación en la edificación. .... | 85 |
| 3.8.2   | Procedimiento y criterios adoptados para el cálculo del colector de aguas servidas.....                            | 86 |
| 3.8.3   | Premisas.....  | 87 |
| 3.8.4   | Descripción de las instalaciones .....   | 88 |

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 3.8.5 Unidades de descarga de aguas servidas .....   | 89                                   |
| 3.8.6 Cálculos del colector de aguas servidas .....  | 91                                   |
| 3.8.6.1 Cálculo del gasto de las aguas servidas domiciliarias (aporte<br>proveniente de las aguas blancas utilizadas)..... | 91                                   |
| 3.8.7 Tubería de ventilación .....   | 97                                   |
| 3.9 Red de distribución de aguas de lluvia.....  | 98                                   |
| 3.9.1 Introducción.....  | 98                                   |
| 3.9.2 Información básica y datos .....   | 98                                   |
| 3.9.3 Coeficientes de escorrentías y áreas a drenar .....  | 100                                  |
| 3.9.4 Crecientes .....   | 100                                  |
| 3.9.5 Drenaje Local .....  | 103                                  |
| 3.9.6 Descripción de los drenajes .....  | 117                                  |
| 3.9.6.1 Drenaje Longitudinal.....  | 117                                  |
| 3.9.6.2 Drenaje Transversal.....   | 119                                  |
| CAPÍTULO IV .....  | 123                                  |
| ANÁLISIS DE RESULTADOS.....  | 123                                  |
| 4.1 Análisis de Resultados de Agua potable y sistema hidroneumático. ....  | 123                                  |
| 4.2 Análisis de Resultados de Aguas Servidas .....   | 124                                  |
| 4.3 Análisis de Resultados de Aguas de riego. ....   | 125                                  |
| 4.4 Análisis de Resultados de Aguas de lluvia. ....  | 125                                  |
| CAPITULO V.....  | 127                                  |
| Conclusiones y Recomendaciones.....  | 127                                  |
| 5.1 Conclusiones .....   | 127                                  |
| 5.2 Recomendaciones.....   | 128                                  |
| BIBLIOGRAFIA .....   | 129                                  |
| ANEXOS .....   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| COMPUTOS METRICOS .....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| INDICE de planos.....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |

## TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1. Dotación de agua para edificaciones destinadas a viviendas unifamiliares .....  | 34  |
| Tabla 2. Número de piezas sanitarias. ....   | 49  |
| Tabla 3. Gastos probables en los ramales de la red de distribución de agua potable. ....   | 50  |
| Tabla 4. Resultados resumen del dimensionado de la red de distribución agua potable .....  | 61  |
| Tabla 5. Capacidad de producción requerida. ....   | 65  |
| Tabla 6. Diámetros de Descarga de las Bombas.....  | 76  |
| Tabla 7. Distribucion agua potable estación de bomberos CIGMA.....   | 88  |
| Tabla 8. Unidades de descarga del Núcleo de Bomberos.....  | 90  |
| Tabla 9. Valores de Intensidad-Duración-Frecuencia .....   | 99  |
| Tabla 10. Tabla de Identificación de Áreas, Coeficientes de Escorrentía, Intensidad de lluvia, Duración, frecuencia y Caudales ..... | 102 |
| Tabla 11. Tabla de Disposición de Caudales.....  | 106 |
| Tabla 12. Diámetros de los bajantes. ....  | 108 |
| Tabla 13. Sumideros Ubicación Sur-Parcela .....  | 109 |
| Tabla 14. Sumideros Ubicación Norte-Parcela.....   | 110 |
| Tabla 15. Ubicación Sur – Parcela .....  | 111 |
| Tabla 16. Ubicación Norte – Parcela.....   | 112 |
| Tabla 17. Tipos de sumideros.....  | 113 |
| Tabla 18. Clase de sumideros .....   | 113 |
| Tabla 19. Sumideros Ubicación Parcela – Norte.....   | 114 |
| Tabla 20. Sumideros Ubicación Sur-Parcela .....  | 115 |
| Tabla 21. Chequeo de Velocidades en los Tramos Sentido Sur .....   | 120 |
| Tabla 22. Chequeo de Velocidades en los Tramos Sentido Norte-Este .....  | 121 |

## FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Organigrama de Grupo Cinco Consultores C. A.....  | 21 |
| Figura 2. Ubicación Parcela Núcleo de Bomberos.....   | 24 |
| Figura 3. Ubicación parcela A00103 Núcleo de Bomberos.....  | 24 |
| Figura 4. Esquema de la red de agua potable .....   | 53 |
| Figura 5. Software Pipephase.....   | 54 |
| Figura 6. Software Pipephase, selección de nuevo modelo.....  | 55 |
| Figura 7. Software Pipephase, simular líquido.....  | 55 |
| Figura 8. Software Pipephase, selección sistema de unidades.....  | 56 |
| Figura 9. Software Pipephase, características del liquido.....  | 56 |
| Figura 10. Software Pipephase, descripción del proyecto a simular.....  | 57 |
| Figura 11. Software Pipephase, selección de las unidades a trabajar.....  | 57 |
| Figura 12. Software Pipephase, características generales de la tubería.....   | 58 |
| Figura 13. Software Pipephase, armado de la red.....  | 59 |
| Figura 14. Software Pipephase, datos de la fuente y salidas.....  | 59 |
| Figura 15. Software Pipephase, elementos de la red.....   | 60 |
| Figura 16. Software Pipephase, simulación de la red.....  | 60 |
| Figura 17. Software Pipephase, resultado y chequeo de la red.....   | 61 |
| Figura 18. Esquema de la red de agua caliente realizado para un gasto promedio ..                                     | 66 |
| Figura 19. Esquema de la red de agua caliente realizado para un gasto promedio ..                                     | 67 |
| Figura 20. Esquema de la aducción de agua potable desde el punto AP6-1 hasta la<br>fuente del Núcleo de Bomberos..... | 68 |
| Figura 21. Arreglo típico de un sistema Hidroneumático.....   | 75 |
| figura 22. Red de simulación de agua de riego para el Núcleo de Bomberos .....  | 84 |
| Figura 23. Ábaco para la fórmula de Manning.....  | 94 |
| Figura 24. Relación de elementos hidráulicos.....   | 96 |

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Aspectos de la empresa**

#### **1.1.1 Reseña histórica**

GRUPO CINCO CONSULTORES C. A. es una empresa creada en febrero del 2005 con sede en Caracas, con actividades en Lecherías y Puerto La Cruz, dedicada a la ingeniería de consulta e inspección de obras, con énfasis en el área de la energía y la construcción.

Desde su creación ha acometido más de 30 proyectos de diversa naturaleza para los sectores público y privado. Entre sus principales clientes se encuentran consultoras de prestigio como VEPICA y GEOHIDRA, quienes subcontratan los servicios de Grupo Cinco Consultores para complementar su fuerza de trabajo en los periodos pico, confiados en la calidad de los productos elaborados y la eficiencia en el tiempo de respuesta, específicamente en proyectos de desarrollo de facilidades de transporte, almacenamiento y distribución de crudo y gas.

#### **1.1.2 Clasificación**

De acuerdo al decreto N° 1547 del 09-11-2001 relativo a la Ley de Promoción y Desarrollo de la Pequeña y Mediana Industria (PYMI) (no existe definición para empresas de servicios profesionales), en su artículo 3 se define lo siguiente:



“En tal sentido, por analogía, la empresa de servicios profesionales GRUPO CINCO CONSULTORES C. A. se ubica dentro de la categoría de “Pequeña Empresa”, al estar conformada actualmente por un plantel de empleados permanentes de 12 personas, entre profesionales y técnicos y un equipo de proveedores no permanentes de alrededor de 15 profesionales adicionales que realizan actividades especializadas a tiempo parcial. Adicionalmente las ventas se ubicaron alrededor de las 29.000 UT en el año 2006”.

### **1.1.3 Visión**

Hacer realidad la visión de sus clientes, mediante la participación proactiva de la gente y la integración de la cadena de suministros, generando valor en la ejecución de proyectos de inversión y la gerencia de activos

### **1.1.4 Misión**

Ser reconocida como:

- La empresa líder en el país, ampliando los mercados en la búsqueda de la globalización de los servicios de ingeniería, procura, construcción, tecnología, operación y mantenimiento. Con una sólida capacidad financiera para aumentar la participación en proyectos de gran escala.

- Una escuela tecnológica de clase mundial para que el personal de la empresa se forme y constituya a transformar a Venezuela en el nuevo centro prestador de servicios petroleros para el mundo.

- Una empresa formada por un grupo de profesionales con cultura corporativa sustentada en la interdependencia, el sentido comercial, la participación en la toma de decisiones y el compromiso con valores de conciencia comunitaria y el desarrollo del país.

### **1.1.5 Valores**

-Integridad. Realizar las tareas y responsabilidades con honorabilidad y honestidad, respetando los principios éticos del medio donde nos desenvolvemos.

Interdependencia. Valorar el esfuerzo en equipo para el logro de objetivos y metas comunes.

-Profesionalismo. Reconocer en cada uno de los colaboradores la excelencia y el valor agregado en el ejercicio de sus funciones.

-Creatividad e Innovación. Reconocer y promover la capacidad creativa de los colaboradores.

### **1.1.6 Organización**

Grupo Cinco Consultores es una empresa dedicada a la ingeniería de consulta, para lo cual posee una organización flexible que se adapta a los requerimientos de los proyectos en desarrollo en un determinado momento. La empresa está orientada al desarrollo de la ingeniería conceptual, básica y de detalles, así como a la inspección de obras en proyectos de energía y construcción, es decir, electricidad, petróleo y gas natural. Para ello está conformada por un equipo de profesionales multidisciplinario, con vasta experiencia en el desarrollo de este tipo de proyectos.

A continuación se muestra la organización actual:

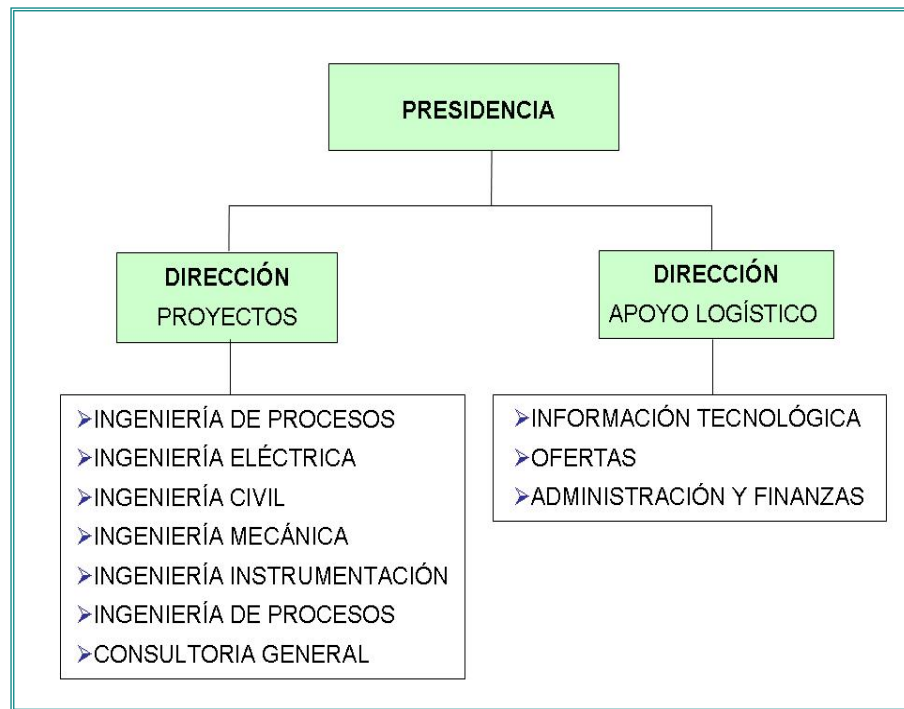


Figura 1. Organigrama de Grupo Cinco Consultores C. A.

## 1.2 Proyecto Complejo Industrial Gran Mariscal de Ayacucho (CIGMA)

El Complejo Industrial Gran Mariscal de Ayacucho (CIGMA) se enmarca en el Proyecto Delta Caribe para el desarrollo gasífero. Se proyecta como el nuevo polo de desarrollo industrial de Venezuela, abarcará una extensión de 6.300 hectáreas en tierra firme y aproximadamente 11.000 hectáreas mar adentro. Esta importante y significativa obra funcionará como centro de acopio y acondicionamiento para la producción de gas natural de la región nororiental del país, desde donde se trasladará el recurso hacia los 12.515 kilómetros de longitud del Gran Gasoducto del Sur con destino a Brasil, Argentina, Uruguay y Paraguay, y también hacia el Gasoducto Transoceánico, para los hermanos de Centroamérica y El Caribe.

El complejo contempla obras de ingeniería como plataformas de producción en el mar, las cuales serán construidas en territorio venezolano, un gasoducto que transportará el gas a unos 150 kilómetros costa afuera y una planta de extracción de líquidos, con una inversión de 4.500 millones de dólares fundacional para el proyecto CIGMA.

### **1.2.1 Proyecto Núcleo de Bomberos**

El proyecto consiste en la Procura y Construcción del Núcleo de Bomberos del CIGMA, el cual contempla desarrollar el conjunto de instalaciones necesarias para la localización de las actividades asociadas al Cuerpo de Bomberos en dicho Complejo Industrial, es decir, el edificio administrativo y el estacionamiento techado para los vehículos de extinción de incendios. El edificio administrativo contará con las siguientes facilidades:

- Oficinas.
- Sala de reuniones.
- Recepción.
- Habitaciones y sanitarios.
- Primeros Auxilios.
- Depósitos de trajes y equipos.
- Sala de descanso.
- Salón de recreación.
- Cocina y dependencia de servicios.
- Servicios Generales.
- Sanitarios y servicios asociados.
- Taller de Reparaciones

### **1.2.1.1 Ubicación geográfica del edificio del Núcleo de Bomberos.**

Las instalaciones del Núcleo de Bomberos se ubicarán en el este del Complejo Industrial Gran Mariscal de Ayacucho (CIGMA), el cual se encuentra aproximadamente a 10 km al sudoeste de Guiria, al norte del Golfo de Paria en el municipio Valdez del estado Sucre.

El lote de terreno destinado al Núcleo de Bomberos está localizado en el Oeste de la parcela A00100, Servicios Generales, en la sub-parcela A00103, con un área aproximada de 20,5 Ha, sector Noreste de los terrenos propiedad de PDVSA. Ver figura 1. 2

En la Figura 1.2 se muestra la poligonal de la parcela en estudio, así como las instalaciones aledañas y la vía principal de acceso al CIGMA desde la Troncal 09.

La parcela donde se encuentra ubicado el Edificio Núcleo de Bomberos está en la sub-parcela adyacente al Control de Acceso Principal, dentro del área de seguridad del CIGMA, tal y como se observa en la figura 2.

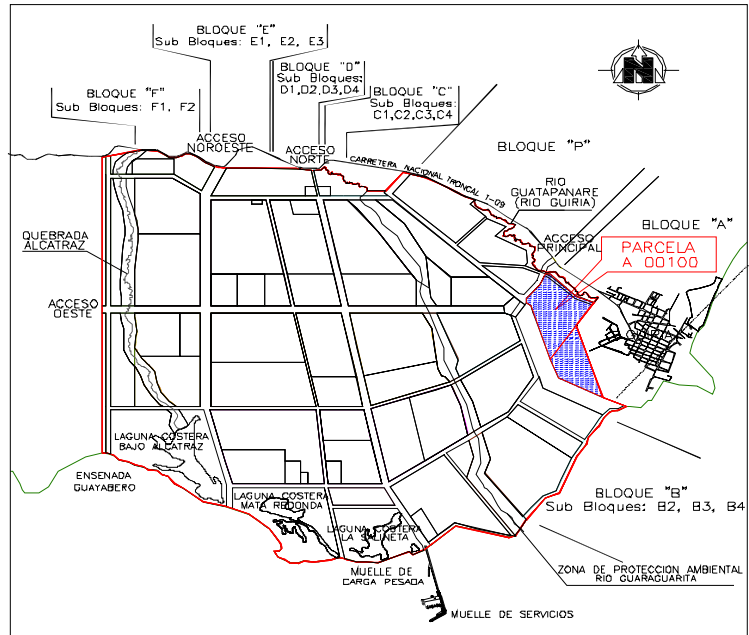


Figura 2. Ubicación Parcela Núcleo de Bomberos.

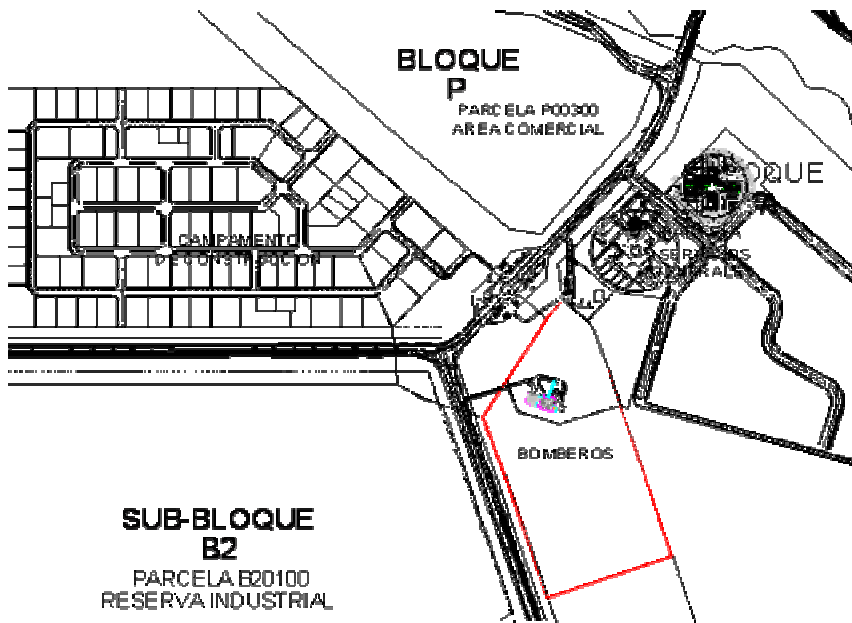


Figura 3. Ubicación parcela A00103 Núcleo de Bomberos.

### **1.2.1.2 Descripción general de las instalaciones del Núcleo de Bomberos**

El acceso a la parcela es a través de la vialidad que viene desde el Control de Acceso Principal del CIGMA, en la dirección Sur-Oeste.

El acceso está constituido por una calzada con dos canales de circulación en cada sentido de 3,60 m. de ancho c/u., con brocal tipo MOP B-2 y una franja de estabilización a ambos lados de la calzada, de 0,50 m.

El área de habitaciones y sanitarios tiene un área aproximada de 241 m<sup>2</sup> lo que representa el 15,42 % del área total de la construcción.

El área de oficinas, recepción, salas de espera y servicios asociados tiene un área aproximada de 186 m<sup>2</sup> lo que representa el 11,86 % del área total de la construcción.

El área de recepción, comedor, cocina, dependencias de servicios asociados y porche tiene un área aproximada de 153 m<sup>2</sup>, lo que representa el 9,76 % del área total de la construcción.

El área de servicios generales tiene un área aproximada de 101,92 m<sup>2</sup>, lo que representa el 6,52 % del área total de la construcción.

El estacionamiento techado para vehículos apaga fuego tiene un área de 538 m<sup>2</sup>, lo que significa un 34,37% del área de construcción.

Los patios internos y áreas de circulación alcanzan 345 m<sup>2</sup>, para un 22 % del área de construcción.

El diseño contempla techos planos contruidos como losas de concreto, con áreas específicas con pendientes de al menos 1% para permitir el drenaje de aguas de lluvias, las cuales serán conducidas a través de bajantes colocados en la periferia de la losa. Los bajantes serán colocados discretamente adosados a las fachadas y patio interno, sin crear distorsión en las áreas.

### **1.3 El problema**

#### **1.3.1 Planteamiento del Problema**

En la actualidad la empresa Petróleos de Venezuela, S. A., PDVSA, está desarrollando en el oeste de la población de Guiria, Estado Sucre, un Complejo industrial denominado Gran Mariscal de Ayacucho (CIGMA). Este Complejo está orientado a la licuefacción y procesamiento del gas natural proveniente de los yacimientos costa afuera de la Plataforma Deltana y el norte de Paría. PDVSA se propone desarrollar una (01) macro parcela contentiva del urbanismo del Complejo industrial y sub-parcelas para la construcción de plantas industriales y las instalaciones de servicios asociadas a estas.

Dentro de los servicios generales del Complejo se contará con un Núcleo de Bomberos centralizado, destinado a la seguridad y resguardo de las distintas instalaciones del complejo. En ese sentido, PDVSA contrató los servicios de GRUPO CINCO CONSULTORES, C. A., para diseñar las instalaciones del Núcleo de Bomberos del Complejo Industrial.

La propuesta arquitectónica presentada por GRUPO CINCO CONSULTORES C.A., a PDVSA para el Núcleo de Bomberos, fue la de una edificación de aproximadamente 3.400 mts<sup>2</sup> de una sola planta, con estructura en concreto armado la cual contendrá áreas para oficinas, dormitorios, comedor, cocina, y dependencias



## Capítulo I – Planteamiento del Problema

---

de servicios del personal que laborará en estas instalaciones. Contará además con un área de estacionamiento techado para los vehículos y camiones destinados al servicio de contingencia en caso de cualquier incendio en la planta. La propuesta descrita fue aceptada por PDVSA.

De acuerdo al alcance, se requiere diseñar el sistema sanitario de la edificación, el cual abarcará una red de distribución y abastecimiento de agua potable, agua cruda y una red de recolección de aguas servidas y de lluvia. Se espera conocer las características del terreno para así poder definir el sistema que se adoptará. Para la línea de aducción, se realizará de forma directa debido a que la red de servicios CIGMA cuenta con suficiente presión para surtir el líquido a la edificación, pero también contará con un tanque subterráneo y un sistema de bombeo con hidroneumático para compensar la demanda en casos de emergencia o mantenimientos requeridos en las tuberías de la planta. A lo largo de este proyecto se tendrán las características específicas de este sistema.

Cabe señalar que el urbanismo de la macro parcela del Complejo Industrial cuenta con redes de servicios generales, donde destacan: agua potable, aguas servidas, agua cruda, gas combustible, electricidad, comunicaciones, etc. En este sentido, para el diseño del sistema de aducción de agua potable y cruda del Núcleo de Bomberos, se consideraron las condiciones de gasto y presión de las redes de agua potable y cruda del urbanismo del CIGMA. Es necesario destacar que la edificación contará con un tanque subterráneo y un sistema de bombeo con hidroneumático para compensar la demanda en casos de emergencia o mantenimientos requeridos en las tuberías del Complejo. Asimismo, para la disposición de las aguas servidas y de lluvia se consideró la ubicación y capacidad de la red de cloacas y de los canales de drenaje del CIGMA.

La importancia de la realización de este proyecto no es innovar sino poder ofrecer una fuente importante para el diseño de instalaciones sanitarias cumpliendo con todos los reglamentos exigidos por la normativa oficial vigente.

### **1.3.2 Objetivos**

#### **1.3.2.1 Objetivo General**

Diseñar las instalaciones sanitarias para un Núcleo de Bomberos, en el proyecto: “Complejo Industrial Gran Mariscal de Ayacucho” (CIGMA), ubicado en Guiria Estado Sucre.

#### **1.3.2.2 Objetivos Específicos**

Diseñar la red de distribución de agua potable para la edificación del Núcleo de Bomberos.

Calcular la aducción del servicio de agua potable y las dimensiones del tanque de almacenamiento.

Calcular el sistema de bombeo de agua potable para la edificación.

Calcular la red de distribución de agua cruda para el mantenimiento de las áreas verdes.

Simular corridas con el software PIPEPHASE para determinar las caídas de presión en la red de distribución de agua potable y agua cruda.

Diseñar la red de recolección, disposición de aguas servidas y aguas de lluvia.

Elaborar los planos respectivos en el software AUTOCAD 2006.

Realizar los cálculos métricos de las obras a ejecutar.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Fluidos

Es aquella sustancia que, debido a su poca cohesión intermolecular, carece de forma propia y adopta la forma del recipiente que lo contiene. Se clasifican en líquidos y gaseosos, ambos a presión y temperatura específica tienen un volumen determinado, el gaseoso a diferencia del líquido si está puesto en libertad se expansiona hasta ocupar el volumen completo del recipiente que lo contiene, y no presentan superficie libre. [4]

#### 2.1.2 Algunas propiedades del agua

- El peso específico o peso unitario se define como el peso por unidad de volumen. El peso específico del agua varía desde 1 Kg/lit (62,42 lb/ft<sup>3</sup>) a 0 °C (32°F) hasta 0,997 Kg/lit (62,22 lb/ft<sup>3</sup>) a 26,67 °C (80 °F) pero se suele tomar 0,999 Kg/lit (62,4 lb/ft<sup>3</sup>) para la mayoría de los cálculos de ingeniería.

- La densidad se define como la masa por unidad de volumen y es significativa en todos los problemas de flujo donde la aceleración es importante.

- La densidad relativa o gravedad específica del agua es la razón entre su densidad a cierta temperatura y la del agua a 20,11 °C (68,2 °F).

- La fuerza por área unitaria que actúa sobre cualquier superficie real o imaginaria dentro de un fluido se denomina Presión. [5]

- El volumen de fluido por unidad de tiempo que pasa a través de una sección transversal a la corriente se llama Caudal. [4]

## **2.2 Investigaciones y estudios preliminares**

Cuando se ha de diseñar un sistema sanitario, es necesario proceder con una investigación en sitio, de todas las condiciones que pueda significar aporte de datos para un diseño equilibrado, suficientemente económico y capaz de llenar las necesidades bases de la obra que se desea construir. [3]

## **2.3 Sistema de distribución de agua potable**

Los sistemas de abastecimiento de agua para edificaciones se clasifican en:

### **2.3.1 Sistema de alimentación y suministro directo**

Este sistema se emplea si el abastecimiento de agua público es continuo y mantiene una presión mínima adecuada.

### **2.3.2 Sistema de distribución por gravedad desde un tanque elevado**

Este se emplea en sectores donde el abastecimiento de agua al público no es continuo o carezca de presión adecuada. Se recomienda su uso cuando la presión en el medidor comercial no es suficiente para vencer las pérdidas de la red de distribución.

