

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



**ELABORACIÓN DE PROYECTO URBANÍSTICO EL PALOMAR
EN MUNICIPIO SAN JOSÉ DE GUANIPA, ESTADO
ANZOÁTEGUI**

Realizado por:

Br. Carlos Alberto Weki Rojas

Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como
Requisito para optar al Título de:

INGENIERO CIVIL

Cantaura, julio de 2022

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



**ELABORACIÓN DE PROYECTO URBANÍSTICO EL PALOMAR
EN MUNICIPIO SAN JOSÉ DE GUANIPA, ESTADO
ANZOÁTEGUI**

Tutor Académico

Prof. Elys Rondón

Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como
Requisito para optar al Título de:

INGENIERO CIVIL

Cantaura, julio de 2022

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



**ELABORACIÓN DE PROYECTO URBANÍSTICO EL PALOMAR
EN MUNICIPIO SAN JOSÉ DE GUANIPA, ESTADO
ANZOÁTEGUI**

El Jurado hace constar que asignó a esta a Tesis la Calificación de:

APROBADO

Prof. González, Anabel
Jurado Principal

Prof. Rojas, Laurimar
Jurado Principal

Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como
Requisito para optar al Título de:

INGENIERO CIVIL

Cantaura, julio de 2022

RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 41 del Reglamento de Trabajos de Grado:

“Los trabajos de grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizados a otros fines, con el consentimiento del Consejo de Núcleo quien lo participara al Consejo Universitario”



DEDICATORIA

El arduo camino que he debido recorrer, desde el primer examen hasta mi última prueba, este trabajo de grado, ha tenido cientos de personas trabajando conmigo y fortaleciéndome. Seguramente no recordare a todas, ni todas cabrían en este pequeño espacio.

Sin embargo, dedicarles este esfuerzo a mis Padres, por el empujón que siempre me han dado para no desistir,

A mi novia de tantos años Edlitmar y mi suegra por su apoyo incondicional y su larga paciente espera.

A mis hermanos, por ser un motor motivante y una razón más para vivir y siempre estar ahí apoyándome,

A cada uno de los profesores que dejaron su huella a lo largo de este camino,

Y por último, pero no menos importante a Dios, que existe y me ha demostrado su Bondad.

Carlos Weki

AGRADECIMIENTOS

Para poder realizar este trabajo conté con la valiosa colaboración del Instituto Municipal de la Vivienda (INMVI GUANIPA) y personas que con desinterés se sumaron a mi trabajo de grado en especial:

Primeramente a Dios por darme la vida y salud para poder culminar esta meta.

Mis Padres Nubia Rojas de Weki y Freddy Weki, por su apoyo incondicional.

Mis hermanos Scarlet, Yennifer y Freddy José, por siempre estar presentes.

A mi novia Edlitmar Flores, quien ha apoyado a lo largo de este camino.

A mi hija Carlotta Isabella por llegar a este mundo en el mejor momento y así motivarme más para culminar y obtener mi título.

Y a todas las demás personas (amigos, profesores, trabajadores administrativos) que de una u otra forma contribuyeron y me brindaron su apoyo y cariño en la realización de este trabajo.

Carlos Weki

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



**ELABORACIÓN DE PROYECTO URBANÍSTICO EL PALOMAR EN
MUNICIPIO SAN JOSÉ DE GUANIPA, ESTADO ANZOÁTEGUI**

Tutor:
Prof. Elys Rondón

Autor:
Br. Weki, Carlos
Cantaura: julio de 2022

RESUMEN

El proyecto urbanístico llamado El Palomar está ubicado en el municipio San José De Guanipa, Estado Anzoátegui, posee una superficie de 25 hectáreas. Se proyectó para enfrentar el déficit habitacional que se encuentra en la zona, en el cual, fue necesario el diseño de los servicios básicos según las normativas vigentes, siendo los sistemas de acueducto y de recolección de aguas servidas las principales, también se determinó el sistema eléctrico bajo los lineamientos plasmados en el Código Eléctrico Nacional. a usar en dicho urbanismo. En el trazado del acueducto y red de aguas servidas fue el calculado para una población estimada, bajo los criterios de la gaceta oficial N° 4.044 donde podrá transportar un caudal máximo horario de 48 l/s y para el cálculo gastos de proyecto del sistema de aguas servidas se siguieron las pautas establecidas en las I.N.O.S y la gaceta N° 5.318 conformada por 22 tramos y 23 Bocas de Visita debidamente ordenadas; para la red de distribución de aguas blancas estableció por tuberías de PVC, igualmente para el funcionamiento del sistema de aguas servidas implicó un gasto domiciliario, institucional y de infiltración en el nodo final un total de 79,874 l/s, todo esto se canalizo a través de una distribución de colectores conectados por bocas de visita tipo I-A, el material establecidos para dichos colectores fue de PVC. La descarga de aguas servidas se realizara en una planta de tratamiento proyectada a futuro; en mismo orden de idea, se elaboraron planos de ingeniería y de detalle usando AutoCAD 2016.

Palabras claves: acueducto, aguas, potable, servidas, PVC, gastos.

INDICE GENERAL

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
INDICE GENERAL.....	viii
INDICES TABLAS.....	xv
INDICE DE FIGURAS.....	xvi
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPITULO I.....	21
El problema.....	21
1.1. Planteamiento del problema.....	21
1.2. Objetivos.	24
1.2.1. Objetivo General.....	24
1.2.2. Objetivos específicos.....	24
1.3. Descripción del sitio de estudio	25
1.3.1. Ubicación geográfica.	25
1.3.2. Límites de San José de Guanipa.....	25
1.3.3. Superficie de la población.....	26
1.3.4. Precipitaciones	26
1.3.5. Temperatura	26
1.3.6. Hidrografía	27
1.4. Proyecto Urbanístico El Palomar en Municipio San José de Guanipa, estado Anzoátegui.....	27
1.4.1. Localización.....	27
1.4.2. Descripción	28

CAPITULO II	29
MARCO TEORICO	29
2.1. Terminologías básicas.....	29
2.1.1. Definición de estructura	29
2.1.2. Estados límites	29
2.1.3. Método de los estados límites para revisión y diseño de los elementos estructurales.....	30
2.1.4. Método de Análisis Estructural	35
2.1.5. Acciones	36
2.1.5.1. Clasificación de las acciones	36
2.1.6. Combinaciones de cargas	38
2.2. Sistemas de distribución de aguas blancas.....	39
2.2.1. Instalaciones de aguas blancas:.....	40
2.2.1.1. Consideraciones básicas para el proyecto de distribución de agua: 40	
2.2.1.2. Pérdida de carga o de presión:	41
2.3. Sistema de abastecimiento de aguas.....	43
2.3.1. Componentes de un diseño de un abastecimiento de agua potable	43
2.3.1.1. Fuentes de abastecimiento	43
2.3.1.2. Obra de captación.....	44
2.3.1.3. Línea de aducción.....	44
2.3.1.4. Estanque de almacenamiento.....	44
2.3.2. Importancia del estudio de la zona.	45
2.3.3. Red de distribución	46
2.3.3.1. Tipos de redes de distribución de agua potable.....	47
2.3.3.1.1. Red ramificada o red abierta.....	47
2.3.3.1.2. Tipo mallado o red cerrada	48
2.4. Selección del tipo de distribución.	49

2.4.1. Sistema suministro por gravedad	49
2.4.2. Sistema suministro por gravedad	50
2.4.3. Sistema suministro por gravedad	51
2.5. Componentes de la red distribución de agua potable.	53
2.5.1. Red de transporte.	53
2.5.2. Red arterial.	53
2.5.3. Red secundaria.....	54
2.5.4. Acometidas	54
2.6. Consumo	54
2.7. Factores que afectan al consumo	55
2.7.1. Consumo doméstico	55
2.7.2. Comercial o industrial	55
2.7.3. Consumo público	56
2.7.4. Consumo por pérdida en la red	56
2.7.5. Consumo por incendio	56
2.8. Criterios básicos de diseño.	56
2.9. Ecuaciones para obtener los consumos en diferentes periodos.	58
2.9.1. Consumo medio diario	58
2.9.2. Consumo máximo diario	58
2.9.3. Consumo máximo horario.....	59
2.9.4. Caudal de incendio	60
2.9.5. Durabilidad o vida útil de las instalaciones	61
2.9.6. Facilidades de construcción y posibilidades de ampliaciones o sustituciones.	61
2.9.7. Tendencias de crecimiento de la población	62
2.9.8. Posibilidades de financiamiento y rata de interés	62
2.10. Tuberías	64