### **2.3.3 Sistema de distribución por combinación de estanque bajo, bomba de elevación y tanque alto**

Este sistema se utiliza cuando el servicio no es continuo y la presión no es adecuada para llenar el estanque elevado. La capacidad del equipo deberá ser tal que permita llenar el tanque elevado en dos (2) horas, con una carga dinámica total (H) de la bomba en metros igual a: [7]

$$H = (h_s + h + h_{fs} + 7,00) \quad (\text{Ec. 2.1})$$

En donde:

$h_s$ : Altura de succión estanque bajo-bomba (m).

$h$ : Altura de impulsión entre la bomba y la salida en el tanque (m).

$h_{fs}$ : Pérdida en succión y descarga de la bomba (m).

7,00 m: Presión mínima en la pieza más desfavorable.

La potencia de la bomba de elevación o impulsión del agua se puede calcular por la fórmula siguiente: [7]

$$Hp_{Bomba} = \frac{Q \times H}{75 \times \eta} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

En donde:

$Hp$ : Potencia de la bomba en Caballos de Fuerza.

$Q$ : Capacidad de la bomba en litros por segundo.

$H$ : Carga Dinámica de la bomba en metros.

$\eta$ : Eficiencia del equipo,  $\eta = 60\%$ .

La potencia del motor para absorber la energía de arranque puede ser calculada por la siguiente expresión: [7]

$$Hp_{MOTOR} = 1,44 Hp_{Bomba} \quad (\text{Ec. 2.3})$$

#### 2.3.4 Sistema de distribución con equipo hidroneumático

Este sistema se emplea en zonas donde el abastecimiento, no garantice presión suficiente y se desea mantener una presión adecuada dentro de la edificación. Es un sistema que consta de un tanque metálico con agua y aire. Se utiliza cuando la presión

no es suficiente para vencer las pérdidas existentes o cuando no hay espacio para colocar un tanque elevado. Este sistema se puede emplear en quintas y en edificios de con un máximo de 7 pisos de altura para así evitar la sobre presión, haciendo subir el nivel hasta alcanzar el máximo, en ese momento se apaga la bomba. El agua saldrá empujada por el aire comprimido y el tanque dará agua al edificio. La presión máxima en el tanque de presión es igual a la carga dinámica total (H) de la bomba, medida en metros de altura menos (hfs) pérdidas en succión y descarga de la bomba. La carga dinámica total (presión de parada) de la bomba en metros será: [7]

$$H = (hs + h + hfs + hfd + 7,00 + 14,00) \quad (\text{Ec. 2.4})$$

En Donde:

hs: Altura de succión estanque bajo-bomba (m).

h: Altura del edificio desde el nivel de la bomba a el nivel del techo (m).

hfs: Pérdida en succión y descarga de la bomba (m).

hfd: Sumatorias de las pérdidas desde el hidroneumático hasta la pieza más alejada (m).

7,00 m: Presión mínima en la pieza más desfavorable.

14,00 m: Presión diferencial de arranque de la bomba.

La potencia de la bomba y del motor de elevación o impulsión del agua se pueden calcular mediante las ecuaciones 2 y 3.

### **2.3.5 Sistema de presión constante**

Es un sistema de bombeo a velocidad fija contra la red, de dos o más bombas funcionando en paralelo las cuales se encienden y apagan de acuerdo a la demanda o gasto de la red; un sensor o medidor dinámico de caudal controlan el funcionamiento del equipo. Siempre estará encendida una de las bombas y cuando el consumo es menor al preestablecido mediante una válvula de alivio ó de presión se retorna al

tanque el caudal excedente. Manteniéndose así una presión constante. La carga dinámica total (presión máxima constante) de las bombas en metros será: [7]

$$H = (h_s + h + h_{fs} + h_{fd} + 7,00)$$

(Ec. 2.5)

En Donde:

$h_s$ : Altura de succión estanque bajo-bomba (m).

$h$ : Altura del edificio desde el nivel de la bomba a el nivel del techo (m).

$h_{fs}$ : Pérdida en succión y descarga de la bomba (m).

$h_{fd}$ : Sumatorias de las pérdidas desde el sensor hasta la pieza más alejada (m).

7,00 m: Presión mínima en la pieza más desfavorable.

La potencia de la bomba y del motor de elevación o impulsión del agua se puede calcular mediante las ecuaciones 2 y 3. [7]

#### 2.4 Consideraciones para el cálculo

Las Normas Sanitarias para proyecto, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de Edificaciones, Gaceta Oficial N° 4044 del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social y de Desarrollo Urbano refiere en el artículo 169 que la presión mínima de suministro del acueducto a la salida del medidor es de 10 m y que el agua puede llegar hasta 8 m sobre el nivel del piso. Al igual se fija como diámetro mínimo para la red de distribución  $\varnothing 3/4''$  (9.53mm). Algunos autores recomiendan velocidades de flujo que varían de 0.6 m/seg a 3 m/seg para evitar sedimentos y ruidos molestos respectivamente en la red de distribución. El gasto mínimo de bombeo será de 0,20 litros por segundo. [8]

## 2.5 Pérdidas de carga (J) o de presión

La pérdida de carga o de presión, se produce por el roce o fricción del agua, con las tuberías y por los cambios de dirección y el diámetro, es decir, por conexiones. Estas pérdidas se expresan en (mxm) metro por metro lineal de tubería. Existen formulas como la de Williams-Hazen que permiten el cálculo de las pérdidas de carga por fricción, de acuerdo a la siguiente fórmula: [7]

$$J = \frac{1,21957 \times 10^{10} \times l \times q^n}{c^{1,85} \times d^{4,87}} \quad (\text{Ec. 2.6})$$

En donde:

J = Pérdida por fricción (m).

l = Longitud de la Tubería (m).

q = Gasto probable (lts/seg).

d = Diámetro (m).

c = Coeficiente de rugosidad.

La mayoría de los autores señalan, como coeficiente de rugosidad para el hierro fundido 100, para el hierro galvanizado 120, para el cobre y PVC 140. [7]

## 2.6 Dotaciones de agua potable

La dotación de agua para edificaciones se rige por lo establecido en el capítulo VII Artículo 109 de la Gaceta Oficial N° 4.044 el cual señala lo siguiente: [7]

Tabla 1. Dotación de agua para edificaciones destinadas a viviendas unifamiliares

| Área Total de la Parcela |     | Dotación     |
|--------------------------|-----|--------------|
| m <sup>2</sup>           |     | Lts/día/viv. |
| Hasta                    | 200 | 1.500        |



|                          |       |              |
|--------------------------|-------|--------------|
| 201                      | 300   | 1.700        |
| 301                      | 400   | 1.900        |
| 401                      | 500   | 2.100        |
| Área Total de la Parcela |       | Dotación     |
| m <sup>2</sup>           |       | Lts/día/viv. |
| 501                      | 600   | 2.200        |
| 601                      | 700   | 2.300        |
| 701                      | 800   | 2.400        |
| 801                      | 900   | 2.500        |
| 901                      | 1.000 | 2.600        |
| 1001                     | 1.200 | 2.800        |
| 1201                     | 1.400 | 3.000        |
| 1401                     | 1.700 | 3.4000       |
| 1701                     | 2.000 | 3.800        |
| 2001                     | 2.500 | 4.500        |
| 2501                     | 3.000 | 5.000        |
| Mayores de               | 3.000 | 5.000*       |

\*más 100 L/d, por cada 100 m<sup>2</sup> de superficie adicional. [7]

Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a instituciones de uso público o particular se determinarán de acuerdo con lo que se indica a continuación:  
[7]

- Cuarteles: 300 l/hab - d
- Oficinas públicas: 6 l/d - m<sup>2</sup>

NOTA: Las dotaciones de agua señaladas no incluyen consumos de agua para riego de jardines y de áreas verdes de la parcela o lote correspondiente a la

edificación, ni los requeridos por servicios anexos o complementarios tales como: restaurantes, cafetines, comedores, bares, cafeterías, lavanderías, comercios, oficinas y otros. Estos consumos de agua se calcularán adicionalmente, de acuerdo a lo estipulado para cada caso en la norma Gaceta Oficial 4.044. [7]

Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a comercios se determinaran de acuerdo con lo que se indica a continuación:

- Oficinas en general: 6 l/d/m<sup>2</sup> de local destinado a oficina.
- Restaurantes: 50 l/d/m<sup>2</sup> del área útil del local.
- Bares, cervecerías, fuentes de soda y similares: 60 l/d/m<sup>2</sup> del área útil del local.

NOTA: Las dotaciones de agua señaladas no incluyen consumos de agua para riego de áreas verdes ni de jardines, así como tampoco consumo de agua de servicios, instalaciones o construcciones anexas, o complementarias de las edificaciones destinadas a comercios. De existir éstas, las dotaciones deberán calcularse, en un todo de acuerdo con lo establecido en la Gaceta Oficial 4.044. [8]

## **2.7 Tanque de almacenamiento de agua potable**

La capacidad del estanque de almacenamiento va a depender de la capacidad para compensar las fluctuaciones del consumo, es decir, de las dotaciones necesarias para la edificación, y la capacidad para suplir agua en caso de interrupciones del abastecimiento matriz.

Los estanques de almacenamiento de agua potable para las edificaciones deberán ser diseñados y construidos para ser operados y mantenidos en forma tal que no afecten la potabilidad del agua en todo tiempo y que no permitan la entrada de aguas de lluvia y el acceso de insectos y/o roedores.

Toda edificación ubicada en sectores donde el abastecimiento de agua público no sea continuo o carezca de presión suficiente, deberá estar provista de uno o varios estanques de almacenamiento que permitan el suministro de agua en forma aceptable a todas las piezas sanitarias o instalaciones previstas. Tales estanques podrán instalarse en la parte baja (sin enterrar, semienterrados y/o subterráneos), en pisos intermedios, o sobre el edificio (elevados), siempre que se cumpla con lo estipulado en esta norma.

Todo estanque de almacenamiento (bajo, intermedio y elevado), deberá tener acceso directo desde áreas comunes de la edificación para su debida operación, mantenimiento e inspección.

Cuando se emplee sistemas hidroneumáticos o sistemas de bombeo directo, la capacidad útil del estanque bajo, será por lo menos igual a la dotación diaria de la edificación.

Los estanques de almacenamiento deberán ser construidos de materiales resistentes e impermeables y estarán dotados de los dispositivos necesarios para su correcta operación, mantenimiento y limpieza tales como: boca de visita, tubería de aducción con flotante u otro mecanismo automático de control, tubería de rebose protegida contra la entrada de insectos y roedores, y tubería de limpieza.

Todo estanque de almacenamiento de agua deberá ser dotado de boca de visita de dimensiones mínimas de 0,60 por 0,60 metros libres cubiertas con tapa de lámina de hierro, asbesto, cemento, concreto liviano o de materiales similares.

Estas tapas deberán ser de cierre hermético, provistas de goznes y candado y con los bordes solapados por lo menos 10 cm. alrededor de la parte exterior de la boca de visita. **[8]**

## **2.8 Aguas negras y servidas**

Aquellas aguas que generalmente se emplean para definir aquellas aguas que han sido usadas para fines domésticos como lavado de ropa, fregaderos, higiene personal se les conocen como Aguas Servidas.

## **2.9 Consideraciones del Sistema**

Los sistemas funcionan por gravedad y las tuberías trabajan como canales abiertos a la presión atmosférica por las tuberías de ventilación. Los diámetros de los colectores dependen del número y tipo de descarga, (Viviendas, colegios, industrias, etc.). Su disposición final debe ser a una planta de tratamiento, antes de descargar a cualquier curso natural de aguas. Cuando no existe el sistema cloacal, se permite el uso de sistemas de tratamiento de aguas servidas, de tipo doméstico o particular, a base de tanques sépticos y la disposición del efluente final, podrá ser por medio de sumideros, zanjas de absorción o filtrantes.

El uso de los artefactos sanitarios ha de producir una acumulación de agua servida y de materia orgánica de rápida descomposición. Los conductos y ramales de desagüe para conducir a la cloaca las aguas servidas deben tener pendiente como mínimo 1% las de 4" (101.6mm) y 2% las de 2 (50.8mm) y 3" (76.2mm), pero podrán tener pendientes menores al 1 % los colectores con diámetro mayor o igual a 6" (152.4mm) y se proyectarán de manera tal que la velocidad del flujo dentro de ellos no sea menor a 0,60 m/s.

Los ramales horizontales de los desagües se unen formando un ángulo de 45°. El diámetro de los conductos y ramales de desagüe, bajantes se calcularán de acuerdo con el número total de unidades de descarga de las piezas sanitarias servidas. Los

colectores o ramales de desagüe deben ser de diámetros convenientes para que puedan conducir las aguas y materia a velocidades que eviten obstrucciones.

El diámetro mínimo de estos conductos será de:

Ø 2" (50.8mm) para duchas, inodoros de piso, bidets y lavamanos.

Ø 3" (76.2mm), la mayoría de los autores recomiendan Ø 3" para evitar problemas con las espumas de jabón en los colectores de lavadoras, bateas y fregaderos de las cocinas.

Ø 4" (101.6mm) en excusados, a partir de allí no se permite la reducción del diámetro en la dirección que fluye el agua. [8]

### **2.10 Sistema de ventilación cloacal**

En los conductos y ramales de desagüe se producen gases de descomposición. Es necesario establecer una barrera contra el paso de los gases, a través de las piezas sanitarias al medio ambiente para ello se emplean los sifones que en un tubo en forma de "S" que retiene en cada descarga cierta porción de agua.

Los tubos de ventilación tienen por objeto dar entrada al aire exterior en el sistema de evacuación y facilitar la salida de los gases por encima del techo, evitar descargas de una o varias piezas sanitarias simultáneamente que el agua retenida por los sifones sea arrasada o expulsada al exterior permitiendo el escape de gases a los ambientes de la edificación. En todas las redes de desagüe son imprescindibles las redes de ventilación, donde su diámetro no será menor a 2" (50.8mm) y en edificios de varios pisos los bajantes de agua servida se prolongarán como ventilación hasta salir sobre el techo sin reducir su diámetro. Los sellos de agua se protegerán contra el autosifonamiento o sifonamiento por compresión, mediante el uso adecuado de ventilación. [8]

### **2.10.1 Tipos de ventilación**

Los sistemas de ventilación de cloacas se clasifican en:

#### **2.10.1.1 Ventilación Individual**

En este sistema se ventila cada una de las piezas sanitarias por separado.

#### **2.10.1.2 Ventilación Húmeda**

En este sistema existe una sola tubería de ventilación para todas las piezas sanitarias (un excusado como máximo), en este tipo de ventilación puede usarse para ramales con una descarga máxima de 14 unidades de gasto; por lo general se utiliza el lavamanos para la ventilación por ser comúnmente la pieza más alta

#### **2.10.1.3 Ventilación en Conjunto**

En este sistema existe una sola tubería de ventilación para un grupo de piezas sanitarias iguales (batería), pero no mayor a 8 piezas sanitarias por ventilación.

#### **2.10.1.4 Ventilación en Común**

Se emplea para ventilar dos o más piezas con poca distancia de separación.

#### **2.10.1.5 Ventilación al Bajante**

Permiten simplificar las instalaciones, se utiliza por lo general en edificios, es una tubería de ventilación principal en el cual, se conectan varios sistemas de ventilación secundarios; se utiliza un solo diámetro hasta llegar al techo. [8]

### **2.11 Sistema de recolección de aguas negras**

Se entiende por sistema de recolección de aguas negras, al conjunto de elementos y estructuras destinadas a captar, conducir y disponer de estos fluidos evitando de esta manera que se originen problemas de tipo sanitarios. [10]

### **2.11.1 Selección del tipo de sistema**

Existen tres tipos de sistemas de recolección de aguas servidas y de lluvia. El sistema único, el sistema mixto y el sistema separado.

#### **2.11.1.1 Sistema único**

Sistema en donde se recogen las aguas servidas y de lluvia en un mismo canal. Cuando en una zona urbanizada se recogen conjuntamente las aguas negras y aguas de lluvias se diseñan y construyen colectores que se denominan sistema unitario, mixto o combinado, el cual debe ser capaz de recibir los aportes de las aguas de lluvia y aguas negras, descargados directamente desde las edificaciones más retiradas o al comienzo de red hasta el último punto de recolección. Las condiciones para su diseño atienden a aspectos particulares, tanto por características propias de las aguas que conducen como por su gran variabilidad en los caudales. Esto supone una red de colectores capaces de recibir tanto aguas negras como las aguas de lluvia, que contempla además la incorporación de las aguas de lluvia que escurren superficialmente por las calles, aceras y áreas públicas a través de obras de captación (sumideros) ubicados convenientemente. [9]

#### **2.11.1.2 Sistema Mixto**

Sistema donde se recogen las aguas servidas y parte de las aguas de lluvia en un mismo canal. [10]

#### **2.11.1.3 Sistema separado**

Este se encarga de recoger las aguas de lluvia en forma independiente. Este sistema supone que, las edificaciones recogen separadamente sus aguas, descargando a la calle las aguas de lluvia, donde serán recogidas en sumideros y enviadas por la red de colectores pluviales hasta un cauce natural, por otra parte, conduciendo las aguas servidas hasta la tanquilla de empotramiento de la edificación para incorporarlas al sistema de cloacas. [9]

### **2.12 Colectores**

Son los encargados de recibir los aportes de aguas servidas de cualquier tipo, los cuales provienen de sistema de abastecimiento de agua.

### **2.13 Boca de visita**

Son estructuras de concreto que sirven de interconexión a la tubería y permiten el acceso a los colectores principalmente cuando se ejecutan labores de limpieza. [9]

### **2.14 Disposición de aguas servidas**

Acción de dar destino conveniente a las aguas servidas por algún método. Puede hacerse con o sin tratamiento previo de esta agua.

### **2.15 Disposición final de las aguas servidas**

La disposición de las aguas servidas tratadas, deben efectuarse de acuerdo a los criterios establecidos por la autoridad competente, entre las posibles alternativas se tiene:

#### **2.15.1. Tanque Séptico**

Instalación de tratamiento primario utilizado en lugares donde no hay alcantarillado, que resuelve satisfactoriamente el problema de eliminación de pequeños volúmenes de aguas servidas.

#### **2.15.2. Lagunas de Oxidación**

Son embalses de agua servida que ocupan una gran superficie de terreno, por lo que se emplean por ser la menos costosa. El agua servida así dispuesta se oxigena mediante aireadores superficiales o difusores sumergidos para generar oxidación bacteriana.



### **2.15.2. Planta de Tratamiento**

Es una planta de tratamiento de aguas residuales, la que recoge el agua residual de una comunidad o de una industria y, después de una serie de tratamientos y procesos, la devuelve a un cuerpo receptor (río, embalse, alcantarillado). Siendo esta última la que se utilizará como disposición final para nuestro diseño.

### **2.16 Recolección de agua de lluvia**

La cantidad de agua de lluvia depende de la duración de la precipitación pluvial y del área de drenaje. Los gastos de diseño para estimar el gasto “Q” son la intensidad de lluvia expresada mm/hora y el área servida en metros cuadrados. Los colectores de agua de lluvia funcionan por gravedad y el flujo se debe a la diferencia de cotas entre puntos. El problema de selección de diámetro, pendientes y sección en canales se reduce a tanteo, por ser este un tanto laborioso, se han diseñado tablas a partir de la ecuación de Mannig. Los diámetros o sección de los colectores de agua de lluvia provenientes de techos, patios, azoteas y áreas pavimentadas, se determinan de acuerdo al área que debe ser desaguada, de su pendiente y la intensidad de lluvia registrada en la zona. [11]

### **2.17 Sistema de riego**

Para el cálculo de la instalación del sistema de riego se parte de los emisores y se va avanzando hacia la toma de agua, este proceso forma parte del diseño hidráulico del sistema, en donde se estudian las presiones y caudales de los laterales, de las subunidades, tuberías secundarias, primarias y por último el cabezal. Para ello es importante el conocimiento del comportamiento de la hidráulica del sistema.

#### **2.17.1 Riego de áreas verdes**

Bajo el nombre de áreas verdes se agrupan una serie de espacios ajardinados de diferentes dimensiones y características, desde parques con amplias hectáreas de superficies hasta las plantaciones lineales en aceras y en calles peatonales. También

se incluyen las áreas deportivas ajardinadas y los jardines situados alrededor y en los patios interiores de edificios y los de terrazas y cubiertas. Así mismo aquellos establecidos en los laterales y márgenes de las vías de comunicación y en sus enlaces, así como en los bordes de playas y aceras.

El riego localizado o también llamado de alta frecuencia; podría definirse como el conjunto de técnicas empleadas para la consecución de un nivel óptimo de humedad en la zona radicular de la planta desde un punto externo a ella. Su objetivo no es maximizar la producción pues no hay cosecha, sino mantener a la planta con grado óptimo de desarrollo y con un buen aspecto. [12]

La dotación de agua para riego de jardines y áreas verdes se calculará a razón de dos (2) lts/día/m<sup>2</sup> y por m<sup>2</sup> de área verde o de jardín a regar. No se requerirá incluir en el cálculo de esta dotación, las áreas pavimentadas, engrazonadas u otras áreas no sembradas. [8]

### **2.18 Software PIPEPHASE**

El Software PIPEPHASE es un simulador de multi-fase que fue desarrollado por la empresa Chevron a finales de los años setenta (70). Luego a principios de los ochentas (80) es comercializado por medio de la empresa SIMSCI. Este software es un simulador riguroso en estado estacionario para modelar el flujo multifásico en tuberías, redes y sistemas de producción de gas, y crudo, incluyendo agua. [10]

Las múltiples aplicaciones del PIPEPHASE pueden agruparse en tres grupos, como son, análisis de tuberías, análisis de pozos y estudios en el campo de producción. Este simulador posee más de treinta (30) opciones de equipos, tuberías y accesorios para construir redes de distribución de flujos. Tiene la capacidad para construir redes que vayan desde el yacimiento, a través del pozo, hasta las instalaciones superficiales, así como también modelados de caídas de presión y

transferencia de calor para distintas condiciones de flujo. Puede realizar modelados con una variedad de fluidos, por ejemplo (condensado, gas, líquido, vapor, entre otros.) y ofrece la disponibilidad de trabajar con distintos sistemas de unidades, específicamente con cuatro sistemas disponibles como, sistema petróleo, sistema inglés, sistema internacional y sistema métrico, pudiéndose cambiar para toda la simulación o solo para definir el sistema de unidades para los resultados del trabajo.

El simulador trabaja bajo cálculos por nodos, y el conjunto de accesorios que existen entre nodo y nodo se considera una línea. Por lo tanto, un conjunto de líneas pueden formar una red.

Los resultados del cálculo o de la simulación pueden ser observados a través de diagrama de flujo, reporte (Output Report) y sistema de acceso de resultados (results Access System) por medio de tablas y gráficas.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **3.1 Diseño de la red de agua potable**

##### **3.1.1 Metodología**

La metodología utilizada para dimensionar el sistema de agua potable de la edificación en función del uso e instalaciones sanitarias obedece a la descrita en las “Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones”, según Gaceta Oficial Extraordinaria N° 4.044 de la República de Venezuela del jueves 8 de septiembre de 1.988.

La Gaceta Oficial mencionada, indica el método para el cálculo de la demanda probable. Según este método a cada pieza sanitaria se le asigna, de acuerdo con su uso y tipo, un número, el cual es llamado “Número de Unidades de Gasto”. De acuerdo a esta normativa es importante identificar el propósito de la instalación, por lo que deben clasificarse según sean de uso privado o de uso público, para poder identificar las unidades de gastos de acuerdo a las tablas 33 y 34 del capítulo XIX de la Gaceta 4.044.

El procedimiento a seguir para el cálculo de la demanda es como sigue:

- 1) Elaboración de diagramas de la tubería de distribución.
- 2) A cada tramo del sistema se le especificó el número de piezas sanitarias.

3) Se obtuvo el número total de unidades de gasto por medio de la multiplicación del número de piezas sanitarias de igual tipo por su correspondiente número de unidades de gasto, según las Tablas 33 y 34 de la Gaceta 4.044 (ver anexos).

4) Con el número total de unidades de gasto que sirve la red, se obtuvo la capacidad del sistema de acuerdo a la Tabla N° 37 de la Gaceta Oficial 4.044 (ver anexo).

5) Se calcularon los diámetros de las tuberías del sistema de distribución de agua en función de los gastos probables en cada tramo, limitando la velocidad en cada tramo entre los valores de 0,6 m/s y 3,0 m/s, para evitar sedimentación y ruido en las tuberías.

6) Se calcularon las caídas de presión entre el punto de alimentación y la pieza más desfavorable hidráulicamente para verificar que cumple con las presiones mínimas exigidas por la tabla 36 de la G. O. 4.044 (ver anexos). Los diámetros mínimos requeridos para cada pieza sanitaria se consiguen en la misma tabla. Se estudiaron las unidades de gasto por ramal utilizando la ayuda de textos [7] y el software PIPEPHASE 9.0 para determinar las caídas de presión en las tuberías. Se realizó la simulación de la red de distribución en las piezas más alejadas (desfavorables) con mayor demanda y probabilidad de uso, requiriéndose una presión residual mínima según lo establece la G.O. 4.044, para determinar la presión necesaria en la fuente y así garantizar las condiciones mínimas de operación de la red, adicionalmente se chequearon las velocidades, presiones y flujo en cada ramal (ramales finales e intermedios), siendo ésta muy confiable y real al dimensionar la red de tuberías.

### **3.1.2 Premisas**

Las premisas consideradas para el dimensionado son las siguientes:

- El suministro de agua potable será proporcionado de forma directa a través de la red principal del complejo CIGMA con una presión de  $P= 48$  psi (33.74 m. de columna de agua), pero también contará en casos de emergencia con un tanque semi - subterráneo de almacenamiento equipado con un sistema hidroneumático.

- La tubería seleccionada para este tipo de servicio es acero al carbono galvanizado, de acuerdo a la norma PDVSA H-221. Especificaciones de Ingeniería – Materiales de tuberías.

- La temperatura de operación es la ambiente. Solo se considera agua caliente en el área de los dormitorios y cocina.

- Las características del agua consideradas son:

Viscosidad: 1 Cp a 28 °C

Gravedad específica: 1

- Todos los excusados y urinarios usarán fluxómetro.

### **3.1.3 Descripción de las instalaciones**

En el plano de planta del Núcleo de Bomberos, plano N° AP - 1, se detallan las instalaciones sanitarias a construirse.

En la Tabla N° 2 y 3 se indican las áreas a ser servidas, así como las piezas sanitarias de cada sector del edificio, su tipo, uso y unidades de gasto asociadas según el capítulo XIX de la Gaceta Oficial N° 4.044.

Tabla 2. Número de piezas sanitarias.

| AREA                       | Lav<br>(D) | Lav<br>© | Exc<br>(D) | Exc<br>© | Uri<br>n© | Duch<br>(D) | Duch<br>© | Beb. | Toma | Lav.P |
|----------------------------|------------|----------|------------|----------|-----------|-------------|-----------|------|------|-------|
| RECEPCION                  |            |          |            |          |           |             |           |      |      |       |
| PATIO INTERNO              |            |          |            |          |           |             |           |      | 1    |       |
| PORCHE TECHADO             |            |          |            |          |           |             |           |      | 1    |       |
| BAÑOS DE TALLER<br>DE REP. | 2          | 1        | 1          | 1        | 1         | 1           | 1         |      |      |       |
| BAÑOS VISITAS              | 2*         | 1*       | 1*         | 1*       | 1*        |             |           |      |      |       |
| DORMITORIO DE<br>DAMAS     | 1          |          | 1          |          |           |             |           |      |      |       |
| PRIMEROS<br>AUXILIOS       |            | 1        |            | 1        |           |             |           |      |      |       |
| OBSERVACION                |            | 1        |            |          |           |             |           |      |      |       |
| PASILLOS                   |            |          |            |          |           |             |           |      | 2    |       |
| COCINA                     |            |          |            |          |           |             |           |      |      | 2     |
| COMEDOR                    |            |          |            |          |           |             |           | 1    |      |       |
| LAVAMOPA                   |            |          |            |          |           |             |           |      | 1    |       |
| BAÑO CABALLEROS            |            | 3        |            | 3        | 2         |             | 3         |      |      |       |
| ESTACION DE<br>UNIDADES    |            |          |            |          |           |             |           |      | 2    |       |
| ASEO                       |            |          |            |          |           |             |           |      | 1    |       |
| HIDRONEUMATICO             |            |          |            |          |           |             |           |      | 1    |       |

Fuente: Elaboración propia

\* Privado

La dotación de piezas sanitarias cumple con las Normas de la Gaceta Oficial 4.044, capítulo IX que establece el tipo y número mínimo requerido de piezas sanitarias a instalar en las edificaciones de uso privado y público.

### 3.1.4 Requerimientos de agua potable

En la tabla N° 3.2 que se muestra a continuación se indican las unidades de gasto probable por cada área a servir.

Tabla 3. Gastos probables en los ramales de la red de distribución de agua potable.

| AREA                       | Tipo Pieza Sanitaria | Cant. | Ubicación Nodo      | Uso   | Unidades de Gasto Agua Fría | Unidades de Gasto Agua Caliente | Total Unidades de Gasto |
|----------------------------|----------------------|-------|---------------------|-------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| PATIO INTERNO              | Manguera             | 1     | Patio Interno       |       | 3                           | N.A                             | 3                       |
| PORCHE Y EXTERIORES        | Manguera             | 3     | Porche, exteriores. |       | 9                           | N.A.                            | 9                       |
| BAÑOS TALLER DE REPARACION | Lavamanos            | 1     | Baño Caballe.       | Priv. | 1                           | N.A                             | 1                       |
|                            | Excusado             | 1     | Baño Caballe.       | Priv. | 6                           | N.A                             | 6                       |
|                            | Ducha                | 1     | Baño Caballe.       | Priv. | 1.5                         | 1.5                             | 3                       |
|                            | Urinario             | 1     | Baño Caballe.       | Priv. | 5                           | N.A                             | 5                       |
|                            | Lavamanos            | 2     | Baño Damas          | Priv. | 4                           | N.A                             | 4                       |
|                            | Excusado             | 1     | Baño Damas          | Priv. | 6                           | N.A                             | 6                       |
|                            | Ducha                | 1     | Baño Damas          | Priv. | 1.5                         | 1.5                             | 3                       |
| BAÑOS DE                   | Lavamanos            | 1     | Baño Caballe.       | Púb.  | 2                           | N.A                             | 2                       |



|                                |            |   |               |       |     |     |     |
|--------------------------------|------------|---|---------------|-------|-----|-----|-----|
| VISITAS                        | Excusado   | 1 | Baño Caballe. | Púb.  | 10  | N.A | 10  |
|                                | Urinario   | 1 | Baño Caballe. | Púb.  | 5   | N.A | 5   |
|                                | Lavamanos  | 2 | Baño Damas    | Púb.  | 4   | N.A | 4   |
|                                | Excusado   | 1 | Baño Damas    | Púb.  | 10  | N.A | 10  |
| DORMITORIO<br>DE DAMAS         | Lavamanos  | 1 | Baño Damas    | Priv. | 1   | N.A | 1   |
|                                | Excusado   | 1 | Baño Damas    | Priv. | 6   | N.A | 6   |
|                                | Ducha      | 1 | Baño Damas    | Priv. | 1.5 | 1.5 | 3   |
| PRIMEROS<br>AUXILIOS           | Lavamanos  | 1 | Baño Caballe. | Priv. | 1   | N.A | 1   |
|                                | Excusado   | 1 | Baño Caballe. | Priv. | 6   | N.A | 6   |
| OBSERVACION                    | Lavamanos  | 1 | Baño Caballe. | Priv. | 1   | N.A | 1   |
| PASILLOS                       | Bebedero   | 2 | Pasillo       | Púb.  | 2   | N.A | 2   |
| COCINA                         | Lavaplatos | 2 | Cocina        | Púb.  | 6   | 6   | 12  |
| LAVAMOPA                       | Corriente  | 1 | Lavamopa      | Púb.  | 3   | N.A | 3   |
| SALA DE<br>BAÑOS<br>CABALLEROS | Lavamanos  | 3 | Baño Caballe. | Priv. | 6   | N.A | 6   |
|                                | Excusado   | 3 | Baño Caballe. | Priv. | 18  | N.A | 18  |
|                                | Urinario   | 2 | Baño Caballe. | Priv. | 10  | N.A | 10  |
|                                | Ducha      | 3 | Baño Caballe. | Priv. | 4.5 | 4.5 | 9   |
| EST. TECHADO                   | Manguera   | 2 | Exteriores    | Púb.  | 6   | N.A | 6   |
|                                | SUBTOTAL   |   |               |       | 140 | 15  |     |
|                                | TOTAL      |   |               |       |     |     | 155 |

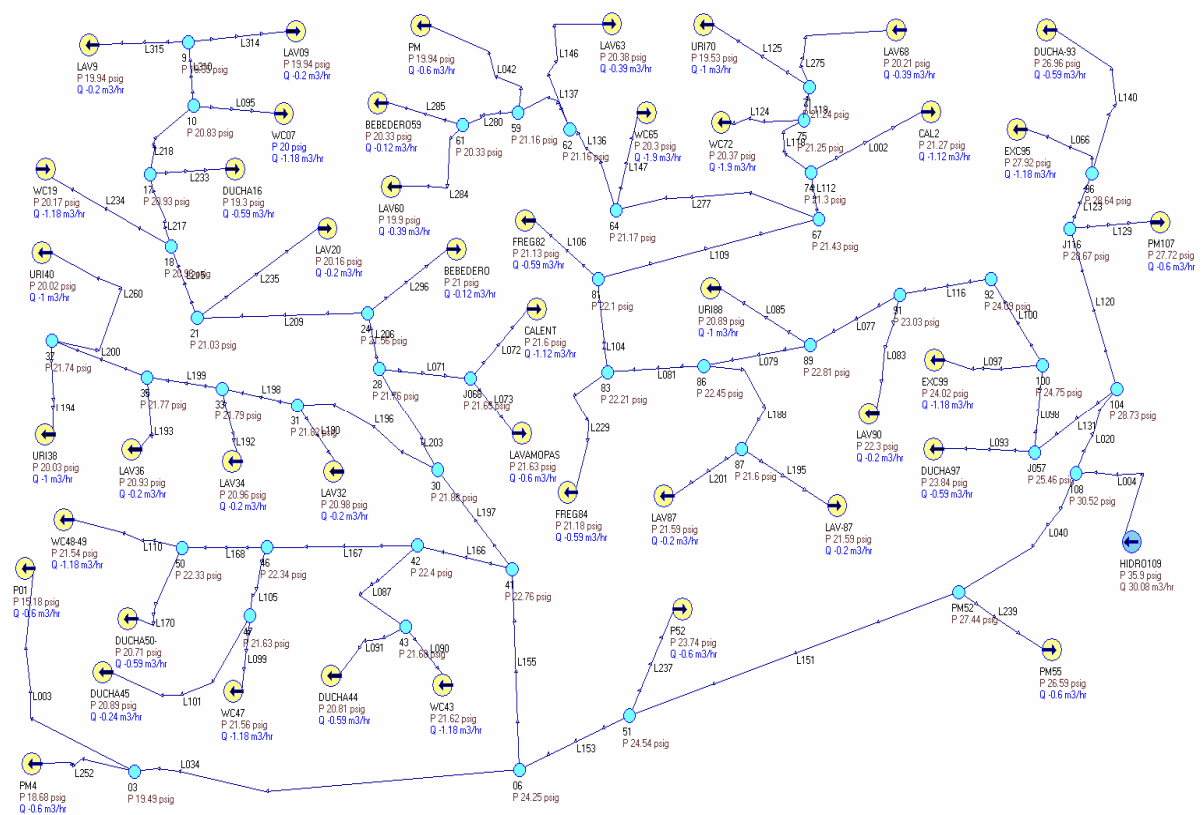
Fuente: Elaboración propia; N/A= No aplica.

El gasto probable total es aproximadamente de 155 unidades de gasto, lo cual equivale según la Tabla 37 de la G.O. 4044 (ver anexos), a un gasto probable de 5.18 litros por segundo.

### **3.1.5 Diagrama de la red de distribución**

Para el dimensionado de la red se consideraron las 155 unidades de gasto, prorrateando a los ramales de la red las unidades de gasto, obteniéndose que el gasto probable alcanza los 5.18 lts/s., de acuerdo a la Tabla 37 de la G.O. 4.044. Dicho gasto probable por ramales permitirá revisar las caídas de presión y las velocidades en las tuberías de distribución.

En la figura 4. se muestra un esquemático de la red de agua potable el cual fue utilizado para realizar la corrida a través del programa PIPEPHASE, en la tabla 3.3 se puede observar el gasto, los diámetros, velocidades, y presiones requeridas en toda la red y en los puntos de alimentación de las piezas sanitarias; todos cumpliendo con la G. O. 4.044, de acuerdo a la tabla 36 y 37.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Esquema de la red de agua potable

### 3.1.6 Dimensionado de la red de distribución

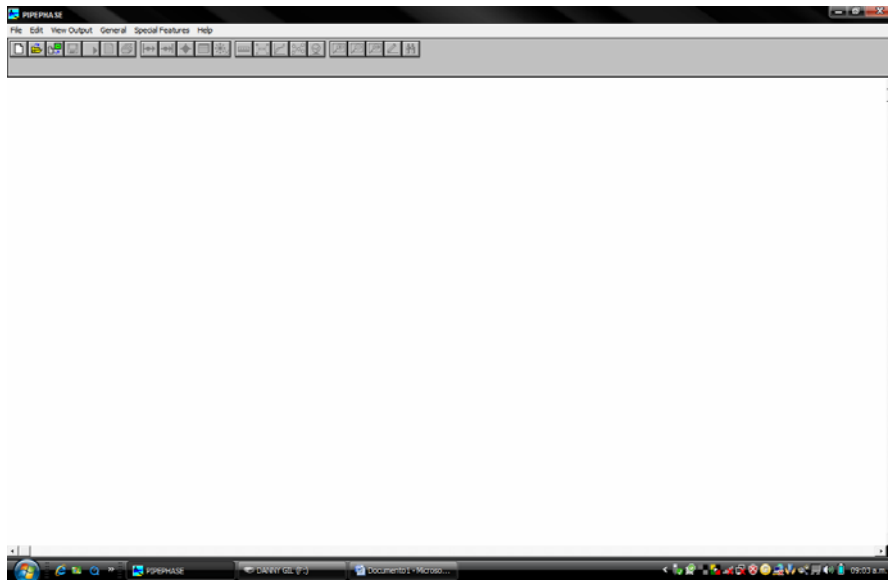
Los diámetros seleccionados se muestran en la Tabla 3, donde también se incluye la velocidad, caudal y presión para las condiciones estudiadas.

Para determinar los diámetros seleccionados y velocidades se validó conforme a los flujos y presiones mínimas requeridos en las piezas, dados por la Tabla 36 de la G.O. 4.044. (Lo cual se denominó Caudal de Diseño). Con ayuda del libro Agua [7] se le asignaron diámetros a las diferentes tuberías según sus respectivas unidades de gasto y coeficiente (120), considerándose éste como paso 1.

Para determinar la presión necesaria para satisfacer la red y cumplir con la G.O. 4.044 se fijaron presiones mínimas exigidas por la gaceta en las piezas sanitarias más alejadas de la red y con mayor demanda de presión, siendo esta de 20 psi (14 mts) para excusados con válvula (paso 2), luego se realizó la simulación con el software PIPEPHASE para determinar la presión necesaria en la fuente (entrada principal de la red) y así satisfacer todas las piezas de la red. Esta corrida dio una presión necesaria para garantizar el servicio de  $35.90 \text{ psi} = 36 \text{ psi}$  (25,4 mts de col. de agua).

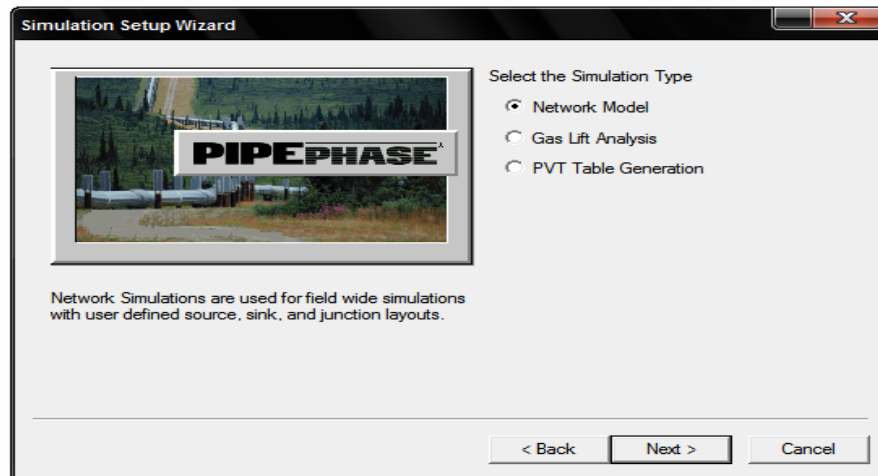
El software PIPEPHASE trabaja como se muestra en las siguientes figuras:

Al abrir el programa se selecciona crear una corrida nueva, se le da nombre y se guarda.



Fuente: Elaboración propia

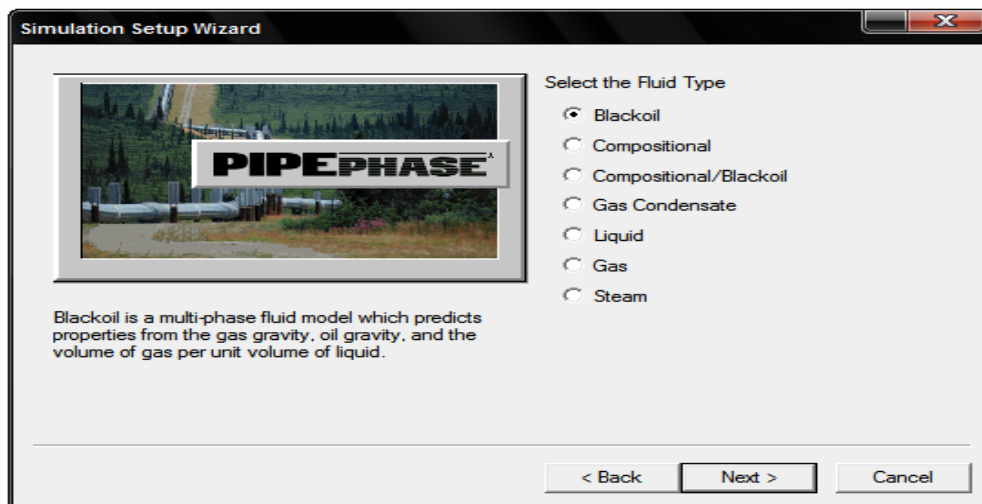
Figura 5. Software Pipephase.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Software Pipephase, selección de nuevo modelo.

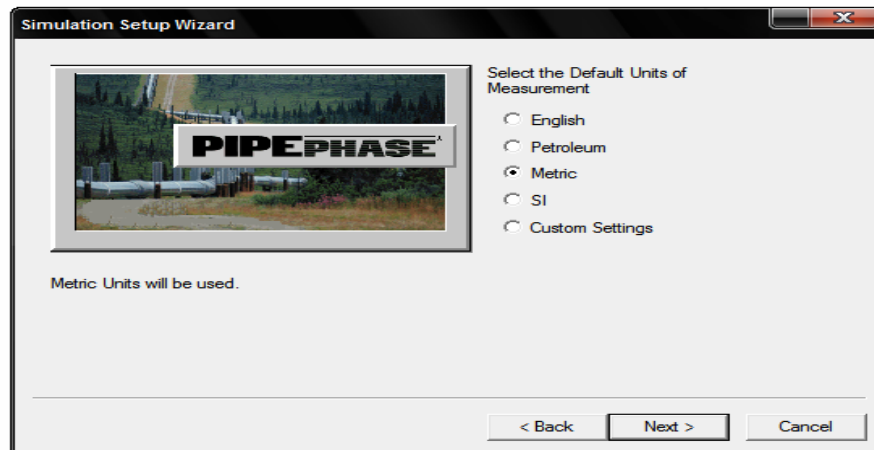
2) Se selecciona simular líquido.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Software Pipephase, simular líquido.

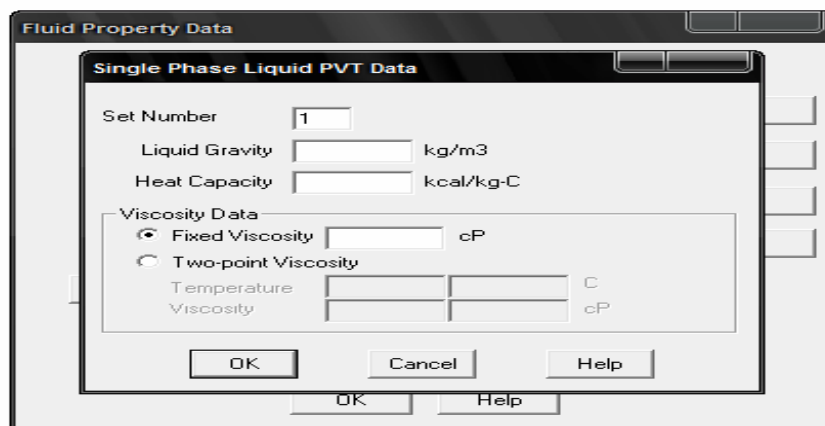
3) Se escoge el sistema de unidades a trabajar, se escogió el sistema métrico.



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Software Pipephase, selección sistema de unidades.

4) Luego se colocan las características del liquido, en este caso agua: densidad del liquido  $1000 \text{ kg/m}^3$ , viscosidad  $1 \text{ cp}$ , entre otros.



Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Software Pipephase, características del liquido.

5) Se selecciona el comando general y luego descripción de la simulación en donde se coloca nombre del proyecto, problema, uso, sitio, fecha y descripción.

The 'Simulation Description' dialog box includes the following fields:

- Project: [ ]
- Problem: [ ]
- User: [ ]
- Date: 05/22/08
- Site: [ ]
- Description: [ ]

Buttons: OK, Cancel, Help

Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Software Pipephase, descripción del proyecto a simular.

6) Luego en el comando general se selecciona input units en donde se pueden cambiar las unidades a trabajar: temperatura, presión, diámetro, longitud de la tubería, viscosidad, velocidad, entre otros.

The 'Input Units of Measurement' dialog box includes the following settings:

- System: Metric
- Temperature: C
- Pressure: bar abs
- Molar Rate: mole/hr
- Weight Rate: kg/hr
- Liquid Vol Rate: m3/hr
- Gas Vol Rate: MM m3/hr
- Default Basis: Liquid Volume
- Conductivity: kcal/hr-m-C
- Heat Transfer Coefficient: kcal/hr-m2-C
- Fine Length: mm
- Coarse Length: m
- Pipe Length: m
- Water Density: kg/m3
- Oil Density: kg/m3
- Gas Density: kg/m3
- Power: kW
- Duty: MM kcal/hr
- Viscosity: cP
- Velocity: km/hr

Buttons: OK, Cancel, Help

WARNING: Any changes will convert the defined Global Default, Calculation Method, and Network Method values. User-defined defaults and other values must be changed manually as needed.

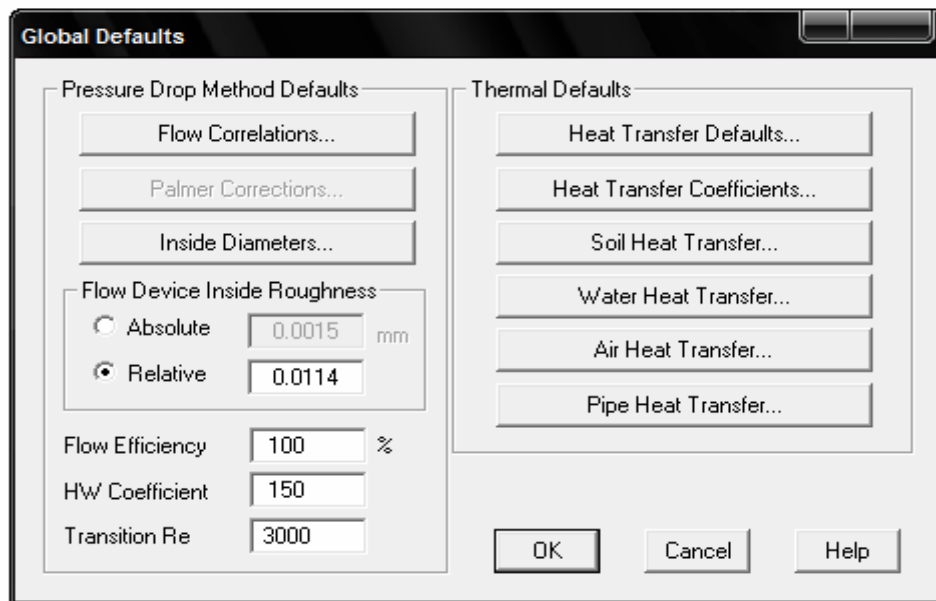
Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Software Pipephase, selección de las unidades a trabajar.

7) También en general se selecciona out put para seleccionar el sistema de unidades de los resultados.

8) En el comando general y luego método de cálculo se puede cambiar el número de iteraciones y la tolerancia de la presión en que se quiere trabajar, en este caso se utilizo un máximo de 20 iteraciones y 0.01 de tolerancia.

9) Se escogió trabajar con Hazen-Williams con un coeficiente de rugosidad de 120 y una densidad relativa de 0.0015 para tuberías de acero al carbono galvanizado.

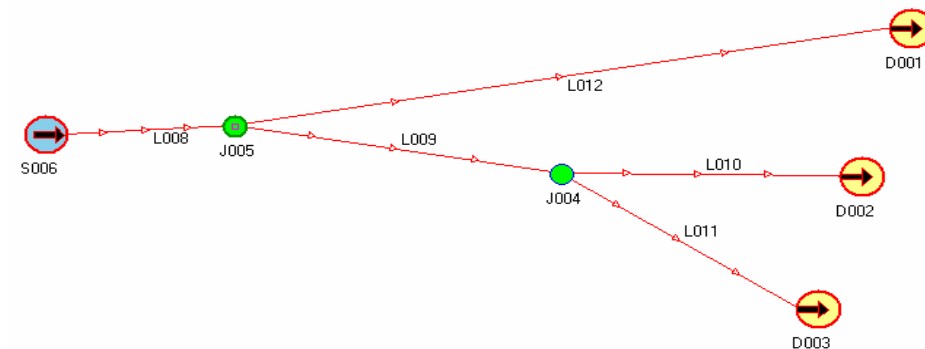


Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Software Pipephase, características generales de la tubería.

10) Se creó la red uniendo los nodos entre ellos y la entrada y salidas de agua.



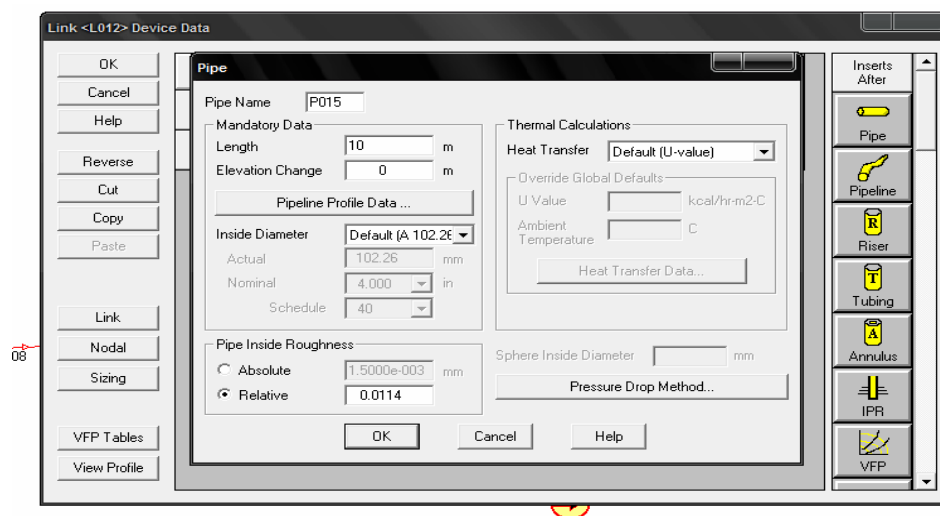


Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Software Pipephase, armado de la red.

11) Se le da valores a las salidas, entrada y nodos de: presión, caudal y temperatura.