2.10.1. Tubería Matriz (mayores a 400mm).....	64
2.10.2. Tuberías Arteriales o Principales	64
2.10.3. Tuberías de Relleno.....	65
2.10.4. Tuberías de Servicio	65
2.11. Tuberías según el tipo de material.	65
2.11.1. Tuberías plásticas.....	65
2.11.2. Tuberías para conexiones domiciliarias.....	66
2.11.3. Piezas para conexiones.....	67
2.12. Válvulas.....	68
2.12.1. Válvula de lodo o de pie.....	68
2.12.2. Válvula de retención.	69
2.12.3. Válvulas supresoras de presión.....	69
2.12.4. Válvulas de paso.....	69
2.12.5. Válvulas reductoras de presión.....	70
2.12.6. Válvulas de altitud.....	70
2.13. Hidrantes.....	70
2.14. Colocación de tuberías.....	72
2.15. Sistemas de cloacas.....	74
2.15.1. Instalaciones de aguas servidas o negras:	74
2.15.2. Unidades de descarga:	75
2.16. Características de las aguas residuales.....	75
2.16.1. Sólidos totales	75
2.16.2. Producción de sulfuro de hidrógeno	76
2.17. Elección del tipo de tubería.	76
2.17.1. Sistema unitario.	76
2.17.2. Sistema separado.....	77
2.18. Componentes del sistema.....	78

2.18.1. Tanquilla de empotramiento	78
2.18.2. Boca de visita.	79
2.18.3. Tramos.....	80
2.18.4. Red de colectores.	81
2.19. Calculo de gasto de proyecto en sistemas para aguas servidas.	83
2.19.1. Calculo de gasto de las aguas servidas domiciliarias.	84
2.19.2. Gastos de aguas industriales, comerciales e institucionales:	84
2.19.3. Gastos de Infiltración	85
2.19.4. Gastos por tramos.	85
2.19.5. Gastos unitarios.	86
2.19.6. Caudal de diseño	86
2.20. Elementos hidráulicos de un colector circular a sección llena.	87
2.20.1. Tirante de agua.....	87
2.20.2. Perímetro mojado.	88
2.20.3. Área mojada	88
2.20.4. Radio hidráulico	88
2.20.5. Velocidad	88
2.20.6. Gasto o Caudal	88
2.21. Pendientes y Velocidades mínimas.....	89
2.22. Pendientes y velocidades máximas.	89
2.22.1. Términos esenciales definidos por el código eléctrico nacional: 90	
CAPITULO III	92
Marco Metodológico.....	92
3.1. Tipo de Investigación.....	92
3.2. Nivel de Investigación.....	92
3.3. Técnica a utilizar	93
CAPITULO IV.....	95

ANALISIS DE DATOS Y RESULTADOS	95
4.1. Distribución arquitectónica del urbanismo y sus edificaciones	95
4.2. Efectuar el diseño de las instalaciones eléctricas y sanitarias del urbanismo, aplicando las consideraciones de la Gaceta Oficial 4044 y el Código Eléctrico Nacional.	96
4.2.1. Generales	96
4.2.2. Normas	97
4.2.3. Variaciones Permitidas de Frecuencia.....	98
4.2.3.1. Selección de los Niveles de Tensión.	98
4.2.3.2. Variaciones Permitidas de Tensión.....	98
4.2.4. Sistema de Puesta a Tierra.	99
4.2.5. Diagramas Unifilares.....	99
4.3. Trazado de la red de acueducto.....	100
4.4. Estimación de la población.....	101
4.5. Estimación del gasto de agua potable.....	102
4.5.1. Caudal medio.....	102
4.5.2. Caudal medio diario	103
4.5.3. Caudal máximo horario	104
4.5.4. Caudal de incendio	104
4.6. Uso del Software WaterCAD V8i	105
4.6.1. Configuración del modelo	105
4.6.2. Creación del prototipo de la red.....	110
4.6.3. Introducción de datos de consumo.	110
4.6.4. Elección de la bomba del acueducto	114
4.6.5. Corrida del proyecto.....	120
4.7. Trazado del sistema de aguas servidas.	121
4.7.1. Aportes cloacales.....	121
4.7.2. Gastos provenientes del acueducto.....	122

4.7.3. Gastos de infiltración	123
4.7.4. Caudal de diseño de colector	124
4.7.5. Velocidad a sección plena	125
4.7.6. Caudal a sección plena.....	125
4.7.7. Relaciones de caudales.....	126
4.8. Uso del Software SewerCAD V8i SS5	127
4.8.1. Configuración del modelo	127
4.8.2. Creación del modelo del sistema	131
4.8.3. Introducción de los gastos en cada vértice.	131
4.8.4. Introducción de la topografía del terreno.	132
4.8.5. Corrida de la simulación del sistema.	133
4.9. Diseño de estructural de las edificaciones del urbanismo aplicando las normas COVENIN 1618-98, FONDONORMA 1753-06, COVENIN 1756-98 Rev. 2001, AISC 360-10, ACI 318-14.	134
4.10. Planos de ingeniería de detalle	143
CAPITULO V.....	144
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	144
5.1. Conclusiones.....	144
5.2. Recomendaciones.....	147
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	149
HOJA DE METADATOS	152