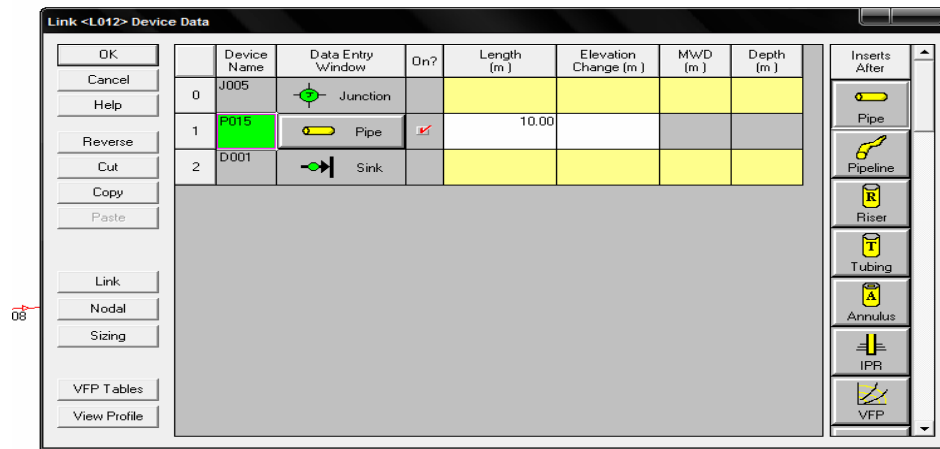
12) En nuestro caso se fijo el caudal en la fuente (entrada de agua) y se estimo en las salidas, se fijo la presión en la pieza mas alejada (salida) para estimar la presión en la entrada, se utilizo una temperatura ambiente de 28 °C.



Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Software Pipephase, datos de la fuente y salidas.

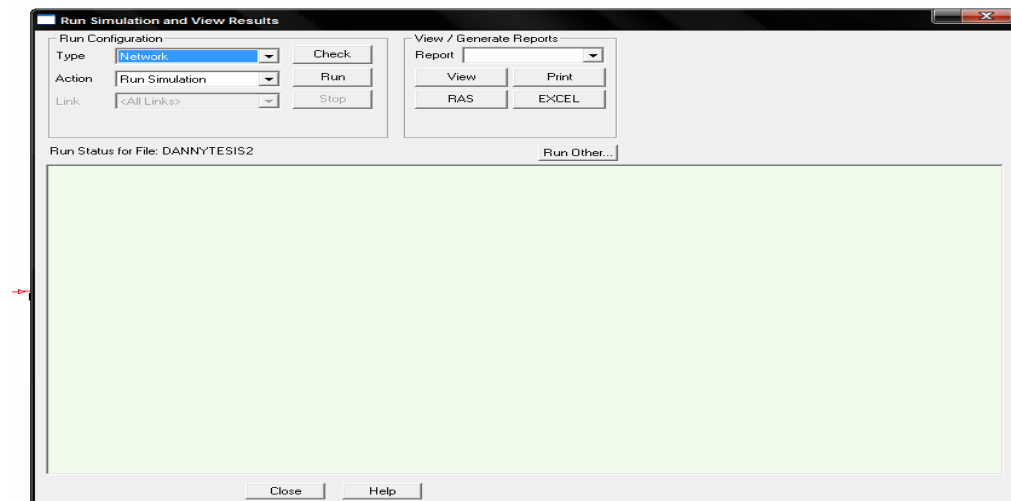
13) Luego se introducen los elementos de la red, tales como tubería con sus respectivos diámetros, válvulas, codos, tee, llaves, reducciones, entre otros.



Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Software Pipephase, elementos de la red.

14) Luego se realiza la corrida.



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Software Pipephase, simulación de la red.

15) Se chequean errores si los hay, si no los hay se chequean los resultados.

```

Programmer's File Editor - [DANNYTESIS2.out]
File Edit Options Template Execute Macro Window Help
SINK NAME=D003, IDNAME=D003, XCORD=1304, *
VCORD=1075
$
JUNCTION NAME=J004, IDNAME=J004, XCORD=824, *
$
PIPEPHASE Version 9.0 MACHINE IBMPC INPUT LISTING - PAGE 2
-----
VCORD=790
JUNCTION NAME=J005, IDNAME=J005, XCORD=184, *
VCORD=681
$
LINK NAME=L008, FROM=S006, TO=J005, *
IDNAME=L008, IDFROM=S006, IDTO=J005
$   ### ERROR ### --- LINK has no DEVICES

$
LINK NAME=L009, FROM=J005, TO=J004, *
IDNAME=L009, IDFROM=J005, IDTO=J004
$   ### ERROR ### --- LINK has no DEVICES

$
LINK NAME=L010, FROM=J004, TO=D002, *
IDNAME=L010, IDFROM=J004, IDTO=D002
$   ### ERROR ### --- LINK has no DEVICES

$
LINK NAME=L011, FROM=J004, TO=D003, *
IDNAME=L011, IDFROM=J004, IDTO=D003
$   ### ERROR ### --- LINK has no DEVICES

$
LINK NAME=L012, FROM=J005, TO=D001, *
IDNAME=L012, IDFROM=J005, IDTO=D001
PIPE NAME=P015, LENGTH=10, U=4.88243
$
Ln 92 Col 6

```

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Software Pipephase, resultado y chequeo de la red.

En la Tabla 17 se muestran los resultados definitivos de diámetros, velocidad, caudal y presión de toda la red, los cuales fueron obtenidos con la ayuda de textos [7] y del análisis de la simulación indicada.

Tabla 4. Resultados resumen del dimensionado de la red de distribución agua potable

| Link | Diámetro<br>(pulg.) | Caudal<br>(m <sup>3</sup> /h) | Velocidad<br>(m/s) | Caída de<br>Presión<br>(Psig.) |
|------|---------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| L003 | ½                   | 0.90                          | 1.68               | 19.5 - 16.0                    |
| L042 | ½                   | 0.90                          | 1.68               | 21.2 - 19.9                    |
| L066 | 1 ½                 | 7.24                          | 1.76               | 28.6 - 27.9                    |

| Link | Diámetro<br>(pulg.) | Caudal<br>(m <sup>3</sup> /h) | Velocidad<br>(m/s) | Caída de<br>Presión<br>(Psig.) |
|------|---------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| L083 | ½                   | 0.72                          | 1.34               | 23.0 – 22.3                    |
| L085 | 1 ½                 | 3.62                          | 0.88               | 22.8 – 20.9                    |
| L090 | 1 ½                 | 3.62                          | 0.88               | 21.7 – 21.6                    |
| L091 | ½                   | 1.09                          | 2.02               | 21.7 – 20.8                    |
| L097 | 1 ½                 | 3.62                          | 1,34               | 24.7 – 24.0                    |
| L099 | ½                   | 3.62                          | 0.88               | 21.6                           |
| L101 | 1 ½                 | 1.09                          | 2.02               | 21.6 – 20.9                    |
| L106 | ½                   | 1.09                          | 2.02               | 22.1 – 21.1                    |
| L110 | 1 ½                 | 3.62                          | 0.88               | 22.3 – 21.5                    |
| L124 | 1 ½                 | 3.62                          | 0.88               | 21.2 – 20.4                    |
| L125 | 1 ½                 | 3.62                          | 0.88               | 21.2 – 19.5                    |
| L140 | ½                   | 1.09                          | 2.02               | 28.6 – 27.0                    |
| L146 | ½                   | 0.72                          | 1.34               | 21.2 – 20.4                    |
| L147 | 1 ½                 | 3.62                          | 0.88               | 21.2 – 20.4                    |
| L170 | ½                   | 1.09                          | 2.02               | 22.3 – 20.7                    |
| L190 | ½                   | 0.72                          | 1.34               | 21.8 – 21.7                    |
| L192 | ½                   | 0.72                          | 1.34               | 21.8 – 21.0                    |
| L193 | ½                   | 0.72                          | 1.34               | 21.8 – 20.9                    |
| L194 | 1 ½                 | 3.62                          | 0.88               | 21.7 – 20.0                    |
| L201 | ½                   | 0.72                          | 1,36               | 21.6                           |
| L229 | ½                   | 1.09                          | 2.02               | 22.2 – 21.2                    |
| L237 | ½                   | 0.90                          | 1.68               | 24.5 – 23.8                    |
| L239 | ½                   | 0.91                          | 1.68               | 27.4 – 26.7                    |
| L252 | ½                   | 0.90                          | 1.68               | 19.5 – 18.7                    |
| L260 | 1 ½                 | 3.62                          | 0.88               | 21.7 – 20.0                    |

| Link | Diámetro<br>(pulg.) | Caudal<br>(m <sup>3</sup> /h) | Velocidad<br>(m/s) | Caída de<br>Presión<br>(Psig.) |
|------|---------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| L275 | ½                   | 0.72                          | 1.34               | 21.0 – 20.2                    |
| L280 | 1½ - ½              | 1.09                          | 2.02               | 21.2 – 19.9                    |
| L284 | ½                   | 0.72                          | 1.34               | 20.3 – 19.9                    |
| L285 | ½                   | 0.36                          | 0.67               | 20.3 – 20.0                    |
| L004 | 2 ½ - 2             | 18.65                         | 1.80               | 35.9 – 30.5                    |
| L020 | 2 ½ - 2             | 8.80                          | 0.89 - 1.29        | 30.3 – 28.7                    |
| L034 | ¾                   | 0.74                          | 0.74               | 24.1 – 19.5                    |
| L040 | 2                   | 8.93                          | 1.31 – 1.30        | 30.3 – 27.4                    |
| L151 | 2                   | 8.55                          | 1.25               | 27.4 – 24.7                    |
| L153 | 2                   | 8.18                          | 1.99               | 24.5 – 24.4                    |
| L115 | 2                   | 7.45                          | 1.09               | 23.0                           |
| L113 | 2 – 1 ½             | 0.98                          | 0.72-1.06          | 22.9 – 22.6                    |
| L116 | 2                   | 6.47                          | 0.95               | 24.1 – 23.2                    |
| L079 | 2                   | 5.74                          | 0.84               | 22.8 – 22.3                    |
| L188 | 2 - 1 ½ - ¾         | 0.24                          | 0.72-1.06          | 22.4 – 21.6                    |
| L081 | 2                   | 5.50                          | 1.15               | 22.4 – 22.3                    |
| L104 | 2                   | 5.26                          | 0.88               | 22.2 – 22.1                    |
| L109 | 2                   | 5.02                          | 0.73               | 22.1 – 21.5                    |
| L112 | 2 - 1 ½             | 2.81                          | 0.73-1.08          | 21.4 - 21.3                    |
| L277 | 2 – 1 ½             | 2.20                          | 0.73-1.08          | 21.4 – 21.2                    |
| L280 | 1 ½ - ½             | 0.36                          | 0.72 – 1.34        | 21.2 – 20.4                    |
| L155 | 2                   | 7.44                          | 2.20               | 24.3 – 22.9                    |
| L166 | 2 - 1 ½             | 2.92                          | 0.74 - 1.09        | 22.8 – 22.5                    |
| L087 | 1 ½                 | 0.97                          | 1.07               | 22.4 – 21.7                    |
| L105 | 1 ½                 | 0.97                          | 1.07               | 22.3 – 21.6                    |

| Link | Diámetro<br>(pulg.) | Caudal<br>(m <sup>3</sup> /h) | Velocidad<br>(m/s) | Caída de<br>Presión<br>(Psig.) |
|------|---------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| L167 | 1 ½                 | 1.95                          | 2.15               | 22.4                           |
| L168 | 1 ½                 | 0.97                          | 1.07               | 22.3                           |
| L196 | 2 - 1 ½             | 1.59                          | 0.72 – 1.08        | 21.9 – 21.8                    |
| L197 | 1 ½                 | 4.51                          | 1.41               | 22.8 – 22.0                    |
| L198 | 1 ½                 | 1.47                          | 0.72               | 21.8                           |
| L199 | 1 ½                 | 1.35                          | 0.72               | 21.2                           |
| L200 | 1 ½                 | 1.23                          | 0.72               | 21.6                           |
| L203 | 2                   | 2.92                          | 0.72               | 21.9 – 21.8                    |
| L221 | 2                   | 0.73                          | 0.72               | 22.1                           |
| L206 | 2 - 1 ½             | 2.19                          | 0.72 - 1.45        | 21.8 – 21.6                    |
| L209 | 1 ½                 | 2.07                          | 0.72               | 21.2 – 20.6                    |
| L215 | 1 ½                 | 1.95                          | 0.72               | 21.0                           |
| L217 | 1 ½                 | 1.22                          | 0.72               | 21.0 – 20.9                    |
| L218 | 1 ½                 | 0.97                          | 0.72               | 20.9 – 19.8                    |
| L310 | 1 ½ - ¾             | 0.24                          | 0.84 – 1.02        | 20.8 – 20.0                    |

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que las presiones y velocidades cumplen con lo indicado en la G. O. 4.044, tabla 36, cuyos resultados fueron obtenidos a través de las corridas de PIPEPHASE para los casos estudiados.

### 3.2 Dimensionado de la red de distribución de agua caliente

El consumo de agua caliente estimado para la edificación se calculó tomando en consideración lo indicado en la Tabla N° 25 de la G.O. 4.044 (ver anexos). En la

referida norma consideran que las duchas consumen 280 lts/hr y los fregaderos de cocina 75 lts/hr. Adicionalmente, en la tabla N° 26 se indican que para instalaciones similares, como es el caso de hoteles, se multiplica la cantidad total de lts/hr por un factor de 0,25 con la finalidad de obtener la capacidad del equipo de producción en litros por hora. Cabe señalar que en la referida norma no se contemplan factores para cuarteles, en este sentido se adoptó el factor correspondiente a hoteles. Por otra parte, en el caso que nos ocupa se seleccionaron equipos electrónicos de fabricación nacional para el calentamiento de agua, por lo que no se hace necesario determinar la capacidad requerida de almacenamiento de agua caliente. Estos equipos ocupan poco espacio, ahorran energía eléctrica y son de larga duración. En el cuartel se analizó colocar tres equipos que servirán a un ramal cada uno. A continuación se muestra su dimensionado.

El consumo de agua caliente en los tramos de distribución del edificio se indica a continuación:

Tabla 5. Capacidad de producción requerida.

| Descripción de grupo sanitario | N° Duchas | N° Fregaderos | Consumo lts/hr | Capacidad de producción requerida (lts/hr) | Capacidad de producción requerida (lts/min) |
|--------------------------------|-----------|---------------|----------------|--|---|
| <b>GS - 1</b>                  | <b>1</b>  | <b>-</b>      | <b>280</b>     | <b>70</b>                                  | <b>1.17</b>                                 |
| <b>GS - 2</b>                  | <b>3</b>  | <b>-</b>      | <b>840</b>     | <b>210</b>                                 | <b>3.5</b>                                  |
| <b>GS - 4</b>                  | <b>2</b>  | <b>2</b>      | <b>710</b>     | <b>177.5</b>                               | <b>2.96</b>                                 |

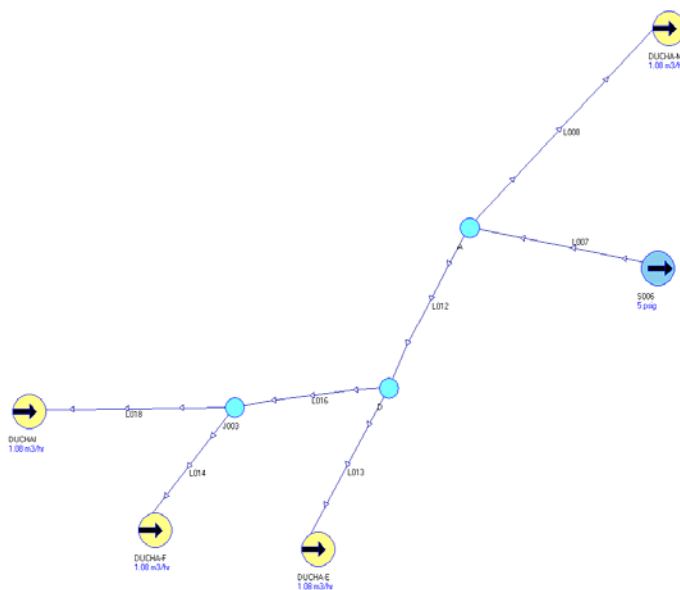
Fuente: Elaboración propia

Los equipos a utilizar son dos calentadores electrónicos termotronic o similar, sin almacenaje de agua con capacidad máxima de calentamiento de 10 lts/min a 45 °C., lo cual satisface las demandas exigidas en cada ramal a servir.

Para el dimensionado de la red de agua caliente se realizó una simulación con el software PIPEPHASE utilizando los gastos mínimos según la tabla 36 de la G. O.

4.044 para chequear las velocidades en las tomas, y otra utilizando el gasto promedio de las piezas sanitarias, esto con la finalidad de verificar las velocidades en los tramos internos de la red, ambas corridas se realizaron para las tres redes de agua caliente (ramal 1 y 2).

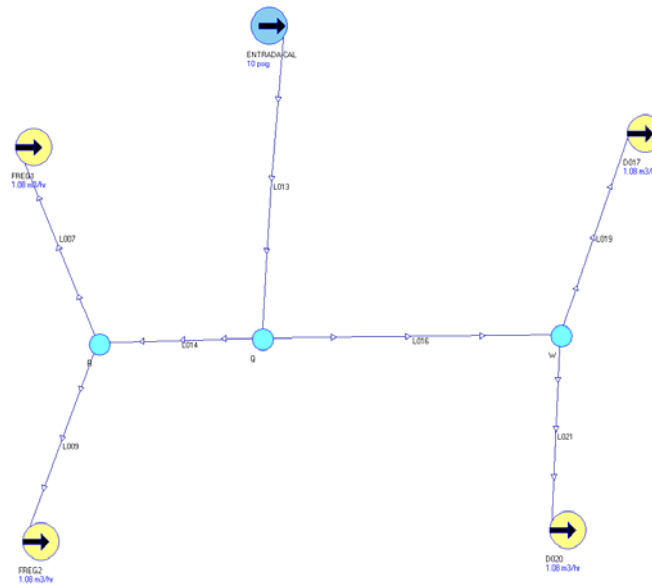
En las figuras 18y 19 se muestra la configuración de los ramales y red de distribución de agua caliente.



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Esquema de la red de agua caliente realizado para un gasto promedio





Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Esquema de la red de agua caliente realizado para un gasto promedio

### 3.3 Sistema de aducción de agua potable

La aducción para el edificio Núcleo de Bomberos (parcela A00100) será principalmente de forma directa debido a que también contará con un sistema de bombeo con hidroneumático para casos de emergencia.

La aducción directa se realizará pegándose a un nodo denominado AP6-1 destinado a la parcela A00100, este punto está ubicado en un ramal de la tubería principal el cual está pegado a la tubería matriz (principal) del Complejo Industrial Gran Mariscal de Ayacucho CIGMA, dicho ramal comienza en el nodo AP6. En el plano Nro. AP-6, se pueden visualizar mejor los puntos mencionados.

El nodo AP6-1 dispone de 10 lts/s y una presión de 48 psi, los cuales son suficientes para satisfacer la demanda del Núcleo de Bomberos; El nodo AP6-1 tiene coordenadas N = 1169825.31 y E = 574509.86; este suministra agua potable a través de una tubería de diámetro 3” de acero al carbono galvanizado a dicha edificación.

Se realizó una simulación con el software PIPEPHASE desde la entrada de agua al edificio hasta el punto AP6-1 para determinar la presión necesaria en dicho punto y dio como resultado una presión de 38.40 psi el cual está por debajo de la que suministra el punto AP6-1, garantizándose el buen funcionamiento de la red de agua potable. En la figura 20 se muestra un esquema de la corrida realizada para la aducción de la edificación de acuerdo con el plano Nro. AP-6.



Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Esquema de la aducción de agua potable desde el punto AP6-1 hasta la fuente del Núcleo de Bomberos.

### 3.4 Determinación de las dimensiones del tanque de agua potable necesarias para cubrir la demanda del Núcleo de Bomberos.

Se estima que la población que operará en el Núcleo de Bomberos es de aproximadamente 17 personas, con este dato y utilizando la Gaceta Oficial 4.044 artículo 110, el cual plantea que para cuarteles (considerándose similar a estaciones de bomberos) se utilizara una dotación de 300 litros/persona/día, calculando la dotación diaria de la edificación de la siguiente manera:

$$17 \text{ personas} * 300 \text{ lts} / \text{ persona} / \text{ día} = 5100 \text{ lts} / \text{ día}$$

El tanque de agua potable estará ubicado debajo del cuarto destinado para las bombas y sistema hidroneumático, dicho tanque tendrá medidas limitadas debido a la ubicación de las vigas de riostra y fundaciones, el mismo contará con una tanquilla para limpieza de 0,6 m x 0,6 m con su respectiva tapa de seguridad, también contará con un desnivel en el fondo de 20 cm para la acumulación de fangos. Para mejor detallado del tanque ver plano No AP - 8.

Las medidas del tanque son:

Litros totales: 5100 lts = 5.1 m<sup>3</sup>

Medidas óptimas:

Ancho= 1,30 mts

Largo= 1,57 mts

Profundidad= 2,50 mts

Medidas totales:

Ancho = 1,30 mts

Largo = 1,60 mts

Profundidad = 2,50 mts

Recamara de aire = 0,30 mts

Espesor de paredes del tanque=0,20 mts

### **3.5 Análisis estructural del tanque de agua.**

#### **3.5.1 Características de los materiales.**

$$f'c= 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fy= 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Tipo de suelo} = 1900 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Esfuerzo Admisible} = 1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Carga sobre la tapa superior} = 2000 \text{ Kg/m}$$

### 3.5.2 Dimensiones.

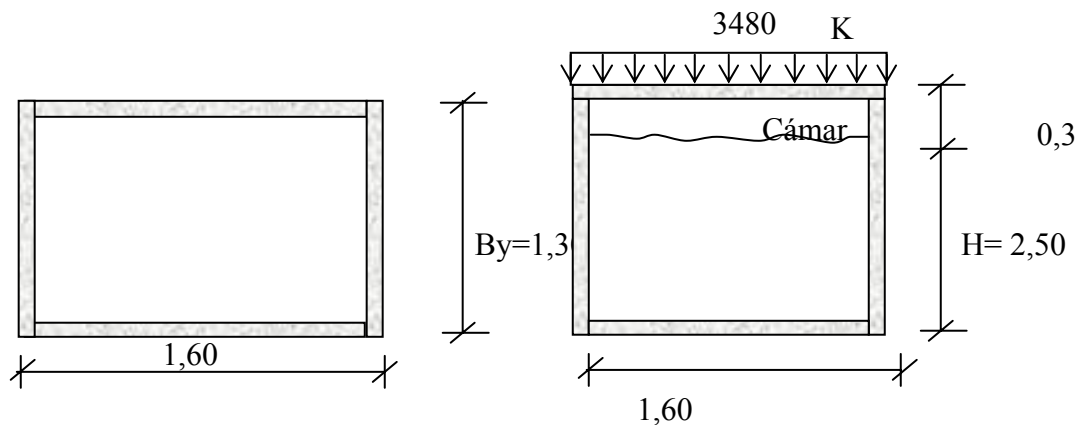
|               |      |                |
|---------------|------|----------------|
| Largo =       | 1,60 | m              |
| Ancho =       | 1,30 | m              |
| Profundidad = | 2,5  | m              |
| Volumen =     | 5,2  | m <sup>3</sup> |
| H/B=          | 1,92 |                |

$$C_p = 2000 \text{ Kg/m}^2$$

$$C_v = 400 \text{ Kg/m}^2$$

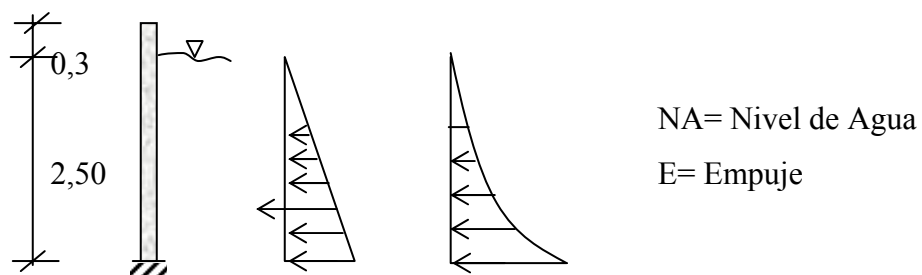
$$C_p = 1,4 * 2000 + 1,7 * 400$$

$$C_p = 3480 \text{ Kg/m}^2$$



### 3.5.3 Diseño de la pared AD (tipo).

#### 3.5.3.1. Actuando solo el empuje interior del agua.



$$E = \frac{1000 * (H^2)}{2}$$

$$E = \frac{1000 * (2,50)^2}{2}$$

$$E = 3125 \text{ Kg} \quad \text{donde;}$$

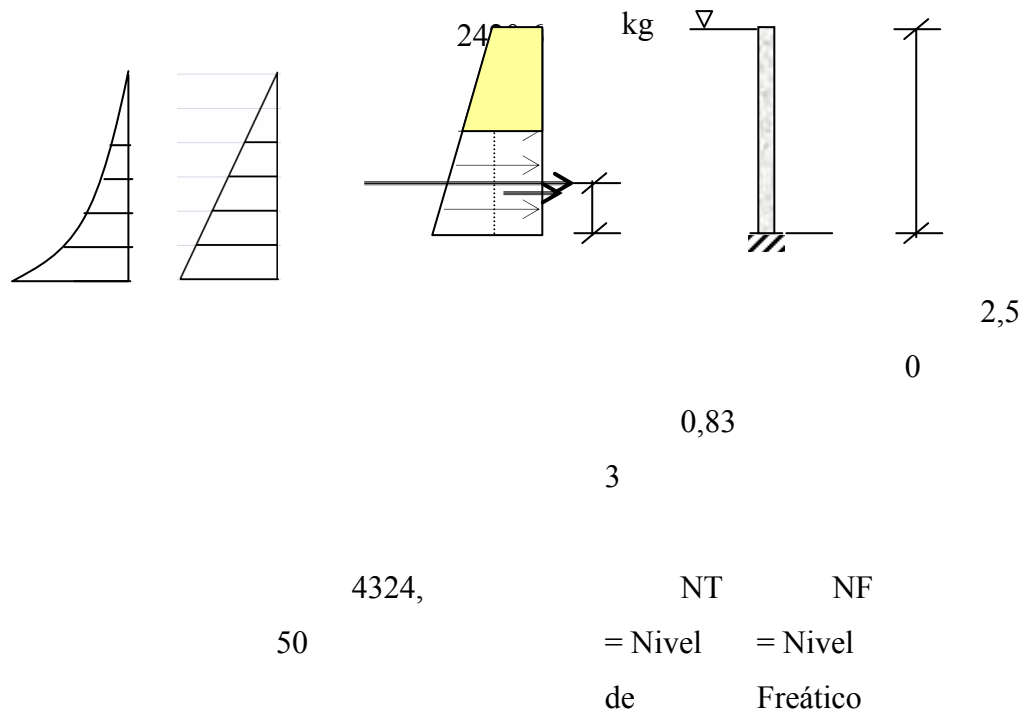
$$M_{\text{max}} = E * \frac{H}{3}$$

$$M_{\text{max}} = 3125 \text{ Kg} * \frac{2,5}{3}$$

$$M_{\text{max}} = 2604,17 \text{ Kg*m.}$$

### 3.5.3.2. Actuando solo el empuje del suelo.

Asumiendo  $k_a = 0,49$ , Coeficiente de empuje, tabla 14.3 M. G. Fratelli.



## Terreno

$$h = 2,50/3 = 0,8333$$

$$\sigma_1 = (3480+1900)*0,49 = 2636,2 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = (2636,2+1900)*2,5*0,49 = 5556,85 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_1 = 2636,2*2,5 = 6590,5 \text{ kg/m}$$

$$E_2 = ((6590,5 - 2636,2)/2) * 2,5 = 4942,88 \text{ kg/m}$$

$$E = 6590,5 + 4942,88$$

$$E = 11533,38 \text{ kg/m}$$

$$M_u = 11533,38 * 0,833$$

$$M_u = 9607,30 \text{ Kg/m}$$

Genera mayor momento la acción del suelo actuando solo;

$$d = \sqrt{\frac{9607,30 \times 100}{0,1448 \times 250 \times 100}}$$

$$d = 16.29 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm (Asumido)}$$

Verificación de corte:

$$V_u = \frac{9607,30 \times 0,833}{0,85 \times 20 \times 100}$$

$$V_u = 4,707 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\square V_c = 8,38 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\square V_c > V_u = \text{ok.}$$

### 3.5.3.3 Diseño del Acero

$$A_s = \frac{M_u}{(0,9)^2 \times F_{yxd}} \geq 0,0065bxd$$

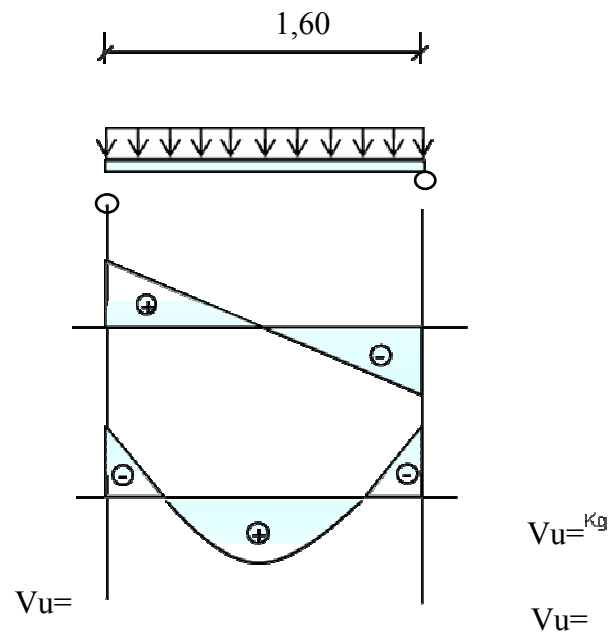
$$A_s = \frac{9607,30 \times 100}{(0,9)^2 \times 4200 \times 20} \geq 0,0065bxd \text{ (Asmin)}$$

$$A_s = 13,33 \geq 11,375 ; \text{ por lo tanto, } \frac{1}{2}'' \text{ c./10cm}$$

$A_s > A_s \text{ min}$  (se usa  $A_s$  como acero principal)

### 3.5.3.4 Diseño de la tapa del tanque

$$Q_u = 3480 \text{ kg/m.}$$



$$M_u = \quad \text{Kg}^*m$$

$$371,20$$

Se chequea el espesor de la losa según lo establecido en la Norma Covenin PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS EN CONCRETO ESTRUCTURAL1753-2006 para no tener necesidad de chequear la flecha, en este caso se chequea con L/20 para losas simplemente apoyadas

$$h = L/20$$

$$h = (1,6 \times 100)/20$$

$$h = 8 \text{ cm}$$

$$d = 20 - 8 \text{ cm}$$

$$h = 12 \text{ cm, Asumo placa } h = 20\text{cm.}$$

### 3.5.3.5 Diseño del Acero

$$A_s = \frac{M_u}{(0,9)^2 \times F_y \times d} \geq 0,0065bd$$

$$A_s = \frac{742,40 \times 100}{(0,9)^2 \times 4200 \times 20} \geq 0,0065bd \text{ (Asmin)}$$

$$A_s = 1,09 \leq 11,375 ; \text{ por lo tanto, } \mathbf{1/2'' \text{ c./10cm}}$$

$$A_s > A_s \text{ min (se usa } A_s \text{ como acero principal)}$$

## 3.6 Cálculo del sistema de bombeo de agua potable para la edificación.

### 3.6.1 Dimensionado del sistema hidroneumático

Los sistemas hidroneumáticos se basan en el principio de compresibilidad o elasticidad del aire cuando es sometido a presión.



En la Fig. 21, se presenta un esquema de funcionamiento de estos sistemas:

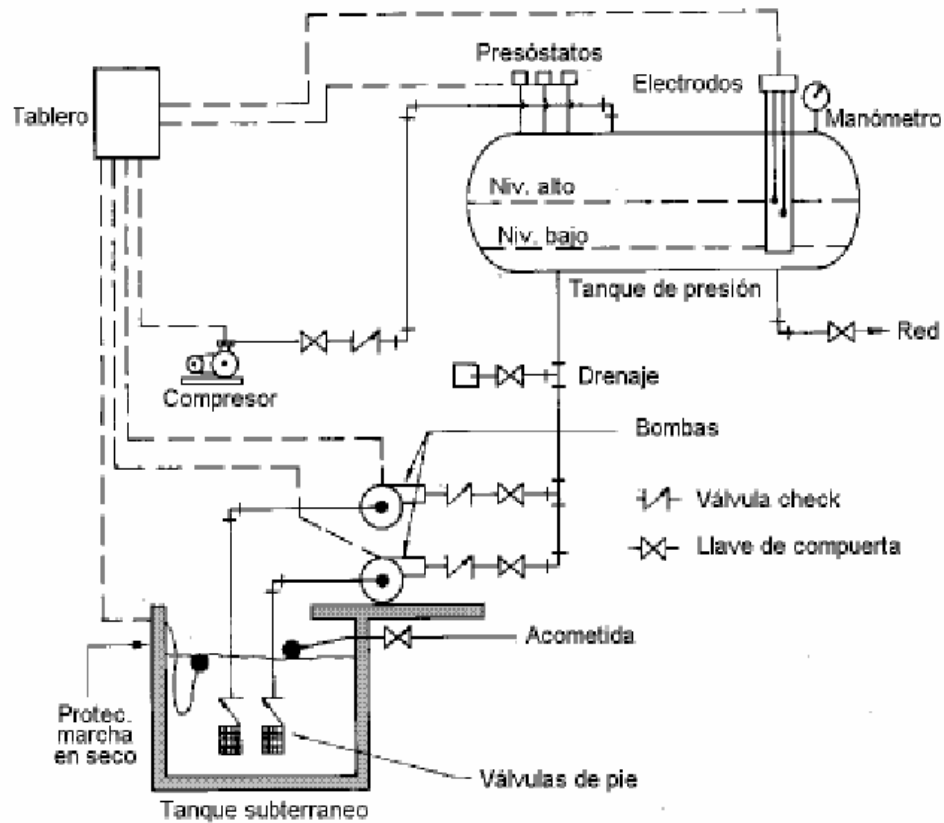


Figura 21. Arreglo típico de un sistema Hidroneumático

El funcionamiento de este sistema se explica a continuación: El agua suministrada del tanque subterráneo, es impulsada a un recipiente a presión (de dimensiones y características calculadas en función de la red de suministro) a través de un sistema de bombas y que contiene volúmenes variables de agua y aire. Cuando el agua entra al recipiente aumenta su nivel, al comprimirse el aire aumenta la presión, cuando se llega a un nivel de agua y presión determinadas se produce la señal de parada de la bomba y el tanque queda en la capacidad de abastecer la red.

Cuando los niveles de presión bajan a los mínimos preestablecidos, se acciona el mando de encendido de la bomba.

### 3.6.2 Consideraciones para el cálculo del sistema hidroneumático

Para el cálculo del sistema de bombeo, se requiere conocer:

- Dotación diaria y el caudal de bombeo
- Altura dinámica Total del sistema (A.D.T)

Igualmente se hace necesario la revisión de algunos parámetros básicos, los cuales se mencionan a continuación:

- Las velocidades de suministro, deben estar comprendidas entre 0,60 y 3,00 m/seg.
- El diámetro de la descarga de la Bomba, se determinará en función del gasto de bombeo, pudiéndose seleccionar según lo indicado en la Tabla N° 3.23.

Tabla 6. Diámetros de Descarga de las Bombas

| Caudales    |   |       | Diámetros           |                   |
|-------------|---|-------|---------------------|-------------------|
| (Lts /Seg.) |   |       | Nominal<br>(Pulgs.) | Interno<br>(cms.) |
| hasta       |   | 0,85  | 3/4                 | 2,09              |
| 0,86        | a | 1,50  | 1                   | 2,66              |
| 1,51        | a | 2,30  | 1-1/4"              | 3,53              |
| 2,31        | a | 3,40  | 1-1/2"              | 4,09              |
| 3,41        | a | 6,00  | 2"                  | 5,25              |
| 6,01        | a | 9,50  | 2-1/2"              | 6,27              |
| 9,51        | a | 13,50 | 3"                  | 7,79              |

|       |   |       |    |      |
|-------|---|-------|----|------|
| 13,51 | a | 24,00 | 4" | 10,2 |
|-------|---|-------|----|------|

Fuente: Gaceta Oficial 4.044

- El diámetro de la tubería de succión, será igual al diámetro inmediatamente superior al diámetro de la tubería de descarga, indicada en la Tabla N° 3.23.

- Para el caso de succión negativa, se considerará en la succión de la bomba una válvula de pie para prevenir la pérdida de cebado en el sistema de bombeo.

### 3.6.3 Diámetro de la tubería de succión y descarga de la bomba.

Para el cálculo se consideró que el caudal de bombeo es 70% del gasto probable ( $Q_d = 5,18$  lts/sg). Por lo que el caudal utilizado para el dimensionamiento del sistema Hidroneumático es de  $Q_b = 3,63$  lts/seg.

Según la tabla N° 24, expresa que para caudales comprendidos entre 3,41 y 6 lts/seg. El diámetro de descarga es de la bomba es de  $\Phi 2''$  y succión  $\Phi 2 \frac{1}{2}''$ .

### 3.6.4 Carga de la bomba (H). Altura dinámica total (A.D.T.)

De acuerdo a los resultados obtenidos para el cálculo del gasto probable ( $Q_d$ ), para el punto más desfavorable se obtuvo que la presión en la fuente sea de 35.9 psi. , por lo que para la descarga de la bomba se requieren 36 psi. (25,30m. col. de agua) para producir los consumos requeridos.

Para el cálculo de la altura dinámica total (H) se considera la formula siguiente:

$$H = h_s + h + h_{fs} + h_{fd} + 7.00 + 14.00$$

Donde,

$h_s$  = Altura de succión estanque bajo - bomba.

$h$  = Altura del edificio, nivel de la bomba - nivel de techo.

$h_{fs}$  = Perdida de succión y descarga de la bomba. Se estila usar 3.00 mts. (como mínimo).

$h_{fd}$  = sumatoria de las pérdidas desde la pieza más alejada al hidroneumático 16 Psi (11,25 m. col. de agua)

Sustituyendo los valores,

$$H = 2,35 + 4,50 + 3,00 + 11,25 + 7,00$$

Presión mínima total,

$$H = 28,1m. \quad H = 39,97psi.$$

Presión diferencial entre el arranque de la bomba y parada de la bomba,  $h=14m$ .

Presión máxima total,

$$H = 28,1 + 14 = 42,1m. \quad H = 59,88psi.$$

### 3.6.5 Factor de seguridad (10%)

$$10\% = 1,1 \times 42,1$$

$$ADT = 46,31m. \quad ADT = 65,86psi.$$

### 3.6.6 Dimensionado de la bomba y motor eléctrico

#### 3.6.6.1 Potencia de la bomba (Hp)

$$Hp_{Bomba} = \frac{Q \times H_{DINÁMICA}}{75 \times \eta}$$

$$Hp_{Bomba} = \frac{Q \times H}{45}$$

$$Hp_{Bomba} = \frac{3.63 \times 46.3}{45}$$

$$Hp_{Bomba} = 3.73 Hp$$

### 3.6.6.2 Potencia del motor (Hp)

$$Hp_{Motor} = 1.44(Bomba)$$

$$Hp_{Motor} = 1.44(3.73)$$

$$Hp_{Motor} = 5.37 Hp$$

(Potencia ajustada considerando motores Standard) = 7 HP.

La Bomba seleccionada es del tipo centrífuga, con las siguientes características:

Líquido a manejar = Agua Potable

Caudal = 3,63 lts / seg.

Diámetro de descarga de la bomba = 2 in.

Diámetro de succión de la bomba = 2-1/2 in.

Presión mínima = 39,97 Psi = 28,1m.

Presión máxima = 59,88 Psi = 42,1m.

Altura Dinámica Total (ADT) = 46,31m.

### 3.6.7 Número de bombas y caudal de bombeo

Según la Gaceta Oficial 4.044 un hidroneumático deberá tener solo dos bombas, ya que se debe dejar una unidad de bombeo de reserva para la rotación y para confrontar caudales de demanda súper-pico. Por lo tanto el sistema de bombeo

se requerirá dos (2) electrobombas de 5 Hp c/u. con la finalidad de cumplir con los consumos máximos de la red.

### 3.6.8 Dimensionado del tanque a presión

El dimensionamiento del tanque a presión, se efectúa tomando como parámetros de cálculo el caudal de bombeo ( $Q_b$ ), los ciclos por hora ( $u$ ) y la presión de operación.

### 3.6.9 Determinación del tipo de ciclo de bombeo ( $T_c$ )

Representa el tiempo transcurrido entre dos arranques consecutivos de las bombas y se expresa:

$$T_c = 1 \text{ hora} / U$$

Donde  $U = 6$  ciclos por hora, donde el factor multiplicador es:

$$F_m = 1250$$

$$T_c = 3.600 \text{ seg} / 6 = 600 \text{ seg.}$$

$$T_c = 600 \text{ seg.}$$

### 3.6.10 Determinación del Volumen del tanque ( $V_u$ )

Es el volumen utilizable del total del tanque y representa la cantidad de agua a suministrar entre la presión máxima y la presión mínima.

$$V_u = \frac{T_c \times Q_b (\text{Lts} / \text{seg.})}{4} = \frac{600 \times 3.63 \text{Lts} / \text{seg}}{4} = 544,5 \text{Lts}$$

$$V_u = 544,5 \text{Lts.}$$

### 3.6.11 Cálculo del porcentaje del volumen útil (%Vu)

Representa la relación entre el volumen utilizable y el volumen total del tanque:

$$\%Vu = \frac{90 \times (P_{\max} - P_{\min})}{P_{\max}} = \frac{90 \times (59,88 - 39,97)}{59,88} = 30\%$$

### 3.6.12 Cálculo del volumen del tanque (Vt)

$$Vt = \frac{Vu}{\%Vu} = \frac{544,5}{0,30} = 1815,00 \text{Lts.}$$

Ajustando el valor del volumen del tanque se considera,

$$Vt = 1.800 \text{ lts.}$$

### 3.6.13 Cálculo del Compresor

La función del compresor es reemplazar el aire que se pierde por absorción del agua y por posibles fugas. Su tamaño es generalmente pequeño.

$$U = \text{Número de ciclos por hora} = 6$$

Con el volumen útil del tanque ( $Vu$ ) = 544,5 lts y las recomendaciones constructivas de los fabricantes indican un compresor 0,5 CFM

### 3.7 Cálculo de la red de agua cruda en zona norte del Núcleo de Bomberos

Se tiene previsto que el uso principal del agua cruda proveniente de la red CIGMA sea para el riego de las áreas verdes a través de una red de tuberías y puntos de toma para conexión manual de estas áreas.

De acuerdo a la Gaceta 4.044, se requieren de 2 Lts/día/m<sup>2</sup> Lts/día de agua cruda para riego en los jardines y zonas verdes dentro del perímetro del área asignada al Núcleo de Bomberos. La conexión al punto de aducción AC-8 de la red de agua cruda CIGMA se hará a través de una sola toma en el área norte de las instalaciones del Edificio.

Para el diseño de la red se requiere el flujo o caudal que consume cada zona de riego.

Tabla 7. Áreas verdes zona norte.

| Área Verde | Área en m <sup>2</sup> | Riego requerido en Lts/d |
|------------|------------------------|--------------------------|
| Zona 1     | 913                    | 1826                     |
| Zona 2     | 383,68                 | 768,36                   |
| Zona 3     | 272                    | 544                      |
| Total      | 2.610                  | 3137,36                  |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 se aprecia la cantidad de agua requerida en la zona a estudiar. Se necesita el tiempo en el cual se aplicará los mencionados volúmenes de agua a cada zona, para conocer el caudal y por lo tanto los diámetros de las tuberías.



Considerando que el riego será por medio de aspersores industriales, se estimó que se requerirá de 30 min. por cada área de riego, debido a consideraciones y requerimientos de la empresa contratista.

El caudal de agua en la tubería principal es el siguiente:

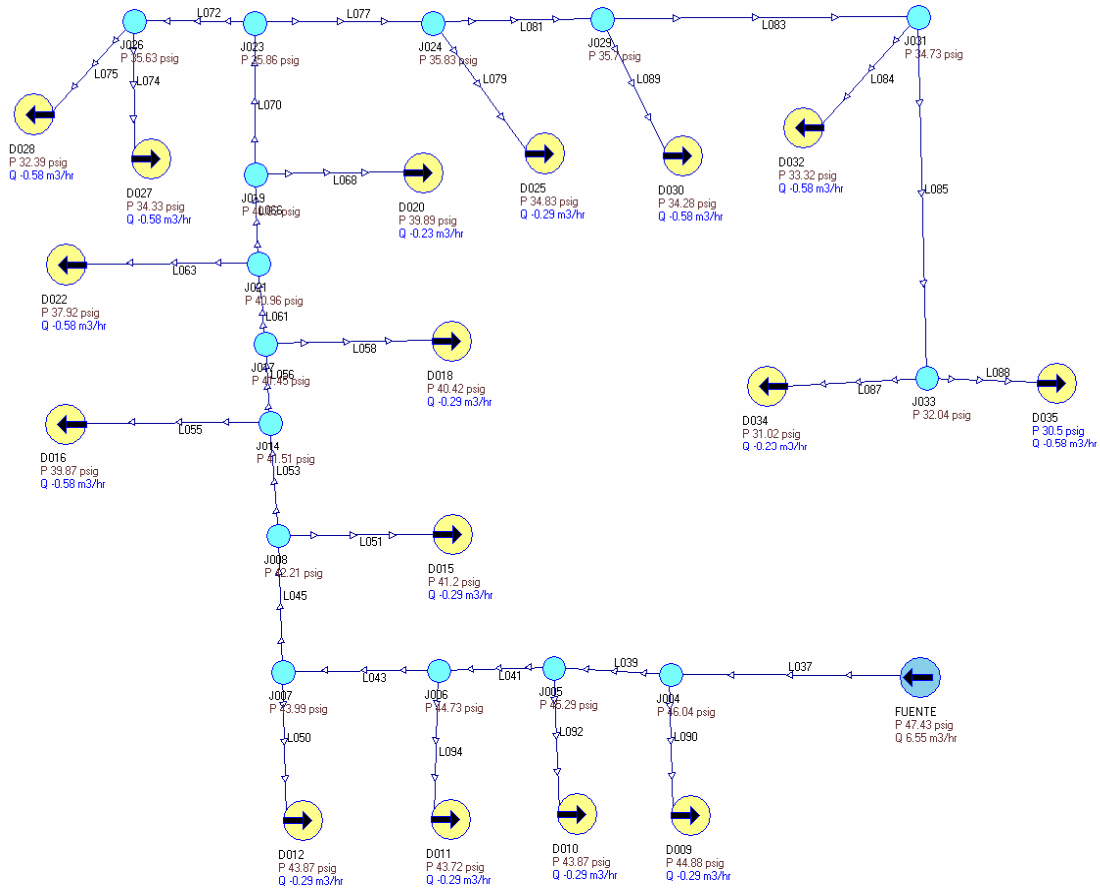
$$\frac{3137,36 \text{ Lts}}{30 \text{ min}} = 104,58 \text{ Lts/min} = 1,74 \text{ Lts/seg. (Área norte)}$$

Para el área requerida a regar se estima un aproximado de 16 aspersores con radios comprendidos entre 3 y 5 m. y un requerimiento de presión de 2.1 bar, igual a 30,54 psi (21,4m de col de agua).

Se simuló la red en el programa PIPEPHASE 9.0 considerando diámetros de 1 1/2" y 3/4" sch 80, acero al carbono A106 Gr B, extremos roscados, sin costura, según la especificación HA2 de la norma PDVSA H-221. Y considerando el rango de velocidades de flujo en la tubería entre 0,6 y 3 m/seg.

La presión disponible en el punto de conexión con la red CIGMA (AC-8) es de la diferencia piezométrica entre 65 msnm y la altura de dicha instalación (25,50 msnm), por lo tanto se dispone de:  $65 - 25,5 = 39,5$  metros de columna de agua (56,18 psi), por lo tanto, por resultados obtenidos en la simulación del software PIPEPHASE 9.0, se pudo obtener una presión requerida en la fuente de 47,43 psi (33,34 metros de columna de agua), siendo este valor aceptable de acuerdo a la norma y satisfacen las exigencias del sistema de aspersores.

De los resultados obtenidos se concluye que para el suministro de agua cruda para el riego de las áreas verdes del Núcleo de Bomberos considerando el punto más desfavorable hidráulicamente P.M. 1 se requiere de una tubería principal de 1-1/2".



Fuente: Elaboración propia

figura 22. Red de simulación de agua de riego para el Núcleo de Bomberos

### 3.8 Diseño de la red de recolección y disposición de aguas servidas

#### Metodología

La metodología utilizada para dimensionar el sistema de recolección de aguas servidas del edificio Núcleo de Bomberos, colector y disposición, es la descrita en las “Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones”, según Gaceta Oficial Extraordinaria N° 4.044 de la

República de Venezuela del Jueves 8 de Septiembre de 1.988 y Gaceta Oficial Extraordinaria N° 4.103 de la República de Venezuela del Viernes 2 de Junio de 1.989.

### **3.8.1 Procedimiento y criterios adoptados para el cálculo de la red de recolección y ventilación en la edificación.**

- Se elaboró el diagrama de la red de tuberías de recolección del sistema de aguas servidas y ventilación de acuerdo a los planos de distribución de planta del edificio.

- A cada ramal de recolección se le especificó el número de piezas sanitarias atendidas.

- Para el cálculo del diámetro de las tuberías de aguas negras se empleó el método de “Unidades de Descarga”.

- Los diámetros de los conductos y ramales de desagüe, bajantes y cloacas, se calcularon de acuerdo con el número total de unidades de descarga de las piezas sanitarias servidas de acuerdo a lo contemplado en la Tabla 40 de la Gaceta Oficial 4.044 (ver anexos).

- El diámetro de los conductos y ramales de desagüe se regirán de acuerdo a la tabla 39 de la Gaceta 4.044, sin embargo, se utilizarán diámetros en duchas, inodoros de piso, bebederos, fregaderos, lavamopas y lavamanos de Ø 2” (50.8mm), en urinarios, bateas en lavandería y desagües de lavadoras serán de Ø 3” (76.2mm) y en excusados será de Ø 4” (101.6mm).

- Los conductos y ramales de desagüe para conducir a la cloaca las aguas servidas tendrán una pendiente del 1% en las de Ø 4" (101.6mm) y del 2% en las de Ø 2" (50.8mm) y Ø 3" (76.2mm).

- Los conductos y ramales de desagüe así como también las cloacas de aguas servidas tendrán una velocidad de flujo dentro de ellos superior a 0.60 m/s.

- Los cambios de dirección en las tuberías de desagüe se harán utilizando yes de 45° y codos de 45°, en caso de realizar cambios de dirección de 90° se utilizarán tanquillas con dimensiones mínimas de 0.6 x 0.6m. con profundidad variable dependiendo de la topografía del terreno.

- La tubería principal de ventilación tendrá un diámetro uniforme en toda su extensión de Ø 2" (50.8mm) y se instalará tan recta como sea posible. Su extremo inferior debe conectarse al pie del correspondiente bajante de aguas servidas o por debajo del nivel de conexión del ramal de desagüe más bajo conectado. Su extremo superior se prolongará directamente al aire exterior a 15 cm. por encima del techo para que no queden sujetas a inundación.

### **3.8.2 Procedimiento y criterios adoptados para el cálculo del colector de aguas servidas.**

- Elaboración de diagrama de la red de tuberías externas de aguas servidas de acuerdo al plano de planta sistema de aguas negras del Núcleo de Bomberos.

- Para el cálculo del gasto de diseño del colector principal, previamente se calcularon los diferentes aportes de los colectores de la edificación.

- El aporte que se calculó es el gasto de las aguas servidas domiciliarias (proveniente del acueducto), el cual se obtuvo aplicando la fórmula siguiente:

$$Q_{m\acute{a}x} = Q_{med} * k * R \quad \text{Ec. (3.1)}$$

De acuerdo al artículo 135, capítulo X de la Gaceta Oficial N° 4.103.

- Se calculó la pendiente del colector de acuerdo a perfiles obtenidos de los planos de topografía modificada. El punto de llegada o conexión final del colector será en la boca de visita C-13 que pertenece al colector principal del complejo CIGMA.

- Una vez obtenida la pendiente y el gasto total de diseño y utilizando una tubería de PVC y de 6", se calculó el caudal en l/s y la velocidad en m/s para un conducto circular a sección plena a través del ábaco para fórmula de Manning con coeficiente de rugosidad  $n = 0.0011$ . [9]

- Luego de haber obtenido la velocidad y el caudal a sección plena y teniendo el caudal real, se calculó la velocidad real a través de la tabla A.1 relación de elementos hidráulicos de una sección circular. [10]

- Una vez obtenida la velocidad real, se chequeó que la misma se encuentre entre los rangos exigidos por la Gaceta N° 4.103, capítulo X de la Gaceta N° 4.103 en los artículos 150 y 151, donde se recomienda que la velocidad mínima a sección llena, en colectores de aguas residuales debe ser de 0,60 m/s y la velocidad máxima permisible en tuberías de Cloruro de Polivinilo (PVC) debe ser de 4,50 m/s.

### 3.8.3 Premisas

Las premisas consideradas son las siguientes:

- La tubería seleccionada para este tipo de servicio es de Cloruro de Polivinilo PVC. [11]

- La descarga de aguas negras será en la boca de visita C-13 perteneciente a la red principal de aguas negras del Complejo Industrial Gran Mariscal de Ayacucho CIGMA.