INDICES TABLAS

Tabla 1: Calculo de Qmd y Qmh por diversos autores.	59
Tabla 2: Gastos y duracion de incendio.....	60
Tabla 3: Tuberías para acueductos	67
Tabla 4: Gasto de incendio	72
Tabla 5: Profundidad y ancho de la zanja.....	73
Tabla 6: Coeficientes de rugosidad según el material.	83
Tabla 7: Velocidades máximas según el tipo de material.	90
Tabla 8: Variaciones Permitidas de Tensión.....	99
Tabla 9: Resultados de los tipos de caudales en cada vértice.	105
Tabla 10: Criterios para la matriz de la bomba.	118
Tabla 11: Puntajes y Resultados de la matriz de evaluación.....	119
Tabla12: Resultados de los diferentes aportes cloacales por tramos	127
Tabla 13. Fallas en elementos estructurales. Diseño por capacidad.	138
Tabla 13. Fallas en elementos estructurales. Diseño por capacidad. Cont.	139

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica de San José de Guanipa.	25
Figura 2 Ubicación Geográfica de El Palomar.	28
Figura 3. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua.	45
Figura 4. Red abierta.	48
Figura 5. Red cerrada	49
Figura 6. Sistema suministro por gravedad	50
Figura 7 Bombeo directo al estanque y suministro por gravedad	51
Figura 8: Bombeo directo contra la red.	52
Figura 9: Esquema de un sistema unitario de recolección de aguas servidas y agua de lluvia.	77
Figura 10: Esquema de un sistema separado de recolección de aguas servidas y aguas de lluvia	78
Figura 11: Tanquilla de empotramiento. Longitudinal	79
Figura12: Tanquilla de empotramiento. Planta	79
Figura 13: Ubicación relativa de colectores.	82
Figura 14: Distribución del urbanismo.	95
Figura 15: Trazado del acueducto.	101
Figura 16 Inicio de WaterCAD V8i	106
Figura 17 Información del proyecto.	107
Figura 18 Determinación del fluido a modelar y ecuación de pérdida.	108
Figura 19 Configuración del sistema de unidades.	109

Figura 20: Configuración del prototipo.	110
Figura 21: Introducción de datos de consumo en cada nodo.	113
Figura 22: Elección del diámetro y tipo de material de las tuberías.	114
Figura 23: Definición de la bomba	115
Figura 24: Datos de la bomba.....	119
Figura 25: Inicio de WaterCAD V8i	128
Figura 26: Información referente al proyecto.	129
Figura 27: Información referente al proyecto	130
Figura 28: Elección de la tubería.	131
Figura 29: Introducción de gastos al sistema.....	132
Figura 30: Introducción de la topografía del terreno.	133
Figura 31. Modelado 3D fachada Este.....	135
Figura 32. Modelado 3D deformada de la estructura.....	137
Figura 33. Rótulas plásticas generadas en vigas y columnas en sentido "X".	140
Figura 34. Curva de capacidad Push X.	142
Figura 35. Curva de capacidad Push Y.	142

INTRODUCCIÓN

En todo proyecto urbanístico en la carrera de ingeniería civil, implica la los servicios básicos, los cuales, son convenientes con la magnitud e importancia que vaya adquiriendo el diseño. Esto supone vialidad, servicios sociales, sistemas de red de distribución de agua potable, redes de recolección de aguas servidas, aguas pluviales, electrificación, etc. Al hablar de servicios públicos, especialmente los relacionados a la especialidad hidráulica, existen determinadas variables que en ocasiones son difíciles de predecir, en casos puntuales no son tomadas en cuenta, y en otras circunstancias, a pesar de estudiarlas y conocerlas bien, con el tiempo adquieren una nueva magnitud o un patrón contrario al implementado en un principio, ocasionando que los sistemas sanitarios, teóricamente bien calculados, tiendan a reducir su rendimiento e incluso se tornen parcial o completamente obsoletos.

Una de ellas sería la relación que existe entre el acueducto y el sistema de recolección de aguas servidas, de tal manera que para poder diseñar un sistema de recolección de aguas servidas se necesita la dotación del abastecimiento de agua de la población o urbanismo, de igual forma el diseño de abastecimiento de agua atribuye a la construcción de un sistema de recolección de aguas servidas para dar salida a dicha dotaciones y así poder mantener servicios eficientes para mejorar la calidad de vida de la población.