- Los excusados y urinarios utilizarán fluxometro.

### 3.8.4 Descripción de las instalaciones

En el plano de planta del edificio Núcleo de Bomberos, plano N° AS - 1, se detallan las instalaciones sanitarias a construirse.

La dotación de piezas sanitarias cumple con las Normas de la Gaceta Oficial 4.044, capítulo IX que establece el tipo y número mínimo requerido de piezas sanitarias a instalar en las edificaciones de uso privado y público. En la tabla 9 se muestra el número y tipos de piezas sanitarias a utilizar en la edificación.

Tabla 7. Distribución agua potable estación de bomberos CIGMA

| AREA                       | Lav(D) | Lav<br>© | Exc(D<br>) | Exc© | Urin<br>© | Duch(<br>D) | Duch<br>© | Beb | Toma | Lav.<br>P |
|----------------------------|--------|----------|------------|------|-----------|-------------|-----------|-----|------|-----------|
| RECEPCION                  |        |          |            |      |           |             |           |     |      |           |
| PATIO INTERNO              |        |          |            |      |           |             |           |     | 1    |           |
| PORCHE<br>TECHADO          |        |          |            |      |           |             |           |     | 1    |           |
| BAÑOS DE<br>TALLER DE REP. | 2      | 1        | 1          | 1    | 1         | 1           | 1         |     |      |           |
| BAÑOS VISITAS              | 2*     | 1*       | 1*         | 1*   | 1*        |             |           |     |      |           |
| DORMITORIO DE<br>DAMAS     | 1      |          | 1          |      |           |             |           |     |      |           |

|                      |  |   |  |   |   |  |   |   |   |   |
|----------------------|--|---|--|---|---|--|---|---|---|---|
| PRIMEROS AUXILIOS    |  | 1 |  | 1 |   |  |   |   |   |   |
| OBSERVACION          |  | 1 |  |   |   |  |   |   |   |   |
| PASILLOS             |  |   |  |   |   |  |   |   | 2 |   |
| COCINA               |  |   |  |   |   |  |   |   |   | 2 |
| COMEDOR              |  |   |  |   |   |  |   | 1 |   |   |
| LAVAMOPA             |  |   |  |   |   |  |   |   | 1 |   |
| BAÑO CABALLEROS      |  | 3 |  | 3 | 2 |  | 3 |   |   |   |
| ESTACION DE UNIDADES |  |   |  |   |   |  |   |   | 2 |   |
| ASEO                 |  |   |  |   |   |  |   |   | 1 |   |
| HIDRONEUMATICO       |  |   |  |   |   |  |   |   | 1 |   |

Fuente: Elaboración propia

\* Privado.

### 3.8.5 Unidades de descarga de aguas servidas

En la Tabla 10 se listan las piezas sanitarias para el edificio, su tipo, ubicación y unidades de descarga asociadas según los valores indicados en el capítulo XXIII de la Gaceta Oficial N° 4.044.

Tabla 8. Unidades de descarga del Núcleo de Bomberos

| PIEZAS SANITARIAS ESTIMADAS |            | CANTIDAD | UNIDADES DE DESCARGA | UNIDADES DE DESCARGA TOTALES |
|-----------------------------|------------|----------|----------------------|------------------------------|
| GRUPO SANITARIO 1           | EXCUSADO   | 2        | 6                    | 12                           |
|                             | LAVAMANOS  | 3        | 2                    | 6                            |
|                             | URINARIOS  | -        | -                    | -                            |
|                             | LAVAMOPAS  | -        | -                    | -                            |
|                             | DUCHAS     | 1        | 0.5                  | 0.5                          |
| GRUPO SANITARIO 2           | EXCUSADO   | 3        | 6                    | 18                           |
|                             | LAVAMANOS  | 3        | 2                    | 6                            |
|                             | URINARIOS  | 2        | 4                    | 8                            |
|                             | DUCHAS     | 3        | 3                    | 9                            |
| GRUPO SANITARIO 3           | EXCUSADO   | 2        | 6                    | 12                           |
|                             | LAVAMANOS  | 3        | 2                    | 6                            |
|                             | URINARIOS  | 1        | 4                    | 4                            |
|                             | LAVAMOPAS  | -        | -                    | -                            |
|                             | BEBEDEROS  | 1        | 0.5                  | 0.5                          |
| GRUPO SANITARIO 4           | EXCUSADO   | 2        | 6                    | 12                           |
|                             | LAVAMANOS  | 3        | 2                    | 6                            |
|                             | URINARIOS  | 1        | 4                    | 4                            |
|                             | FREGADEROS | 2        | 2                    | 4                            |
|                             | BEBEDEROS  | -        | -                    | -                            |
| GRUPO SANITARIO 5           | EXCUSADO   | -        | -                    | -                            |
|                             | LAVAMANOS  | -        | -                    | -                            |
|                             | URINARIOS  | -        | -                    | -                            |



|         |           |   |     |       |
|---------|-----------|---|-----|-------|
|         | LAVAMOPAS | 1 | 2   | 2     |
|         | BEBEDEROS | 1 | 0.5 | 0.5   |
| TOTALES |           |   |     | 110.5 |

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidas las unidades de descarga, se chequeó en la tabla 42 de la Gaceta 4.044 (ver anexos) el número máximo de unidades de descarga que puede ser conectado a conductos y a ramales de desagüe y a los bajantes de aguas servidas. En donde para cualquier conducto o ramal de desagüe de  $\varnothing$  2" deberá transitar un número máximo de 6 unidades de descarga, para  $\varnothing$  3" un número máximo de 32 unidades de descarga y para  $\varnothing$  4" un número máximo de 160 unidades de descarga.

De acuerdo a los diámetros utilizados en el Núcleo de Bomberos se observa que los diámetros utilizados cumplen con la tabla 42 de la Gaceta 4.044.

### 3.8.6 Cálculos del colector de aguas servidas

#### 3.8.6.1 Cálculo del gasto de las aguas servidas domiciliarias (aporte proveniente de las aguas blancas utilizadas)

De acuerdo al artículo 135 de la Gaceta Oficial Extraordinaria N° 4.103, del 02/06/1.989, el valor del gasto máximo promedio diario de las aguas residuales ( $Q_{\text{máx.}}$ ) se obtendrá aplicando la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{máx.}} = Q_{\text{med}} * k * R$$

**Ec. 3.1**

Donde:

$Q_{\text{med}}$  = Gasto medio diario del sistema de abastecimiento de agua potable

en litros por segundo.

$k$  = Coeficiente de población (Adimensional).

$R$  = Coeficiente del gasto de reingreso (Adimensional).

$Q_{med}$  = Gasto promedio diario anual de agua potable para uso domiciliario.

El valor utilizado se obtuvo considerando el valor total de unidades de gasto de agua. Las Unidades Totales de Gasto del Núcleo de Bomberos son 155. Con este valor, se consultó la tabla 37 de la Gaceta Oficial N° 4.044 del 8/9/1.988, la cual arroja un gasto promedio de 5.18l/s.

$k$  = Es la variable que contempla la población a servir en el tramo en estudio. Aunque en este caso este valor puede ser uno, de acuerdo al artículo 135 capítulo X de la Gaceta N° 4.103 de 1989,  $k$  hasta 20.000 hab. es 3. En este sentido se adoptará este valor en los cálculos.

$R$  = El coeficiente del gasto de reingreso, que refleja el hecho de que no toda el agua potable que es suministrada retorna al sistema de aguas negras. De acuerdo al mismo artículo 135 de la Gaceta citada este valor es de 0,80.

Utilizando la ecuación 3.1 se obtiene:

$$Q_{m\acute{a}x} = 5,18 \times 3 \times 0,80$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 12,43 \text{ lts / seg}$$

El caudal de diseño utilizado es:

$$Q_{dise\tilde{n}o} = 12,43 \text{ lts/seg.}$$

Se calculo la pendiente del colector, dicho colector comienza en la tanquilla principal (Tanquilla T-4) hasta la boca de visita C-13.

La tanquilla principal tiene una profundidad de 1,20 mts, la boca de visita tiene una profundidad de 2.10 mts, la distancia entre la tanquilla principal y la boca de visita es de 139.50 mts; obteniéndose una pendiente a través de la ecuación 3.2 de:

$$i = \frac{HM - hm}{d} * 100 = \frac{2,10 - 1,20}{139,50} * 100 \Rightarrow i = 0.65\% \quad \text{Ec. 3.2}$$

En donde:

I = pendiente del colector.

HM = altura mayor.

hm = altura menor

d = distancia

Una vez obtenida la pendiente y el gasto de diseño y utilizando una tubería de PVC y de Ø 6", se calculo el caudal en l/s y la velocidad en m/s para un conducto circular a sección plena a través del ábaco para fórmula de Manning con coeficiente de rugosidad  $n = 0,011$  del libro Cloacas y drenajes autor Simón Arocha. En la figura 23 se puede apreciar el ábaco.

El artículo 147 de la Gaceta N° 4.103, expresa que el diámetro mínimo de los colectores cloacales para aguas residuales, será de Ø 8"; salvo en casos aislados muy especiales, que podrá utilizarse un diámetro de Ø 6". En el caso que nos ocupa se trata de un colector secundario que aportará al colector principal del Complejo, lo

cual puede ser considerado como un caso especial, por lo tanto se asumirá un diámetro de  $\varnothing 6''$ .

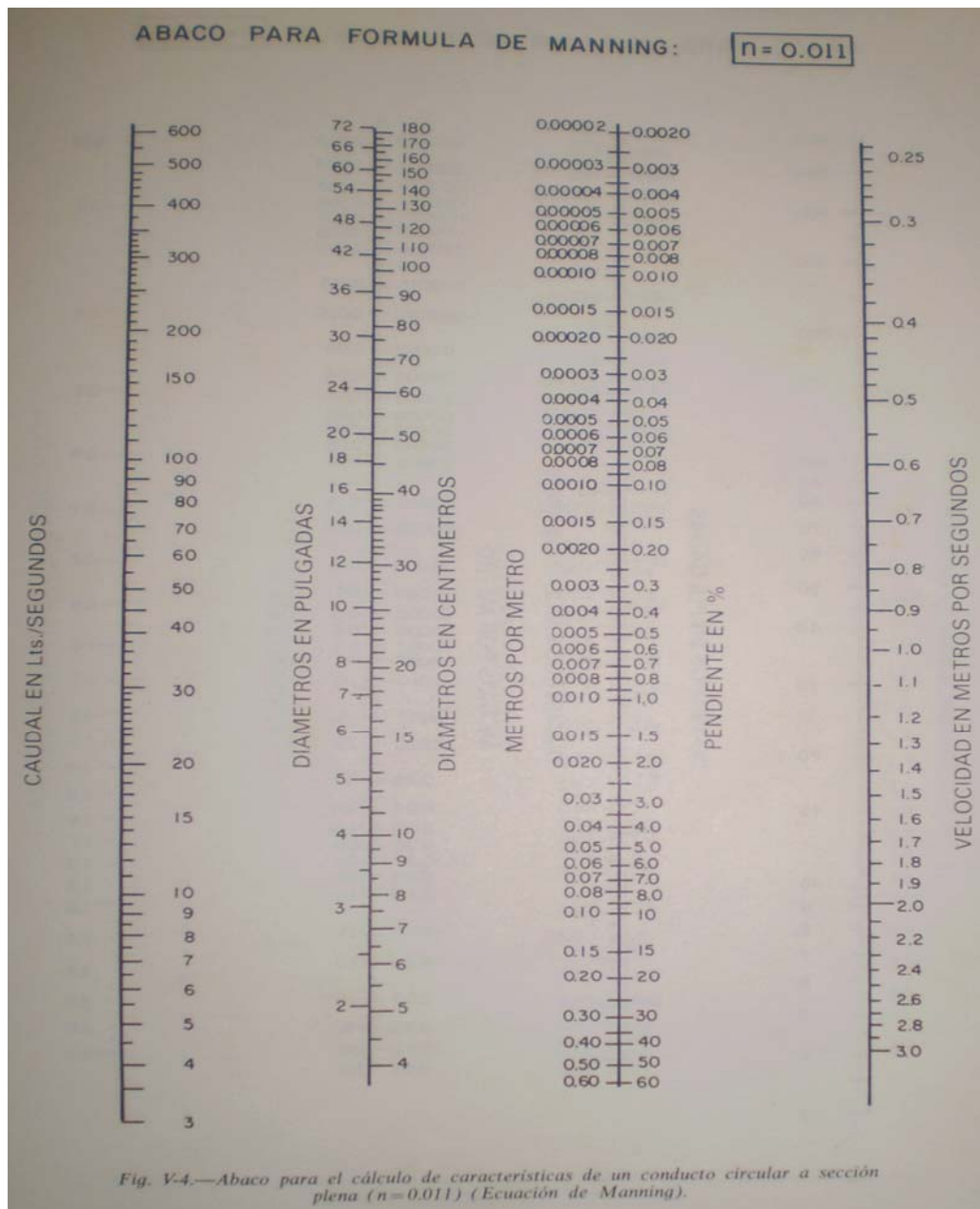


Figura 23. Ábaco para la fórmula de Manning.

Fuente: Simón Arocha, “Cloacas y Drenajes”.

En el ábaco mostrado se pudo obtener un caudal a sección plena de 15,6 l/s y una velocidad a sección plena de 0,9 mts/s.

Con el caudal de diseño, caudal a sección plena y la velocidad a sección plena podemos obtener la velocidad real a través de la tabla A.1 relación de elementos hidráulicos de una sección circular.

**TABLAS PARA EL CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES**

**TABLA A.1 RELACIÓN DE ELEMENTOS HIDRÁULICOS DE UNA SECCION CIRCULAR**

| ALTURA<br>H/D | ANGULO<br>$\theta$ | SENO<br>$\theta$ | PERIMET<br>Pr/Pc | AREA<br>Ar/Ac | RADIO<br>Rr/Rc | VELOC.<br>Vr/Vc | GASTO<br>Qr/Qc |
|---------------|--------------------|------------------|------------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|
| 0.00          | 0.00               | 0.00             | 0.00             | 0.00          | 0.00           | 0.00            | 0.00           |
| 0.02          | 32.52              | 0.54             | 0.09             | 0.00          | 0.05           | 0.14            | 0.00           |
| 0.04          | 46.15              | 0.72             | 0.13             | 0.01          | 0.10           | 0.22            | 0.00           |
| 0.06          | 56.72              | 0.84             | 0.16             | 0.02          | 0.16           | 0.29            | 0.01           |
| 0.08          | 65.72              | 0.91             | 0.18             | 0.04          | 0.21           | 0.35            | 0.01           |
| 0.10          | 73.74              | 0.96             | 0.20             | 0.05          | 0.25           | 0.40            | 0.02           |
| 0.12          | 81.07              | 0.99             | 0.23             | 0.07          | 0.30           | 0.45            | 0.03           |
| 0.14          | 87.89              | 1.00             | 0.24             | 0.09          | 0.35           | 0.50            | 0.04           |
| 0.16          | 94.31              | 1.00             | 0.26             | 0.10          | 0.39           | 0.54            | 0.06           |
| 0.18          | 100.42             | 0.98             | 0.28             | 0.12          | 0.44           | 0.58            | 0.07           |
| 0.20          | 106.26             | 0.96             | 0.30             | 0.14          | 0.48           | 0.62            | 0.09           |
| 0.22          | 111.89             | 0.93             | 0.31             | 0.16          | 0.52           | 0.65            | 0.11           |
| 0.24          | 117.34             | 0.89             | 0.33             | 0.18          | 0.57           | 0.68            | 0.13           |
| 0.26          | 122.63             | 0.84             | 0.34             | 0.21          | 0.61           | 0.72            | 0.15           |
| 0.28          | 127.79             | 0.79             | 0.35             | 0.23          | 0.65           | 0.75            | 0.17           |
| 0.30          | 132.84             | 0.73             | 0.37             | 0.25          | 0.68           | 0.78            | 0.20           |
| 0.32          | 137.80             | 0.67             | 0.38             | 0.28          | 0.72           | 0.80            | 0.22           |
| 0.34          | 142.67             | 0.61             | 0.40             | 0.30          | 0.76           | 0.83            | 0.25           |
| 0.36          | 147.48             | 0.54             | 0.41             | 0.32          | 0.79           | 0.86            | 0.28           |
| 0.38          | 152.23             | 0.47             | 0.42             | 0.35          | 0.82           | 0.88            | 0.31           |
| 0.40          | 156.93             | 0.39             | 0.44             | 0.37          | 0.86           | 0.90            | 0.34           |
| 0.42          | 161.59             | 0.32             | 0.45             | 0.40          | 0.89           | 0.92            | 0.37           |
| 0.44          | 166.22             | 0.24             | 0.46             | 0.42          | 0.92           | 0.94            | 0.40           |
| 0.46          | 170.82             | 0.16             | 0.47             | 0.45          | 0.95           | 0.96            | 0.43           |
| 0.48          | 175.42             | 0.08             | 0.49             | 0.47          | 0.97           | 0.98            | 0.47           |
| 0.50          | 180.00             | 0.00             | 0.50             | 0.50          | 1.00           | 1.00            | 0.50           |
| 0.52          | 184.58             | -0.06            | 0.51             | 0.53          | 1.02           | 1.02            | 0.53           |
| 0.54          | 189.18             | -0.16            | 0.53             | 0.55          | 1.05           | 1.03            | 0.57           |
| 0.56          | 193.78             | -0.24            | 0.54             | 0.58          | 1.07           | 1.05            | 0.60           |
| 0.58          | 198.41             | -0.32            | 0.55             | 0.60          | 1.09           | 1.06            | 0.64           |
| 0.60          | 203.07             | -0.39            | 0.56             | 0.63          | 1.11           | 1.07            | 0.67           |
| 0.62          | 207.77             | -0.47            | 0.58             | 0.65          | 1.13           | 1.08            | 0.71           |
| 0.64          | 212.52             | -0.54            | 0.59             | 0.68          | 1.14           | 1.09            | 0.74           |
| 0.66          | 217.33             | -0.61            | 0.60             | 0.70          | 1.16           | 1.10            | 0.77           |
| 0.68          | 222.20             | -0.67            | 0.62             | 0.72          | 1.17           | 1.11            | 0.81           |
| 0.70          | 227.16             | -0.73            | 0.63             | 0.75          | 1.18           | 1.12            | 0.84           |
| 0.72          | 232.21             | -0.79            | 0.65             | 0.77          | 1.19           | 1.13            | 0.87           |
| 0.74          | 237.37             | -0.84            | 0.66             | 0.79          | 1.20           | 1.13            | 0.90           |
| 0.76          | 242.60             | -0.89            | 0.67             | 0.82          | 1.21           | 1.14            | 0.93           |
| 0.78          | 243.11             | -0.93            | 0.69             | 0.84          | 1.21           | 1.14            | 0.95           |
| 0.80          | 253.74             | -0.96            | 0.70             | 0.86          | 1.22           | 1.14            | 0.98           |
| 0.82          | 259.58             | -0.98            | 0.72             | 0.88          | 1.22           | 1.14            | 1.00           |
| 0.84          | 265.69             | -1.00            | 0.74             | 0.90          | 1.22           | 1.14            | 1.02           |
| 0.86          | 272.11             | -1.00            | 0.76             | 0.91          | 1.21           | 1.14            | 1.04           |
| 0.88          | 278.93             | -0.99            | 0.77             | 0.93          | 1.20           | 1.13            | 1.05           |
| 0.90          | 286.26             | -0.96            | 0.80             | 0.95          | 1.19           | 1.12            | 1.07           |
| 0.92          | 294.28             | -0.91            | 0.82             | 0.96          | 1.18           | 1.12            | 1.07           |
| 0.94          | 303.28             | -0.84            | 0.84             | 0.98          | 1.16           | 1.10            | 1.08           |
| 0.96          | 313.85             | -0.72            | 0.87             | 0.99          | 1.13           | 1.09            | 1.07           |
| 0.98          | 327.48             | -0.54            | 0.91             | 1.00          | 1.09           | 1.06            | 1.06           |
| 1.00          | 360.00             | 0.00             | 1.00             | 1.00          | 1.00           | 1.00            | 1.00           |

Figura 24. Relación de elementos hidráulicos.

Fuente: Ana Ghannem, "Fundamentos para el cálculo de alcantarillado".

$$\frac{Q_r}{Q_c} = \frac{12,43 \text{ lts/s}}{15,6 \text{ lts/s}} = 0,80$$

Con 0,80;  $V_r/V_c = 1,11$

$$V_r = 1,11 * 0,8 = 0,88 \text{ mts/s.}$$

En donde:

$Q_r$  = Caudal real en lts/s

$Q_c$  = Caudal a sección plena en lts/s.

$V_r$  = Velocidad real en mts/s

$V_c$  = Velocidad a sección plena en mts/s.

De acuerdo al artículo 150 y 151 de la Gaceta N° 4.103 capítulo X, las velocidades mínimas y máximas son 0,60 y 4,50 m/s respectivamente, por lo tanto la velocidad obtenida se encuentra entre el rango mínimo y máximo.

A través de todos estos cálculos se obtuvo un colector hecho con una tubería de PVC de 6" con una longitud total de 139.50 mts en donde transitarán aguas negras con una capacidad de 15,6 lts/s a una velocidad de 0,88 mts/s con una pendiente de 0,65 %.

### **3.8.7 Tubería de ventilación**

En los conductos y ramales de desagüe se producen gases de descomposición. Es necesario establecer una barrera contra el paso de los gases a través de las piezas sanitarias al medio ambiente, para ello se emplean los sifones que es un tubo en forma de "S" que retiene en cada descarga cierta porción de agua.

La tubería principal de ventilación será de PVC y tendrá un diámetro uniforme en toda su extensión de  $\varnothing$  2" y se instalará tan recta como sea posible. Su extremo inferior debe conectarse al pie del correspondiente bajante de aguas servidas o por debajo del nivel de conexión del ramal de desagüe más bajo conectado. Su extremo superior se prolongará directamente al aire exterior a 15 cm por encima del techo para que no queden sujetas a inundación.

Se utilizaron dependiendo del sitio (ver plano de planta e isométricos de aguas negras) sistemas de ventilación individual, húmeda, en conjunto y ventilación en común cumpliendo todas con la gaceta oficial 4.044.

### **3.9 Red de distribución de aguas de lluvia**

#### **3.9.1 Introducción**

Se realizarán los cálculos de drenaje vial, longitudinal y transversal, asociado a la vialidad de acceso al Núcleo de Bomberos, los estacionamientos, áreas verdes y las edificaciones en donde se requiera drenar agua de lluvia. El planteamiento de las obras de drenaje corresponde a obras para uso definitivo en la vialidad del complejo y de la infraestructura, diseñada para una frecuencia de 25 años, según se describe en puntos siguientes.

#### **3.9.2 Información básica y datos**

Levantamiento aerofotogramétrico del área de CIGMA.

Levantamiento topográfico terrestre de las franjas correspondientes a los corredores de servicio donde se implantará la vialidad definitiva.



Se cuenta como datos las curvas de intensidad-duración-frecuencia de las precipitaciones en el área, realizado por la empresa INCOSTAS en la ingeniería básica y verificada en este proyecto (ingeniería de detalles), en donde se muestran las curvas de cálculo de caudales a manejar en los corredores y el dimensionado de las obras de drenaje.

Fotografías aéreas e imágenes de satélite del área en estudio.

De acuerdo con la importancia de la vialidad en los corredores, los períodos de retorno para el diseño de los drenajes transversales y longitudinales de la vialidad, siguiendo las recomendaciones contenidas en texto [15], la empresa INCOSTAS adoptó 25 años para ambos tipos de drenaje. En este sentido, para el Núcleo de Bomberos, se adoptará el mismo periodo de retorno, verificado y confirmado según la zona en estudio.

La estimación de los caudales se realizó siguiendo el método racional, ya que se trata de una cuenca menor a 500 ha. La información utilizada corresponde a las áreas de drenaje, tiempo de concentración, intensidad y período de retorno asignado, así como los coeficientes de escorrentía, según se describe a continuación.

**Tabla 9. Valores de Intensidad-Duración-Frecuencia**

| TR<br>(años) | Intensidad (mm/hr) para una Duración de Precipitación (min) |       |       |       |      |      |      |      |      |      |
|--------------|---|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
|              | 5   | 10    | 15    | 30    | 60   | 180  | 360  | 540  | 720  | 1440 |
| 5            | 145,0   | 120,0 | 105,0 | 78,0  | 52,5 | 24,7 | 13,6 | 9,6  | 7,6  | 4,1  |
| 10           | 160,0   | 132,0 | 120,0 | 88,0  | 61,5 | 29,7 | 16,1 | 11,3 | 9,0  | 4,8  |
| 25           | 180,0   | 150,0 | 130,0 | 105,0 | 72,9 | 36,0 | 19,2 | 13,5 | 10,8 | 5,6  |
| 50           | 192,0   | 168,0 | 148,0 | 120,0 | 81,3 | 40,7 | 21,6 | 15,2 | 12,1 | 6,2  |
| 100          | 208,0   | 180,0 | 164,0 | 130,0 | 89,7 | 45,3 | 23,9 | 16,8 | 13,4 | 6,9  |
| 200          | 240,0   | 210,0 | 184,0 | 148,0 | 98,0 | 50,0 | 26,2 | 18,4 | 14,7 | 7,5  |

| TR<br>(años) | Intensidad (mm/hr) para una Duración de Precipitación (min) |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
|--------------|---|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
|              | 5   | 10    | 15    | 30    | 60    | 180  | 360  | 540  | 720  | 1440 |
| 500          | 276,0   | 240,0 | 212,0 | 168,0 | 109,0 | 59,1 | 29,3 | 20,5 | 16,4 | 8,3  |
| 1.000        | 312,0   | 276,0 | 240,0 | 180,0 | 117,3 | 60,7 | 31,6 | 22,1 | 17,7 | 9,0  |

Fuente: Estudio de Riesgo hidrológico-INCOSTAS.

### 3.9.3 Coeficientes de escorrentías y áreas a drenar

En la estimación de los coeficientes de escorrentía se utilizó la información contenida en la norma PDVSA HE-251-PRT, la cual se detalla a continuación:

|  |      |
|--|------|
| TIPO DE SUELO                                    | C    |
| Áreas pavimentadas de asfalto o concreto         | 1,00 |
| Caminos mancomunados                             | 0,70 |
| Áreas no pavimentadas (granzón, terreno natural) | 0,50 |
| Piedras sueltas y grama                          | 0,40 |

El drenaje de otras áreas que drenan hacia la parcela objeto de estudio, fue analizado y considerado en el Plan Maestro de Drenaje del CIGMA.

Debido al tipo de desarrollo a implantarse en la parcela, se adoptó un tiempo de concentración de 10 min., para las áreas a drenar y un tiempo de viaje de acuerdo con la velocidad de los canales.

### 3.9.4 Crecientes

Para la estimación de crecientes se utilizó el método racional el cual presenta la siguiente expresión:

$$Q = C.I.A$$

**Ec. 3.3**

*Donde :*

*Q = Es la creciete de diseño en cada área. Expresada en m<sup>3</sup> / s.*

*C = Coeficiente de escorrentía.*

*I = Intensidad de la lluvia.*

*A = Es el área a drenar. Expresada en m<sup>2</sup>*

La intensidad fue obtenida de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia, provenientes del estudio de riesgo hidrológico realizado por INCOSTAS, de donde se destaca que para un período de retorno de 25 años y un tiempo de duración de 10 min., la intensidad es de 150 mm/ hr.

En la tabla que se muestra a continuación se indican las áreas en que fue dividida la parcela del Núcleo de Bomberos, las cuales fueron seleccionadas convenientemente de acuerdo a sus características particulares y a la facilidad de disponer el agua de lluvia, ya sea hacia los colectores y/o canales que la conducirán hacia cauces naturales o hacia áreas verdes.

Asimismo, en la tabla los caudales calculados por el método racional de acuerdo a la fórmula antes indicada.

Tabla 10. Tabla de Identificación de Áreas, Coeficientes de Escorrentía, Intensidad de lluvia, Duración, frecuencia y Caudales

| Identificación de Areas, Coeficientes de Escorrentía, Intensidad de lluvia, Duración, frecuencia y Caudales |                |               |                    |                |                   |                        |                             |
|---|----------------|---------------|--------------------|----------------|-------------------|------------------------|-----------------------------|
| Instalación   | Identificación | Coef. Esc (C) | Intensidad (mm/hr) | Duración (min) | Frecuencia (años) | Área (m <sup>2</sup> ) | Caudal (m <sup>3</sup> / s) |
| Techo de Estacionamiento de Camiones  | A1             | 1             | 180                | 5              | 25                | 285                    | 0,014                       |
|   | A2             | 1             | 180                | 5              | 25                | 285                    | 0,014                       |
| Techo de Pasillo  | A3             | 1             | 180                | 5              | 25                | 60                     | 0,003                       |
| Techo de Edificio   | A4             | 1             | 180                | 5              | 25                | 100                    | 0,005                       |
|   | A5             | 1             | 180                | 5              | 25                | 103                    | 0,0052                      |
|   | A6             | 1             | 180                | 5              | 25                | 113                    | 0,0057                      |
|   | A7             | 1             | 180                | 5              | 25                | 37                     | 0,0019                      |
|   | A8             | 1             | 180                | 5              | 25                | 141                    | 0,0071                      |
|   | A9             | 1             | 180                | 5              | 25                | 78                     | 0,004                       |
|   | A10            | 1             | 180                | 5              | 25                | 144                    | 0,0072                      |
|   | A11            | 1             | 180                | 5              | 25                | 144                    | 0,0072                      |
|   | A12            | 1             | 180                | 5              | 25                | 144                    | 0,0072                      |
| Techo de Hidroneumático y Servicios   | A13            | 1             | 180                | 5              | 25                | 46                     | 0,0023                      |
| Acceso a Estacionamiento de Camiones  | A14            | 1             | 180                | 5              | 25                | 1.075                  | 0,54                        |

|   |     |     |     |   |    |     |       |
|---|-----|-----|-----|---|----|-----|-------|
| Vialidad de Acceso Norte - Este                             | A15 | 1   | 180 | 5 | 25 | 558 | 0,028 |
| Vialidad de Acceso a Estacionamiento de visitas             | A16 | 1   | 180 | 5 | 25 | 364 | 0,014 |
| Vialidad de Acceso Estacionamiento de Empleados y servicios | A17 | 1   | 180 | 5 | 25 | 796 | 0,4   |
| Áreas Verdes  | A18 | 0,4 | 180 | 5 | 25 | 890 | 0,08  |
|   | A19 | 0,4 | 180 | 5 | 25 | 384 | 0,008 |
|   | A20 | 0,4 | 180 | 5 | 25 | 289 | 0,006 |
|   | A21 | 0,4 | 180 | 5 | 25 | 83  | 0,002 |

Fuente: Elaboración propia

### 3.9.5 Drenaje Local

Este concepto aplica en el área del Núcleo de Bomberos, debido a que se respetará el Plan Maestro de Drenaje realizado para todo el complejo por la empresa INCOSTAS en la ingeniería básica. En este sentido, la configuración del drenaje en la parcela se efectuó considerando su adaptación al plan mencionado, para lo cual se adoptaron las siguientes consideraciones:

El agua de lluvia que se acumula en el techo drenará mediante cadenas de acero que se encuentran dispuestas en los alrededores de la edificación.

La parcela se dividió en dos partes para la distribución del drenaje; es decir, área Norte de la parcela y área Sur. En ambas áreas se hicieron ramales de tuberías y sumideros que recogen el agua y la dirigen al canal principal ubicado en el sentido oeste de la parcela, dicho canal es el propuesto por la empresa INCOSTAS, estas áreas se encuentran en el plano ALL-1. Drenaje de Agua de lluvia.

Todo el drenaje proveniente de los bajantes del techo será recogido en sumideros de 0,40x0,40x0,40 mts.

El agua proveniente del estacionamiento (sentido Este) será recogida en dos (2) sumideros de 1x0,60x0,60 mts.

Los sumideros de interconexión; es decir, a los cuales llegan tuberías provenientes de otros sumideros son de 0,60x0,60x0,60 mts.

El agua proveniente del área Sur de la parcela será recogida en dichos sumideros para luego ser dirigida por medio de tuberías PVC hacia el canal principal que se encuentra ubicado en el sentido Oeste de la parcela.

A medida que se recoge más agua, van aumentando los diámetros de las tuberías, así como también las dimensiones de los sumideros. Los detalles de los sumideros se encuentran en el plano N° ALL-2

En la vía principal el agua escurre en una sola dirección transversal a la vía (bombeo 2%); es decir, hacia el terreno que bordea la parcela del edificio. Para el drenaje de la vía se diseñó un desnivel en la acera de 0,60m de longitud, manteniendo el espesor de la acera (0,15m) y las cotas de terreno. El agua drenará por este desnivel y llegará a un dissipador de energía cuyas dimensiones son de 1m de ancho, 2m de

largo y 0,20m de espesor. Se le colocó una malla electro soldada de 4x4" en el centro de esta.

El dissipador de energía consiste en una losa de concreto con un escalón ó dentellón al final de la misma y debajo de esta. Sobre la losa se coloca una cama de rocas. La función del dissipador es disminuir la velocidad con la que fluye el agua; es decir, el agua al chocar con las rocas se dispersa y pierde velocidad, y es dirigida en forma natural hacia el terreno.

Las dimensiones del escalón ó dentellón son de 1m de longitud (a lo ancho de la losa del dissipador), 0,30 m de profundidad y 0,25 m de espesor.

Este escalón será de concreto de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  y será armada con 2 cabillas de  $\phi = 1/2''$  en dos capas longitudinalmente y se le colocarán estribos de  $3/8''$  a cada 15 cm.

El primer detalle del drenaje en las aceras se encuentra ubicado a 30m la vía principal y se repiten a cada 30m. En total se colocaron 5 dissipadores a lo largo de la vía.

Con el objeto de mostrar la distribución del drenaje de la parcela del núcleo de Bomberos, en la tabla que se muestra a continuación se indican los caudales a drenar con su disposición final dentro y fuera de la parcela.

Tabla 11. Tabla de Disposición de Caudales

| Disposición de caudales              |      |                           |                   |               |                     |
|--------------------------------------|------|---------------------------|-------------------|---------------|---------------------|
| Instalación                          | Área | Disposición en la parcela | Disposición final | Caudal (m3/s) | Total caudal (m3/s) |
| Techo de Estacionamiento de Camiones | A1   | Área Sur                  | Canal DC3.1.1     | 0,014         | 0,028               |
|                                      | A2   | Área Sur                  | Canal DC3.1.1     | 0,014         |                     |
| Techo de Pasillo                     | A3   | Área Sur                  | Canal DC3.1.1     | 0,003         | 0,003               |
| Techo de Edificio                    | A4   | Área Sur                  | Canal DC3.1.1     | 0,005         | 0,051               |
|                                      | A5   | Área Sur                  | Canal DC3.1.1     | 0,0052        |                     |
|                                      | A6   | Área Sur                  | Canal DC3.1.1     | 0,0057        |                     |
|                                      | A7   | Área Sur                  | Canal DC3.1.1     | 0,0019        |                     |
|                                      | A8   | Área Sur                  | Canal DC3.1.1     | 0,0071        |                     |
|                                      | A9   | Área Sur                  | Canal DC3.1.1     | 0,004         |                     |
|                                      | A10  | Área Sur                  | Canal DC3.1.1     | 0,0072        |                     |
|                                      | A11  | Área Sur                  | Canal DC3.1.1     | 0,0072        |                     |



|   |     |                      |                  |        |        |
|---|-----|----------------------|------------------|--------|--------|
|   | A12 | Área Sur             | Canal<br>DC3.1.1 | 0,0072 |        |
| Techo de<br>Hidroneumático<br>y Servicios                               | A10 | Área Sur             | Canal<br>DC3.1.1 | 0,0023 | 0,0023 |
| Acceso a<br>Estacionamiento<br>de Camiones                              | A11 | Área Sur             | Canal<br>DC3.1.1 | 0,54   | 0,54   |
| Vialidad de<br>Acceso Norte -<br>Este                                   | A12 | Área Norte<br>- Este | Canal<br>DC3.1.1 | 0,028  | 0,028  |
| Vialidad de<br>Acceso a<br>Estacionamiento<br>de visitas                | A13 | Área Norte<br>- Este | Canal<br>DC3.1.1 | 0,014  | 0,014  |
| Vialidad de<br>Acceso<br>Estacionamiento<br>de Empleados y<br>servicios | A14 | Área Norte<br>- Este | Canal<br>DC3.1.1 | 0,4    | 0,4    |
| Áreas Verdes  | A22 | Área Norte           | Canal<br>DC3.1.1 | 0,08   | 0,096  |
|   | A23 | Área Norte           | Canal<br>DC3.1.1 | 0,008  |        |
|   | A24 | Área Norte           | Canal<br>DC3.1.1 | 0,006  |        |
|   | A25 | Área Norte           | Canal<br>DC3.1.1 | 0,002  |        |

Fuente: Elaboración propia

Con los caudales correspondientes a las áreas del techo se procedió a obtener los diámetros de los orificios por los cuales bajarán las cadenas que conducirán el agua hacia los diferentes sumideros. Los diámetros de dichos orificios se muestran en la tabla 11.

Tabla 12. Diámetros de los bajantes.

| BAJANTE<br>(N°) | DIAMETRO DE<br>ORIFICIO (pulg.) |
|-----------------|---------------------------------|
| 1               | 4                               |
| 2               | 4                               |
| 3               | 4                               |
| 4               | 4                               |
| 5               | 4                               |
| 6               | 4                               |
| 7               | 4                               |
| 8               | 4                               |
| 9               | 4                               |
| 10              | 4                               |
| 11              | 4                               |
| 12              | 6                               |
| 13              | 6                               |

Fuente: Elaboración Propia.

Los bajantes enumerados corresponden a las áreas de techo antes descritas.

En las siguientes tablas se presenta de manera detallada los sumideros dispuestos para el drenaje, así como las dimensiones de los mismos.

Tabla 13. Sumideros Ubicación Sur-Parcela

| SUMIDERO | LARGO | ANCHO | PROFUNDIDAD | UBICACIÓN  |           |
|----------|-------|-------|-------------|------------|-----------|
|          |       |       |             | N          | E         |
| S-1      | 0.4   | 0.4   | 0.4         | 1169804.01 | 574333.19 |
| S-2      | 0.6   | 0.6   | 0.5         | 1169805.25 | 574328.89 |
| S-3      | 0.4   | 0.4   | 0.4         | 1169796.84 | 574330.06 |
| S-4      | 0.6   | 0.6   | 0.5         | 1169794.60 | 574325.81 |
| S-5      | 0.6   | 0.6   | 0.5         | 1169788.95 | 574324.17 |
| S-6      | 0.4   | 0.4   | 0.4         | 1169793.45 | 574330.00 |
| S-7      | 0.4   | 0.4   | 0.4         | 1169788.03 | 574319.12 |
| S-8      | 0.4   | 0.4   | 0.4         | 1169779.20 | 574338.00 |
| S-9      | 1.6   | 0.6   | 0.8         | 1169777.05 | 574320.70 |
| S-10     | 0.4   | 0.4   | 0.4         | 1169794.34 | 574297.33 |
| S-11     | 0.6   | 0.6   | 0.5         | 1169785.20 | 574294.69 |
| S-30     | 0.4   | 0.4   | 0.4         | 1169772.93 | 574359.66 |
| S-31     | 0.4   | 0.4   | 0.4         | 1169770.60 | 574368.13 |
| S-32     | 0.6   | 0.6   | 0.5         | 1169766.29 | 574366.89 |
| S-33     | 0.4   | 0.4   | 0.4         | 1169776.13 | 574348.57 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Sumideros Ubicación Norte-Parcela.

| SUMIDERO | LARGO | ANCHO | PROFUNDIDAD | UBICACIÓN  |           |
|----------|-------|-------|-------------|------------|-----------|
|          |       |       |             | N          | E         |
| S-12     | 1.6   | 0.6   | 0.6         | 1169834.41 | 574323.98 |
| S-13     | 1.6   | 0.6   | 0.5         | 1169854.18 | 574350.26 |
| S-14     | 1.6   | 0.6   | 0.6         | 1169844.02 | 574347.61 |
| S-15     | 1.6   | 0.6   | 0.9         | 1169828.78 | 574343.38 |
| S-16     | 1.6   | 0.6   | 1.2         | 1169822.12 | 574366.18 |
| S-17     | 1.6   | 0.6   | 0.6         | 1169845.91 | 574378.58 |
| S-18     | 1.6   | 0.6   | 0.9         | 1169835.80 | 574375.84 |
| S-19     | 1.6   | 0.6   | 1.6         | 1169819.24 | 574376.11 |
| S-20     | 2.0   | 1.5   | 2.1         | 1169814.91 | 574390.97 |
| S-21     | 1.6   | 0.6   | 0.8         | 1169808.50 | 574368.15 |
| S-22     | 1.6   | 0.6   | 0.7         | 1169805.84 | 574377.38 |
| S-23     | 2.0   | 1.5   | 2.1         | 1169802.87 | 574387.58 |
| S-24     | 0.4   | 0.4   | 0.4         | 1169796.03 | 574360.64 |
| S-25     | 1.6   | 0.6   | 0.8         | 1169794.97 | 574364.15 |
| S-26     | 0.4   | 0.4   | 0.4         | 1169792.44 | 574359.86 |
| S-27     | 0.6   | 0.6   | 0.5         | 1169788.37 | 574367.31 |
| S-28     | 1.6   | 0.6   | 0.8         | 1169784.64 | 574380.17 |
| S-29     | 2.0   | 1.5   | 2.1         | 1169772.36 | 574385.96 |
| S-34     | 0.6   | 0.6   | 0.5         | 1169811.51 | 574330.74 |
| S-35     | 2.0   | 1.0   | 2.1         | 1169771.06 | 574390.42 |
| S-36     | 0.4   | 0.4   | 0.4         | 1169809.02 | 574340.37 |
| S-37     | 0.4   | 0.4   | 0.4         | 1169803.45 | 574362.75 |

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del diámetro de las tuberías se utilizó el ábaco número V-2 (ver figura 23); Ábaco para el cálculo de características de un conducto circular a sección plena [6], el cual está basado en la fórmula de Manning. Para el uso del ábaco se tiene como datos el gasto (Q en L/s) y la pendiente (%) de cada tramo para un coeficiente de rugosidad ó coeficiente de Manning ( $n=0,009$ ) para tuberías PVC; con dichos datos y haciendo uso del ábaco se obtiene el diámetro de la tubería para cada tramo como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 15. Ubicación Sur – Parcela

| Diámetros de Tuberías de Drenaje PVC. Núcleo de Bomberos |           |               |                                     |        |                         |                              |
|--|-----------|---------------|-------------------------------------|--------|-------------------------|------------------------------|
| TRAMO  | Long. (m) | Pendiente (%) | Areas Tributarias (m <sup>2</sup> ) | Q(L/s) | Diámetro de Tub. (Pulg) | Diámetros Comerciales (Pulg) |
| S1-S2  | 4         | 0.6           | 100                                 | 5      | 4                       | 4                            |
| S36-S34  | 10        | 0.55          | 103                                 | 5.15   | 4                       | 4                            |
| S34-S2   | 6.22      | 0.8           | 40                                  | 6.12   | 4                       | 4                            |
| S2-S4  | 10.5      | 2.0           | 35                                  | 12     | 4                       | 4                            |
| S3-S4  | 4         | 2.5           | 60                                  | 3      | 2                       | 4                            |
| S4-S5  | 5.30      | 2             | 40                                  | 20     | 6                       | 6                            |
| S6-S5  | 4         | 1.8           | 144                                 | 2.3    | 4                       | 4                            |
| S5-S9  | 11.1      | 2.2           | 42                                  | 25     | 6                       | 6                            |
| S7-S9  | 10.5      | 6.2           | 285                                 | 15     | 5                       | 6                            |
| S8-S9  | 11.6      | 6             | 144                                 | 7.2    | 4                       | 4                            |
| S9- H.C  | varía     | 3.2           | 82                                  | 25     | 6.8                     | 8                            |
| S10-S11  | 9         | 4.4           | 285                                 | 15     | 5                       | 6                            |
| S11-H.C  | 4.5       | 4.4           | 42                                  | 15     | 6                       | 6                            |

|         |       |     |     |     |     |   |
|---------|-------|-----|-----|-----|-----|---|
| S30-S32 | 13    | 0.8 | 78  | 3.9 | 3.2 | 4 |
| S31-S32 | 10    | 0.8 | 46  | 3   | 1.4 | 4 |
| S33-S32 | 4     | 0.8 | 144 | 7.2 | 4   | 4 |
| S32-H.C | varia | 10  | 48  | 22  | 3.2 | 4 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16. Ubicación Norte – Parcela

| Diámetros de Tuberías de Drenaje PVC. Núcleo de Bomberos |           |               |                        |        |                         |                              |
|--|-----------|---------------|------------------------|--------|-------------------------|------------------------------|
| TRAMO  | Long. (m) | Pendiente (%) | Areas Tributarias (m2) | Q(L/s) | Diámetro de Tub. (Pulg) | Diámetros Comerciales (Pulg) |
| S12-S15  | 18.5      | 3             | 830                    | 41.5   | 5.9                     | 6                            |
| S13-S14  | 10        | 2.5           | 68                     | 3.4    | 2.8                     | 4                            |
| S14-S15  | 15.2      | 1.3           | 520                    | 13.8   | 3.5                     | 4                            |
| S15-S16  | 22        | 1.4           | 310                    | 68     | 7.6                     | 8                            |
| S16-S19  | 8.5       | 3.5           | 215                    | 82     | 8.2                     | 8                            |
| S17-S18  | 10        | 2.5           | 68                     | 3.4    | 3                       | 4                            |
| S18-S19  | 16        | 6.25          | 400                    | 11.4   | 3.8                     | 4                            |
| S19-S20  | 14.5      | 0.7           | 130                    | 102.15 | 9                       | 10                           |
| S20-S23  | 11        | 0.9           | 156                    | 110.2  | 10.5                    | 12                           |
| S37-S21  | 7.9       | 0.9           | 37                     | 1.85   | 3                       | 4                            |
| S21-S22  | 8.54      | 1.8           | 100                    | 4.5    | 4                       | 4                            |
| S22-S23  | 9.3       | 2.15          | 75                     | 4.5    | 3                       | 4                            |
| S23-S28  | 18.75     | 0.5           | 195                    | 118.25 | 12                      | 12                           |
| S24-S25  | 3.2       | 0.8           | 113                    | 5.65   | 4                       | 4                            |
| S26-S25  | 2.6       | 0.8           | 141                    | 7.05   | 4                       | 4                            |

|         |     |     |     |       |     |    |
|---------|-----|-----|-----|-------|-----|----|
| S25-S27 | 6.7 | 5   | 52  | 18.67 | 3.6 | 4  |
| S27-S28 | 13  | 4.5 | 125 | 27    | 4.5 | 6  |
| S28-S29 | 13  | 0.8 | 245 | 135.2 | 12  | 12 |
| S29-S35 | 3.1 | 1.1 | 190 | 140.5 | 12  | 12 |

Fuente: Elaboración propia

Para simplificar la cantidad de sumideros, estos los dividirán en tipos y clases de sumideros como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 17. Tipos de sumideros

| TIPO | ANCHO DE VENT. | LARGO DE VENT. |
|------|----------------|----------------|
| 1    | 0,40           | 0,40           |
| 2    | 0,60           | 0,60           |
| 3    | 1,00           | 0,60           |
| 4    | 2,00           | 0,60           |
| 5    | 4,00           | 0,60           |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18. Clase de sumideros

| CLASE | ENTRADA DE TUBERÍA | SALIDA DE TUBERÍA |
|-------|--------------------|-------------------|
| A     | 0                  | 1                 |
| B     | 1                  | 1                 |
| C     | 2                  | 1                 |

Fuente: Elaboración Propia.

En el sistema de drenaje diseñado se utilizaron tres clases de sumideros; estos son: con una salida de tubería (Tipo I), con una entrada y una salida (Tipo II) y con dos entradas y una salida (Tipo III). Los detalles de estos sumideros se encuentran en el plano.

En la siguiente tabla se muestran las cotas en las cuales se encuentran dichos sumideros, así como el caudal que llega a cada uno:

**Tabla 19. Sumideros Ubicación Parcela – Norte**

| Sumidero |      | Gasto (L/s) |          | Dimensiones |           |                |                |
|----------|------|-------------|----------|-------------|-----------|----------------|----------------|
| No       | Tipo | Entrante    | Saliente | Cota Sup.   | Cota Inf. | Largo de Vent. | Ancho de Vent. |
| S-12     | 3    | 41.5        | 41.5     | 25.20       | 24.60     | 1.6            | 0.6            |
| S-13     | 3    | 3.4         | 3.4      | 25.25       | 24.75     | 1.6            | 0.6            |
| S-14     | 3    | 3.4         | 13.8     | 25.20       | 24.60     | 1.6            | 0.6            |
|          |      | 10.4        |          |             |           |                |                |
| S-15     | 3    | 13.8        | 55.3     | 25.20       | 24.30     | 1.6            | 0.6            |
|          |      | 41.5        |          |             |           |                |                |
| S-16     | 3    | 55.3        | 82       | 25.20       | 23.90     | 1.6            | 0.6            |
|          |      | 26.7        |          |             |           |                |                |
| S-17     | 3    | 3.4         | 3.4      | 25.55       | 24.75     | 1.6            | 0.6            |
| S-18     | 3    | 3.4         | 11.4     | 25.20       | 24.60     | 1.6            | 0.6            |
|          |      | 8           |          |             |           |                |                |
| S-19     | 3    | 11.4        | 93.4     | 25.10       | 23.50     | 1.6            | 0.6            |
|          |      | 82          |          |             |           |                |                |
| S-20     | 4    | 93.4        | 110.2    | 25.00       | 23.40     | 2.0            | 1.0            |
|          |      | 16.8        |          |             |           |                |                |



|      |   |       |       |       |       |     |     |
|------|---|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| S-21 | 3 | 2.65  | 4.5   | 25.20 | 24.70 | 1.6 | 0.6 |
|      |   | 1.85  |       |       |       |     |     |
| S-22 | 3 | 4.5   | 4.5   | 25.20 | 24.50 | 1.6 | 0.6 |
| S-23 | 4 | 4.5   | 118.5 | 25.00 | 24.30 | 2.0 | 1.0 |
|      |   | 110.2 |       |       |       |     |     |
|      |   | 3.8   |       |       |       |     |     |
| S-34 | 2 | 5.12  | 6.12  | 24.30 | 24.80 | 0.6 | 0.6 |
|      |   | 1.0   |       |       |       |     |     |
| S-24 | 1 | 5.65  | 5.65  | 25.50 | 25.10 | 0.4 | 0.4 |
| S-25 | 3 | 5.65  | 18.67 | 25.30 | 24.90 | 1.6 | 0.6 |
|      |   | 13.2  |       |       |       |     |     |
| S-26 | 1 | 7.05  | 7.05  | 25.50 | 25.10 | 0.4 | 0.4 |
| S-27 | 2 | 7.05  | 10.25 | 25.25 | 24.10 | 0.6 | 0.6 |
|      |   | 3.2   |       |       |       |     |     |
| S-28 | 3 | 118.5 | 135.2 | 25.15 | 23.95 | 1.6 | 0.6 |
|      |   | 10.25 |       |       |       |     |     |
|      |   | 6.42  |       |       |       |     |     |
| S-29 | 4 | 135.5 | 140.5 | 25.00 | 23.40 | 2.0 | 1.0 |
|      |   | 5.3   |       |       |       |     |     |
| S-35 | 4 | 140.5 | 160.5 | 24.95 | 22.90 | 2.0 | 1.0 |
|      |   | 20    |       |       |       |     |     |
| S-36 | 1 | 5.15  | 5.15  | 25.50 | 25.10 | 0.4 | 0.4 |
| S-37 | 1 | 1.85  | 1.85  | 25.50 | 25.10 | 0.4 | 0.4 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Sumideros Ubicación Sur-Parcela

| Sumidero |      | Gasto (L/s) |          | Dimensiones |           |                |                |
|----------|------|-------------|----------|-------------|-----------|----------------|----------------|
| No       | Tipo | Entrante    | Saliente | Cota Sup.   | Cota Inf. | Largo de Vent. | Ancho de Vent. |
| S-1      | 1    | 10          | 10       | 25.50       | 25.10     | 0.4            | 0.4            |
| S-2      | 2    | 5.1         | 12       | 25.30       | 24.90     | 0.6            | 0.6            |
|          |      | 2.1         |          |             |           |                |                |
|          |      | 4.7         |          |             |           |                |                |
| S-3      | 1    | 3           | 3        | 25.50       | 25.10     | 0.4            | 0.4            |
| S-4      | 2    | 12          | 15       | 25.20       | 24.80     | 0.6            | 0.6            |
|          |      | 3           |          |             |           |                |                |
| S-5      | 2    | 15          | 22.2     | 25.15       | 24.65     | 0.6            | 0.6            |
|          |      | 7.2         |          |             |           |                |                |
| S-6      | 1    | 7.2         | 7.2      | 25.50       | 25.10     | 0.4            | 0.4            |
| S-7      | 1    | 15          | 15       | 25.35       | 24.95     | 0.4            | 0.4            |
| S-8      | 1    | 7.2         | 7.2      | 25.35       | 25.10     | 0.4            | 0.4            |
| S-9      | 3    | 22.2        | 44.4     | 25.00       | 24.20     | 1.6            | 0.6            |
|          |      | 7.2         |          |             |           |                |                |
|          |      | 15          |          |             |           |                |                |
| S-10     | 1    | 15          | 15       | 25.35       | 24.95     | 0.4            | 0.4            |
| S-11     | 2    | 15          | 15       | 23.93       | 24.56     | 0.6            | 0.6            |
| S-30     | 1    | 3.9         | 3.9      | 25.50       | 25.10     | 0.4            | 0.4            |

|      |   |     |     |       |       |     |     |
|------|---|-----|-----|-------|-------|-----|-----|
| S-31 | 1 | 3   | 3   | 25.50 | 25.10 | 0.4 | 0.4 |
| S-32 | 2 | 3   | 21  | 25.18 | 24.38 | 0.6 | 0.6 |
|      |   | 7.2 |     |       |       |     |     |
|      |   | 3.9 |     |       |       |     |     |
|      |   | 6.9 |     |       |       |     |     |
| S-33 | 1 | 7.2 | 7.2 | 25.50 | 25.10 | 0.4 | 0.4 |

Fuente: Elaboración propia

### 3.9.6 Descripción de los drenajes

El cálculo de disposición de aguas de lluvias contempla el drenaje transversal y longitudinal de las instalaciones del Núcleo de Bomberos.