En mismo sentido, puede suceder inclusive en sistemas de alcantarillado que ya posean mucho tiempo funcionando de manera correcta, debido a la inestabilidad de estos factores como lo son, en primera instancia,

la naturaleza, la cual en determinadas épocas produce comportamientos agresivos e impredecibles; en segundo lugar, la poca y deficiente planificación de las redes de drenaje, y, por último, el tipo de uso que dé el usuario a los sistemas sanitarios.

En el caso de la originalidad de este tipo de proyectos civiles se puede mencionar el acueducto de Caracas se surtido con aguas del río Macarao y fue diseñada por Eleazar Urdaneta. Bajo una ley que reorganizó la administración pública, cabe destacar que en 1874 se creó el Ministerio de Obras Públicas “M.O.P” que pasó a ocuparse de este tipo de obras.

No obstante los sistemas de abastecimiento de agua y de recolección de aguas servidas a través de los años se han venido desarrollando ciertos métodos que son empleados para lograr óptimos sistemas, que con el paso del tiempo y debido al crecimiento poblacional ha sido necesario realizar obras cada día de mayor tamaño con la finalidad de abastecer de este preciado líquido a las poblaciones que día a día lo requieren en mayor cantidad y de alta eficacia, ya que en toda comunidad preservar la salud es sinónimo de calidad de vida.

El siguiente proyecto está estructurado por 5 capítulos:

En Capítulo I se aborda el planteamiento del problema, los objetivos y también podremos observar la descripción del sitio de estudio.

En el mismo orden de idea, en **el Capítulo II** se desarrolló el marco teórico donde se hace referencia todos las definiciones claves, y procedimientos a seguir para el diseño tanto del sistema de acueducto como el de recolección de aguas servidas, y por supuesto la parte eléctrica.

Seguidamente se encuentra **el Capítulo III**, donde se definió la metodología usada para lograr cada uno de los objetivos, destacando el tipo y el nivel de la presente investigación, las técnicas de recolección de datos.

Para **el Capítulo IV** se muestra el análisis y resultado de los diferentes elementos, ecuaciones y procedimientos que se realizaron para lograr el diseño final

Y finalmente se llega al **Capítulo V**, donde se proporcionan las conclusiones y recomendaciones del proyecto, dando ese toque final para concretar el conocimiento encontrado en la presente investigación

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema.

El crecimiento o expansión de las ciudades trae como consecuencia directa el déficit en los servicios de infraestructuras y de superestructuras, debido a la demanda que se genera, por el aumento de los individuos en un área en específica, es decir la capacidad de los servicios presentes, es equiparada, o en el peor de los escenarios, es superada, ocasionando el colapso; ya que la dinámica de crecimiento de los servicios por lo general, no es proporcional al incremento de la población. Las interrelaciones de la dinámica demográfica y la gestión del sector habitacional, siempre han representado un gran reto para el planeamiento y desarrollo de las ciudades a nivel global.

En el mismo orden de ideas, durante los últimos años, América Latina ha experimentado significativos cambios en su perfil demográfico, con grandes consecuencias en la planeación y gestión de los servicios sociales. Arriagada (2003), indica que el tema de la vivienda se vincula con una alta inequidad social y un importante rezago en la atención de las necesidades de la población. A diferencia de lo que sucede en la salud y la educación, los indicadores básicos sugieren enorme déficit, además, se trata de un sector poco estudiado en su relación con la dinámica de población y el desarrollo, aunque existen importantes vínculos y espacios para incorporar variables en la planeación sectorial.

Por otra parte, Pérez (2008), señala que, algo semejante ocurre en Venezuela, ante la inhabilidad de la sociedad venezolana de producir un nivel adecuado de viviendas, por muchos años, llevando a altos déficits en el sector de la construcción. Esta realidad se ha mitigado a partir de la masificación que ha experimentado la construcción de vivienda de interés social en los últimos años, con los planes de desarrollo nacionales con la Gran Misión Vivienda Venezuela (GMVV), la ha convertido en una de las actividades más importantes de la industria de la construcción a nivel nacional, por lo que es esencial centrar la atención en esta área. Hay que mencionar además, la crisis económica que atraviesa el país, ha generado que en un decaimiento en la producción de viviendas por parte de la GMVV y el sector privado.

Por otro lado, esta realidad de déficit de vivienda, es extrapolable al Municipio San José de Guanipa del estado Anzoátegui, es por ello que el Instituto Municipal de la Vivienda (IMVIGUANIPA), es una institución pública dedicada a la elaboración y ejecución proyectos de construcción de viviendas. Por lo que consiente de esta situación, planifico entre sus actividades en su Plan Operativo Anual (POA) 2019-2020, el cual se prevé, ser presentado ante el Órgano Superior de la Vivienda (OSV) la elaboración de un proyecto urbanístico, para 128 apartamentos, en una parcela de 1,04 has, ubicados en el sector el Palomar, San José De Guanipa, estado Anzoátegui.

De manera que, el desarrollo de la ingeniería del proyecto, amerito encontrar una solución práctica, lo más económica posible, sin que esto implique de modo alguno excesivos costos; aprovechando los materiales y equipos para la construcción del instituto. Entre los requerimientos mínimos, dados por el departamento de proyecto de IMVIGUANIPA, es que, para esta

nueva propuesta del diseño arquitectónico, se contempla la implantación de vías perimetrales con estacionamiento, debió a la extensión reducida de la parcela, y garantizar un mejor aprovechamiento del espacio, de igual manera se plantea usar ocho (08) torres de cuatro (04) niveles, con cuatro (04) apartamentos por nivel, en acero estructural, se considerará la implantación de una pequeña plazoleta o parque infantil, como único elemento de mobiliario urbano o áreas comunes.

Ahora bien, en la subsiguiente fase, después de definidas las dimensiones y disposición del urbanismo, se elaboró el proyecto arquitectónico de las edificaciones, seguidamente, para la nueva distribución arquitectónica, se procederá a realizar planos de instalaciones eléctricas, sanitarias y drenaje de aguas pluviales. Además, se realizará el análisis dinámico y estático de la estructura, esbozando los planos de detalle y el informe técnico del cálculo. Tomando en consideración los criterios establecidos por el Comité Venezolano de Normas Industriales (COVENIN) 1618-98, que trata las estructuras de acero para edificaciones, COVENIN 1756-98 (Rev. 2001), para el diseño sismo resistente de la misma, el "American Concrete Institute" ACI 318-14 para elementos de concreto armado estructural, la Gaceta Oficial 4044, para los diseños sanitarios y el Código Eléctrico Nacional para el suministro eléctrico.

Continuando con el planteamiento, la propuesta de proyecto no fue pionera en su categoría; ya que existen múltiples trabajos y propuestas de desarrollos urbanísticos en el país, pero a su vez, para el alcance planteado en la ingeniería, es atribuible su singularidad para la Universidad De Oriente (UDO) Extensión Cantaura, en la especialidad de ingeniería civil, ya que engloba todos los requerimientos, de las disciplinas necesarias para la elaboración de una ingeniería para un desarrollo urbanístico.

En el mismo orden de ideas, el alcance multidisciplinario (urbanismo, arquitectura, estructuras, sanitarias y electricidad) del presente proyecto, representa una alternativa de guía para próximas investigaciones en este campo del desarrollo de proyectos de ingeniería, así como también referente para futuros trabajos académicos y proyectos de desarrollo urbanísticos en las asignaturas que competen en el área de estudio, tanto para los estudiantes de la Universidad De Oriente extensión Cantaura, así como también, universidades en del país y a sus egresados en la especialidad de ingeniería civil los cuales quieran ampliar o reforzar sus conocimientos técnicos.

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

Elaborar proyecto urbanístico El Palomar en Municipio San José de Guanipa, estado Anzoátegui.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Establecer la distribución arquitectónica del urbanismo y sus edificaciones.
- Efectuar el diseño de las instalaciones eléctricas y sanitarias del urbanismo, aplicando las consideraciones de la Gaceta Oficial 4044 y el Código Eléctrico Nacional.
- Realizar el diseño estructural de las edificaciones del urbanismo aplicando las normas COVENIN 1618-98, FONDONORMA 1753-06,

COVENIN 1756-98 Rev. 2001, AISC 360-10, ACI 318-14, empleando las herramientas tecnológicas Etabs 2016.

- Presentar los planos de ingeniería de detalle usando AutoCAD 2016.

1.3. Descripción del sitio de estudio

1.3.1. Ubicación geográfica.

El municipio San José de Guanipa es uno de los 21 municipios, que forman parte del Estado Anzoátegui, Venezuela, se encuentra situado a 249 m s. n. m. . Está ubicado al este de dicho Estado, tiene una superficie de 792 km² y una población de 97.727 habitantes (Censo 2011). Su capital es San José deGuanipanombre también de la única parroquia delmunicipio.



Figura 1. Ubicación Geográfica de San José de Guanipa.
Fuente: Autor (2022)

1.3.2. Límites de San José de Guanipa.

- Norte: Con el Municipio Pedro María Freites.

- Sur: Con el Municipio Simón Rodríguez
- Este: Con el Municipio Independencia
- Oeste: Municipio Simón Rodríguez.

1.3.3. Superficie de la población.

San José de Guanipa, también conocida como El Tigrito, es una ciudad ubicada en la zona centro-sur del Estado Anzoátegui, Venezuela. Es la capital del Municipio Guanipa que es uno de los 21 municipios que forman parte del Estado Anzoátegui.

1.3.4. Precipitaciones

En esta zona existen precipitaciones que se producen a lo largo del año, unos períodos muy subidos y otras más bajas, sin embargo, hay una precipitación con un valor promedio anual de 895 mm. Por lo que se nota es más alta que en Barcelona, lo cual se debe a que Cantaura tiene más altitud que la capital del estado.

1.3.5. Temperatura

Tiene un clima variado. Se siente a veces calor, otras veces el frío en la noche o tal vez una temperatura moderada. A continuación la temperatura promedio durante el año:

- Media: 27°
- Máxima: 34°
- Mínima: 20,5°

Como es de observar, es este asentamiento, encontramos una temperatura inestable. Esto debido a las estaciones que se dan en Venezuela como lo son el invierno y el verano. De allí depende, en cierto modo, estos cambios.

1.3.6. Hidrografía

El principal afluente que pasa por el municipio es el Río Tigre en dirección oeste-este desembocando en el delta del Orinoco sus balnearios principales son: Paso de la línea, El puente, La redoma, El paso del estudiante, Bartolo y La piscina.

Es bueno señalar que el Río Tigre tiene una longitud de 304 km desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Río Morichal Largo, antes de la descarga de ambos en el caño Manamo. Además el municipio cuenta con un sistema de pozos subterráneos que proporcionan el agua potable que consume la población.

1.4. Proyecto Urbanístico El Palomar en Municipio San José de Guanipa, estado Anzoátegui.

1.4.1. Localización.

El complejo se implantara sobre una área rectangular de 25 hectáreas en la prolongación Nor-Oeste de la ciudad de San José de Guanipa, donde la tendencia de crecimiento de la ciudad la orienta hacia esta área, descongestionando y desplazando servicios y densidad poblacional del centro de la ciudad, hacia esta zona con un potencial que impulsara este polo de desarrollo y crecimiento urbanístico ordenado.

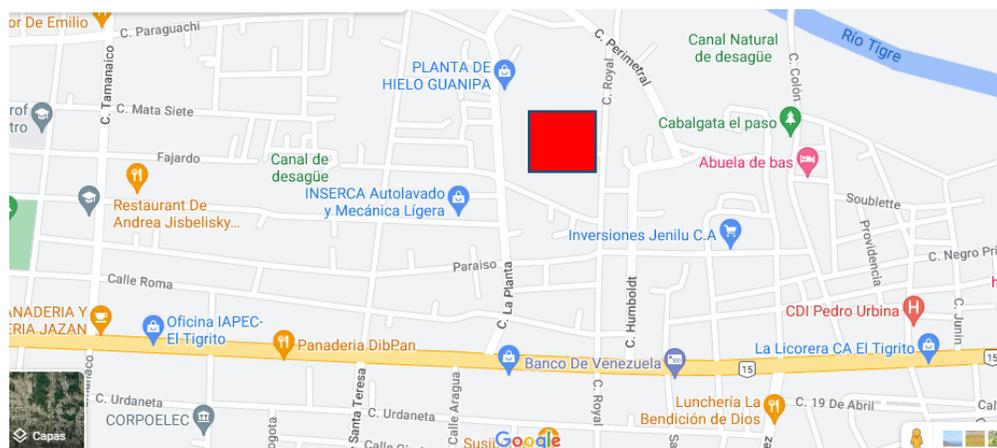


Figura 2 Ubicación Geográfica de El Palomar.
Fuente: Autor (2022)

1.4.2. Descripción

Entre los requerimientos mínimos, dados por el departamento de proyecto de IMVIGUANIPA, es que, para esta nueva propuesta del diseño arquitectónico, se contempla la implantación de vías perimetrales con estacionamiento, debió a la extensión reducida de la parcela, y garantizar un mejor aprovechamiento del espacio, de igual manera de plantea usar ocho (08) torres de cuatro (04) niveles, con cuatro (04) apartamentos por nivel, en acero estructural, se considerará la implantación de una pequeña plazoleta o parque infantil, como único elemento de mobiliario urbano o áreas comunes.

- Área de servicios.

Se ha dispuesto un espacio de 10.000 m² de áreas para la instalación de los servicios del complejo, como la planta de tratamiento, estaciones de bombeo, subestaciones eléctricas o bancos de transformadores

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Terminologías básicas.

2.1.1. Definición de estructura

Se refiere a un sistema de partes conectadas que se utilizan para soportar una carga, Hibbeler (2012), Entre los ejemplos más importantes relacionados con la ingeniería civil están los edificios, los puentes y las torres. La estructura es un ensamblaje de elementos el cual mantiene su forma y su unidad teniendo como objetivos resistir cargas resultantes de su uso y de su peso propio y darle forma a la obra civil.

2.1.2. Estados límites

COVENIN (1988), define como Estado Límite a la situación más allá de la cual una estructura, miembro o componente estructural queda inútil para su uso previsto, sea por su falla resistente, deformaciones y vibraciones excesivas, inestabilidad, deterioro, colapso o cualquier otra causa.

En este orden (*ibídem*), expone:

Estado Límite de Agotamiento: se alcanza este estado cuando se agota la resistencia de la estructura o de alguno de sus miembros.

Estado Límite de Servicio: se alcanza este estado cuando las deformaciones, vibraciones, agrietamiento, o deterioro afectan el funcionamiento previsto de la estructura, pero no a su capacidad resistente.

Estado Límite de Tenacidad: se alcanza cuando la disipación de energía es incapaz de mantener un comportamiento histórico estable.

Estado Límite de Estabilidad: se alcanza cuando el comportamiento de la estructura o de una parte importante de ella se afecta significativamente ante nuevos incrementos de las acciones y que podrían conducirla al colapso o desplome.

2.1.3. Método de los estados límites para revisión y diseño de los elementos estructurales

El método de Estados Límites, permite diseñar o revisar estructuras suficientemente seguras y podría ahorrar material según el tipo de estructura *op. cit. pag.8*. El objetivo del análisis y diseño según la teoría de los estados límites, es mantener la estructura alejada de la probabilidad de superar la frontera de utilidad, asegurando, tanto en forma local como global, la estabilidad, la resistencia y la rigidez de sus miembros, para cualquier combinación prevista de las solicitaciones que se pueden presentar durante la vida útil de la edificación.

La estructura debe tener suficiente capacidad de absorción y disipación de energía para asegurar un comportamiento dúctil del sistema durante la más desfavorable posibilidad de acción de las cargas exteriores actuantes, en un tiempo aleatorio. Además, este cumple con las exigencias de las normas AISC (2010) para construcciones en acero y la COVENIN (1998) estructuras de acero para edificaciones. Para este método, el perfil es clasificado en función de la relación ancho/espesor (λ) y la relación

ancho/espesor de la referencia (λ_r) para perfiles de área cerrada, se tiene que las condiciones para estructuras a compresión son las siguientes:

$$\lambda < \lambda_r \text{ COMPACTO} \therefore \phi_{as} = 1,00 \quad (\text{Ec. 1})$$

$$\lambda > \lambda_r \text{ ESBELTO} \therefore \phi_{as} = \phi_a \cdot \phi_s \quad (\text{Ec. 2})$$

Para perfiles circulares se utiliza:

$$\lambda = \frac{d}{t} \quad (\text{Ec. 3})$$

$$\lambda_r = 0,31 \frac{E}{F_y} \quad (\text{Ec. 4})$$

Dónde:

λ : Relación ancho/espesor.

λ_r : Parámetro de esbeltez local.

E : Módulo de elasticidad del acero.

F_y : Resistencia del acero utilizado.

d : Diámetro del perfil circular.

t : Espesor.

ϕ_{as} : Coeficiente de reducción de pandeo local

ϕ_a : Coeficiente de reducción para elementos esbeltos atiesados.

ϕ_s : Coeficiente de reducción para elementos esbeltos no atiesados.

Para perfiles rectangulares se utiliza:

$$\lambda = \frac{d - 3tf}{tw} \quad (\text{Ec. 5})$$

$$\lambda_r = 1,40 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (\text{Ec. 6})$$

Dónde:

λ : Relación ancho/espesor.

λ_r : Parámetro de esbeltez local.

E : Módulo de elasticidad del acero.

F_y : Resistencia del acero utilizado.

d : Altura del perfil cuadrado.

t_f : Espesor del ala.

t_w : Espesor del alma.

❖ Resistencia a compresión del perfil

Para verificar la resistencia a compresión de un elemento, es necesario aplicar las siguientes ecuaciones COVENIN (1988):

✓ Límite de esbeltez

En este paso se debe verificar el límite de esbeltez, si es mayor a 200 es esbelto y por lo tanto no será apropiado. Para revisión el factor de longitud