#### 3.9.6.1 Drenaje Longitudinal

Las obras de drenaje longitudinal son aquellas que conducen las aguas en dirección paralela a la vía principal que conduce al Núcleo de Bomberos, para descargarlas luego en los drenajes transversales o fuera de la parcela sin perturbar el tránsito vehicular de las vías o causar algún daño al terreno natural.

El cálculo del caudal del agua de lluvia que recoge la vía, se realizó en base al método racional antes mencionado, el cual, fue recogido en los diferentes disipadores de energía.

Para obtener la capacidad hidráulica del sector de vía pavimentada se utilizó la expresión desarrollada en la ec. 3.4, la cual se muestra a continuación. Al aplicar ésta

se permitió una inundación de 0,25 m. Esto sirvió para verificar la altura que alcanzaba el agua en la vía.

$$Q = 0,00175 \frac{Z}{n} y^{8/3} S_o^{1/2} \quad \text{Ec. 3.4}$$

*Donde :*

*Q = Es la capacidad de conducción de la vía. Expresada en lps.*

*Z = Es el inverso dependiente transversal de la vía o bombeo de la vía y es la altura de la guía al pie del brocal en cm.*

*S<sub>o</sub> = Es la pendiente longitudinal de la vía.*

*n = Coeficiente de rugosidad de Manning.*

Teniendo el caudal, la pendiente transversal y longitudinal se procedió a calcular la altura (Y), la cual es la altura que alcanzará el agua en la calzada.

Para efectos de cálculo se adoptaron los siguientes valores:

Bombeo de la vía = 2%

Altura del agua al pie del brocal = 15 cm (Brocal Tipo B2 MOP)

Pendiente longitudinal de la vía = 1,86%

Coeficiente de rugosidad del asfalto y concreto = 0,015 (Gaceta Oficial No. 4.103, Art. 149)

Introduciendo en la fórmula los valores arriba indicados arroja un resultado de capacidad hidráulica para los sectores de vías pavimentadas de 70,97 l/s (0,0709 m<sup>3</sup>/s).

Para disponer el caudal que se desplaza por las vías pavimentadas se consideraron desniveles ó escalones en las aceras así como disipadores de energía que permitirán disponer el agua hacia el terreno natural (parcelas).

Todo el drenaje, tanto del edificio como las vías y demás áreas fue orientado hacia el canal DC3.1.1, ubicado al sur-este de la edificación.

### 3.9.6.2 Drenaje Transversal

El drenaje transversal de la vía está previsto realizarse de manera superficial y el desalojo del drenaje de las edificaciones por medio de tuberías de PVC enterradas.

Los brocales cuneta serán tipo B2 del MOP.

Estos serán empleados para:

Evitar que los vehículos invadan zonas adyacentes, no destinadas a ellos.

Canalizar el drenaje superficial.

Regular y controlar el estacionamiento de vehículos

Separar la calzada de la acera y áreas verdes.

Los brocales cunetas tipo B2 serán instalados en los bordes Este y Oeste de la vía principal.

De acuerdo al artículo 149 de la Gaceta Oficial N° 4.103 del 2/06/89, la velocidad media de estos colectores se calculó por la fórmula de la Ec. 3.5, la cual expresa:

$$V = c(RI)^{1/2} \quad \text{Ec. 3.5}$$

*Donde :*

*V = Velocidad media en m / s.*

*R = Es el radio hidráulico de la sección .*

*I = Es la pendiente unitaria (1 %).*

El coeficiente “c” se calculará por la siguiente fórmula:

$$c = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

Ec. 3.6

Donde :

$n =$  Coeficiente de rugosidad del Colector de PVC = 0,009.

Al introducir los valores en la Ec. 3.5 se obtiene en todos los tramos una velocidad por encima de la velocidad mínima recomendada (0,75 m/s) en el artículo 150 del Gaceta Oficial N° 4.103, referente a colectores de agua de lluvia. En este proyecto se adoptarán pendientes variables debido a la topografía del terreno.

La velocidad máxima admisible para este tipo de tuberías es de 4,50 m/s, por lo tanto no se prevé ningún tipo de inconveniente al respecto, ya que en todos los casos la velocidad se encuentra entre los límites preestablecidos.

Las velocidades obtenidas en los diferentes tramos se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 21. Chequeo de Velocidades en los Tramos Sentido Sur

| SENTIDO SUR |           |               |        |                              |                 |
|-------------|-----------|---------------|--------|------------------------------|-----------------|
| TRAMO       | Long. (m) | Pendiente (%) | Q(L/s) | Diámetros Comerciales (Pulg) | Velocidad (m/s) |
| S1-S2       | 4         | 0.6           | 5      | 4                            | 0.75            |
| S36-S34     | 10        | 0.55          | 5.15   | 4                            | 0.78            |
| S34-S2      | 6.22      | 0.8           | 6.12   | 4                            | 0.85            |
| S2-S4       | 10.5      | 2.0           | 12     | 4                            | 1.40            |
| S3-S4       | 4         | 2.5           | 3      | 4                            | 1.25            |
| S4-S5       | 5.30      | 2             | 20     | 6                            | 1.96            |
| S6-S5       | 4         | 1.8           | 2.3    | 4                            | 0.84            |

|         |       |     |     |   |      |
|---------|-------|-----|-----|---|------|
| S5-S9   | 11.1  | 2.2 | 25  | 6 | 1.30 |
| S7-S9   | 10.5  | 6.2 | 15  | 6 | 2.64 |
| S8-S9   | 11.6  | 6   | 7.2 | 4 | 2.32 |
| S9- H.C | varía | 3.2 | 25  | 8 | 2.88 |
| S10-S11 | 9     | 4.4 | 15  | 6 | 2.33 |
| S11-H.C | 4.5   | 4.4 | 15  | 6 | 2.33 |
| S30-S32 | 13    | 0.8 | 3.9 | 4 | 0.70 |
| S31-S32 | 10    | 0.8 | 3   | 4 | 0.70 |
| S33-S32 | 4     | 0.8 | 7.2 | 4 | 1.00 |
| S32-H.C | varia | 10  | 22  | 4 | 3.32 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Chequeo de Velocidades en los Tramos Sentido Norte-Este

| SENTIDO NORTE - ESTE |           |               |        |                              |                 |
|----------------------|-----------|---------------|--------|------------------------------|-----------------|
| TRAMO                | Long. (m) | Pendiente (%) | Q(L/s) | Diámetros Comerciales (Pulg) | Velocidad (m/s) |
| S12-S15              | 18.5      | 3             | 41.5   | 6                            | 2.47            |
| S13-S14              | 10        | 2.5           | 3.4    | 4                            | 1.29            |
| S14-S15              | 15.2      | 1.3           | 13.8   | 4                            | 1.45            |
| S15-S16              | 22        | 1.4           | 68     | 8                            | 2.22            |
| S16-S19              | 8.5       | 3.5           | 82     | 8                            | 3.30            |
| S17-S18              | 10        | 2.5           | 3.4    | 4                            | 1.29            |
| S18-S19              | 16        | 6.25          | 11.4   | 4                            | 2.49            |
| S19-S20              | 14.5      | 0.7           | 102.15 | 10                           | 1.87            |
| S20-S23              | 11        | 0.9           | 110.2  | 12                           | 2.10            |
| S37-S21              | 7.9       | 0.9           | 1.85   | 4                            | 0.65            |

|         |       |      |        |    |      |
|---------|-------|------|--------|----|------|
| S21-S22 | 8.54  | 1.8  | 4.5    | 4  | 2.45 |
| S22-S23 | 9.3   | 2.15 | 4.5    | 4  | 3.05 |
| S23-S28 | 18.75 | 0.5  | 118.25 | 12 | 1.40 |
| S24-S25 | 3.2   | 0.8  | 5.65   | 4  | 0.85 |
| S26-S25 | 2.6   | 0.8  | 7.05   | 4  | 0.90 |
| S25-S27 | 6.7   | 5    | 18.67  | 4  | 2.16 |
| S27-S28 | 13    | 4.5  | 27     | 6  | 2.15 |
| S28-S29 | 13    | 0.8  | 135.2  | 12 | 1.8  |
| S29-S35 | 3.1   | 1.1  | 140.5  | 12 | 2.2  |

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en las tablas, todos los tramos cumplen con los límites de velocidad establecidos por la gaceta oficial.



## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### **4.1 Análisis de Resultados de Agua potable y sistema hidroneumático.**

De acuerdo a los cálculos realizados en la ingeniería del Núcleo de Bomberos para el suministro de agua potable, se obtuvo resultados favorables y adaptados a la Gaceta Oficial de la República 4.044, en cuanto a caudales, presiones y velocidades.

Para la simulación del sistema de agua potable se empleo el software PIPIPHASE 9.0, no solo para la red principal, sino para la aducción y los requerimientos del agua caliente. En cuanto al caudal, se obtuvo un valor de 155 unidades de gasto lo cual equivale a 5.18 l/s para la capacidad del sistema, de acuerdo a la multiplicación del número de piezas sanitarias de igual tipo por su correspondiente número de unidades de gasto (ver tabla 3) y la conversión de unidades de gasto a litros por segundo (l/s) según la Tabla 37 de la G.O. 4044. La caída de presión entre el punto más desfavorable del sistema (excusado de válvula de  $P= 20$  psi ó 14 m. de col. de agua ubicado en el grupo sanitario 1, primeros auxilios) y la fuente (cuarto de maquinas y sistema hidroneumático) fue de  $P= 16$  psi (11,25 m. col. de agua), siendo el resultado de presión en la entrada de la red de  $P= 36$  psi. Estos resultados fueron favorables debido a que se chequearon las velocidades permisibles en las tuberías y coincidieron con el rango establecido por la norma (0,6 m/s y 3,0 m/s), ver tabla 4. Los valores obtenidos están referidos a las premisas suministradas en el proyecto, ver pag 47 y 48.

En cuanto el hidroneumático y tanque semi – subterráneo se adopto el criterio por PDVSA de diseñar el sistema en un cuarto de máquinas y el tanque en el sub-

suelo del mismo. Para el diseño del tanque se consideró la dotación obtenida de las normas y G.O. 4.044 de la República de Venezuela, 1988. Y así tomar las dimensiones (1,6 x 1,3 x 2,5 m). Luego para el sistema hidroneumático se empleó principalmente como dato el gasto en la entrada del edificio (5,18 l/s) y la caída de presión suministrada por el software PIPEPHASE 9.0 (16 psi), resultando los cálculos del sistema de bombeo adecuados para poder suplir los requerimientos de servicio de la red de agua potable del Núcleo.

#### **4.2 Análisis de Resultados de Aguas Servidas**

Para los cálculos del sistema de aguas servidas se tomó en cuenta premisas como: el material a usar de cloruro de polivinilo PVC, con especificaciones según la norma covenin 656 y astm 1784, para tubería y conexiones; El aporte de gasto proveniente del acueducto el cual suministra al edificio; la topografía modificada y ubicación del colector a disponer las aguas servidas (BV C-13), y los rangos limitados de velocidades donde se recomienda una mínima a sección llena de 0,60 m/s y la velocidad máxima permisible en tuberías de Cloruro de Polivinilo (PVC) de 4,50 m/s.

A través de los cálculos obtenidos se demuestra que la tubería seleccionada para la disposición de las aguas residuales hacia el colector es la indicada y respaldada por las normas, resultando una tubería de PVC de 6" con una longitud total de 139.50 m. con una capacidad de 11,56 lts/s a una velocidad de 0,90 mts/s, con una pendiente de 0,65 %.

Es de resaltar que la pendiente y velocidad obtenida son bajas con respecto a los valores mínimos requeridos por las normas sanitarias venezolanas, sin embargo esta dentro del rango y cumplen los requisitos exigidos por las mismas.

### **4.3 Análisis de Resultados de Aguas de riego.**

Las premisas que se adoptaron para el cálculo del sistema de riego del Núcleo de Bomberos fueron principalmente distribuir la red a través de aspersores industriales teniendo como fuente de suministro la tubería de servicio de agua cruda del complejo CIGMA. Esta se bifurca hasta una tanquilla denominada TAR-1, y tiene la finalidad de abrir y cerrar el caudal destinado para las áreas verdes del edificio por medio de una válvula de compuerta de 1-1/2”.

Realizado los cálculos y simulados con el software PIPEPHASE 9.0, se obtuvo una tubería principal de 1-1/2”, de acero al carbono A106 Gr B, extremos roscados, sin costura, según la especificación HA2 de la norma PDVSA H-221. Gracias al software se chequearon exitosamente las velocidades considerando un rango de flujo en la tubería entre 0,6 y 3 m/seg, y la presión de entrada resultó de 47,43 psi, siendo este un valor aceptable debido a que la presión suministrada por la red de servicio de agua cruda CIGMA es de 56,18 psi. Por lo tanto se aprueban los requerimientos de caudal y presión para regar las áreas verdes del edificio.

### **4.4 Análisis de Resultados de Aguas de lluvia.**

Las premisas tomadas en cuenta para el cálculo de las aguas pluviales del edificio fueron de gran ayuda para un exitoso desarrollo del proyecto. Se acataron las normas en cuanto a los coeficientes de escorrentía, las crecientes y una buena distribución de las áreas en estudio. Se obtuvo el caudal de diseño de diferentes zonas de la edificación como: vialidad de acceso, interna y estacionamientos; techos tanto del edificio como del estacionamiento para camiones, áreas verdes, etc. El mismo se distribuyó por tuberías PVC con diámetros ajustados a las normas PDVSA y con sus respectivas pendientes, hasta su desembocadura en el canal dispuesto para su disposición.

Los chequeos de velocidad están de acuerdo al artículo 149 de la Gaceta Oficial N° 4.103 del 2/06/89, donde indica velocidades de flujo mínimas de 0,75 m/s, y máximas de 4,5m/s. (ver tablas 23 y 24). Se estudiaron diámetros de tuberías, sumideros y disipadores de energía, siendo estos indispensables para un buen tratado de las aguas pluviales. La tubería de disposición principal resulto de 12" (304,8 mm) iniciando desde el sumidero 35 y desembocando en el canal D.C.3.1.1, con una pendiente y velocidad correspondiente a la normas, siendo este adecuado para su construcción.

En los planos indicados se encuentran simplificados y detallados los cálculos realizados en este proyecto y aprobados por el ente correspondiente. Ver planos Anexos y cómputos métricos de diseño.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- La red de agua potable cumple con la demanda exigida en el Núcleo de Bomberos y se rige en primer lugar por la Gaceta Oficial 4.044 y las normas PDVSA.
  
- La aducción de agua potable garantiza una presión y caudal requeridos para el adecuado funcionamiento de la red de agua potable.
  
- El tanque de agua potable para casos de emergencias, posee dimensiones que almacena la dotación diaria de agua potable requerida para el edificio de acuerdo a lo establecido en la Gaceta Oficial 4.044, donde dicho tanque tendrá un sistema de bombeo con un mínimo de dos bombas, una para el servicio diario y otra para casos de emergencias, dichas bombas garantizarán una presión y caudal requeridos para el buen funcionamiento de la red de agua potable.
  
- La red de aguas servidas y el sistema de recolección de aguas de lluvia cumplen con la Gaceta Oficial 4.044 y 4.103 garantizando el desalojamiento de dichas aguas.
  
- Las profundidades de la red de aguas servidas, colector, y sistema de recolección de aguas de lluvia se deben a la topografía del terreno y a las áreas a servir. Se tomo en cuenta que las velocidades cumplan con las velocidades mínimas de flujo de 0,60 m/seg.

- El sistema de riego de áreas verdes cumple con una dotación mínima de 2 lts/ día/ m<sup>2</sup> de área a regar cumpliendo con la Gaceta Oficial 4.044.

- El manejo y uso de herramientas automatizadas de análisis y diseño como los software Pipephase y Autocad, deben ser considerados de gran ayuda, sin embargo, hay que ser muy cuidadosos durante el ingreso de datos y en el análisis de los resultados obtenidos, ya que cualquiera omisión puede conllevar a diseños erróneos.

## **5.2 Recomendaciones**

- Durante la construcción se debe llevar un control de calidad de la obra con la finalidad de garantizar el buen funcionamiento del sistema de distribución de agua potable, red de riego, sistema de recolección de aguas servidas y sistema de recolección de aguas de lluvia.

- En la red de recolección de aguas servidas y sistema de recolección de aguas de lluvia se deben garantizar el cumplimiento de las pendientes establecidas en el proyecto para cumplir con las velocidades y así garantizar el arrastre de los sedimentos.

- Se recomienda llevar un control de calidad a la hora de construir el tanque de agua potable, y pintarlo con impermeabilizante para evitar filtraciones que pueden ocasionar daños a futuro a vigas y fundaciones cercanas a dicho tanque.

- Se recomienda la construcción de otro tanque de agua potable de reserva y así garantizar la dotación de agua para un mínimo de dos días, debido a que el tanque diseñado está limitado a un día por su ubicación exigida por la empresa (PDVSA), dicho tanque garantizará el liquido en caso de que no se pueda solucionar averías del suministro directo en un día, también puede servir para futuras ampliaciones del sistema de agua potable.

## BIBLIOGRAFIA

[1] MARTÍNEZ, J. (2005) “Proyecto Estructural y Sanitario de la Ampliación de la Escuela de Formación de Oficiales de la Fuerza Armada de Cooperación y Academia Militar de Venezuela en Fuerte Tiuna Distrito Capital”. Tesis de Grado. Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Departamento de Ingeniería Civil.

[2] CONDE, S. (2005) “Diseño de la Red de Distribución de Agua Potable y Red de Recolección de Aguas Residuales de la Urbanización Palma Real II, Sector Tipuro en la Ciudad de Maturín Estado Monagas”. Tesis de Grado. Escuela de Ingeniería y ciencias aplicadas. Departamento de Ingeniería Civil.

[3] BELMONTE, F. y GÓMEZ, M. (2003) “Diseño de un Sistema de Riego por Aspersión y Goteo para las Áreas Verdes del Núcleo de Anzoátegui de la Universidad de Oriente”. Tesis de Grado. Escuela de Ingeniería y Ciencias aplicadas. Departamento de Ingeniería Civil.

[4] MATAIX, C. (1982) “**Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas**”. Editorial Harla S.A., México.

[5] MERRIT, F. (1999) “**Manual para el Ingeniero Civil**” Editorial Mc Graw Hill, 4ta Edición, México.

[6] GONZÁLEZ, L. (2000) “**Metodología para Diseñar y Evaluar Redes de Distribución de Agua Potable**”. Editorial UDO Anzoátegui, 1ra Edición, Barcelona, Venezuela.

[7] LÓPEZ, L. (1990) “Agua, Instalaciones Sanitarias en los Edificios”. Edición de Prueba, Maracay.

[8] GONZÁLEZ, L. (1999) “**Gaceta Oficial de la República de Venezuela**”. M.S.A.S., Número 4.044, Extraordinario, Caracas, Venezuela.

[9] AROCHA, S. (1983) “**Cloacas y Drenajes – Teoría y Diseño**”. Ediciones Vega S.R.L. 1ra Edición, Caracas, Venezuela.

M.S.A.S., (1998). “**Gaceta Oficial de la República de Venezuela**”. Número 4.103 extraordinaria, Caracas, Venezuela.

[10] GHANEN, A. (1996) “**Fundamentos para el Cálculo de Alcantarillado**”. Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui, Puerto La Cruz, Venezuela

[11] PÉREZ, A. (1998) “**El Riego Localizado en Zonas Ajardinadas**”. VII Curso internacional de riego localizado, Tenerife, España.

[12] (2003). INVENSYS, SIMSCI-ESSCOR, “**Pipephase**”. Material de apoyo para el seminario PIPEPHASE, Anaco, Estado Anzoátegui, Venezuela.

[13] AROCHA, S. (1997) “**Abastecimiento de Agua**”. Ediciones Vega S.R.L. 3ra Edición, Caracas, Venezuela. Fondo Editorial del Colegio de Ingenieros de Venezuela.



**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y  
ASCENSO:**

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>TÍTULO</b>    | “DISEÑO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS PARA UN NUCLEO DE BOMBEROS, EN EL PROYECTO: COMPLEJO INDUSTRIAL GRAN MARISCAL DE AYACUCHO” (CIGMA), UBICADO EN GUIRIA ESTADO SUCRE”. |
| <b>SUBTÍTULO</b> |  |

**AUTOR (ES):**

| <b>APELLIDOS Y NOMBRES</b> | <b>CÓDIGO CULAC / E MAIL</b>                                    |
|----------------------------|---|
| <b>Sanabria R. Ali D.</b>  | <b>CVLAC: 15.202.219</b><br><b>EMAIL:sanabria.ali@gmail.com</b> |

**PALÁBRAS O FRASES CLAVES:**

**Red**

**Agua Potable**

**Aducción**

**Aguas Servidas**

**Colector**

**Hidroneumático**

**PIPEPHASE**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

| <b>ÀREA</b>                            | <b>SUBÀREA</b> |
|--|----------------|
| <b>Ingeniería y Ciencias Aplicadas</b> | <b>Civil</b>   |
|  |                |
|  |                |

**RESUMEN (ABSTRACT):**

**En el presente trabajo se describe el diseño de las instalaciones sanitarias en un Núcleo de Bomberos, el cual se propone el calculo del sistema de agua potable, aducción y riego con un software llamado PIPEPHASE. Igualmente se especifica el método de cálculo para la red de aguas servidas y colector de descarga. Finalmente se estudió las diferentes maneras de disponer las aguas pluviales a un canal trapezoidal de descarga. Fueron realizados todos los planos y simulaciones de forma eficiente con la finalidad de brindar al lector e investigador una buena comunicación con el proyecto.**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:****CONTRIBUIDORES**

| <b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>      | <b>ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL</b> |                           |                 |                 |                 |
|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Ing. Gabriel Ioli</b>        | <b>ROL</b>                         | <b>CA</b>                 | <b>AS<br/>X</b> | <b>TU</b>       | <b>JU</b>       |
|                                 | <b>CVLAC:</b>                      | <b>5.299.943</b>          |                 |                 |                 |
|                                 | <b>E_MAIL</b>                      | <b>gioli.g5@gmail.com</b> |                 |                 |                 |
|                                 | <b>E_MAIL</b>                      |                           |                 |                 |                 |
| <b>Prof. Mounir Bou Ghannam</b> | <b>ROL</b>                         | <b>CA</b>                 | <b>AS</b>       | <b>TU<br/>X</b> | <b>JU</b>       |
|                                 | <b>CVLAC:</b>                      | <b>11.420.592</b>         |                 |                 |                 |
|                                 | <b>E_MAIL</b>                      | <b>mo.bou@hotmail.com</b> |                 |                 |                 |
|                                 | <b>E_MAIL</b>                      |                           |                 |                 |                 |
| <b>Prof. Yasser Saab</b>        | <b>ROL</b>                         | <b>CA</b>                 | <b>AS</b>       | <b>TU</b>       | <b>JU<br/>X</b> |
|                                 | <b>CVLAC:</b>                      | <b>12.578.247</b>         |                 |                 |                 |
|                                 | <b>E_MAIL</b>                      |                           |                 |                 |                 |
|                                 | <b>E_MAIL</b>                      |                           |                 |                 |                 |
| <b>Prof. Blas Pinto</b>         | <b>ROL</b>                         | <b>CA</b>                 | <b>AS</b>       | <b>TU</b>       | <b>JU<br/>X</b> |
|                                 | <b>CVLAC:</b>                      | <b>5.847.446</b>          |                 |                 |                 |
|                                 | <b>E_MAIL</b>                      |                           |                 |                 |                 |
|                                 | <b>E_MAIL</b>                      |                           |                 |                 |                 |

**FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:**

|                    |                  |                  |
|--------------------|------------------|------------------|
| <b><u>2010</u></b> | <b><u>02</u></b> | <b><u>11</u></b> |
| <b>AÑO</b>         | <b>MES</b>       | <b>DÍA</b>       |

**LENGUAJE: SPA**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

ARCHIVO (S):

| NOMBRE DE ARCHIVO               | TIPO MIME          |
|---------------------------------|--------------------|
| TESIS. Instalaciones Sanitarias | Application/msword |

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F  
 G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t  
 u v w x y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ESPACIAL: \_\_\_\_\_ (OPCIONAL)

TEMPORAL: \_\_\_\_\_ (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero Civil

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pre-Grado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Ingeniería Civil.

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

**DERECHOS:**

**“Los Trabajos de Grado son de Exclusiva Propiedad de la Universidad de Oriente y Solo Podrán ser Utilizados para Otros Fines con el Consentimiento del Consejo de Núcleo Respectivo, el Cual Participara al Consejo Universitario”.**

**Sanabria Rosas Ali Daniel**

**AUTOR**

**Mounir Bou Ghannam**

**TUTOR**

**Yasser Saab**

**JURADO**

**Blas Pinto**

**JURADO**

**Yasser Saab**

**POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS**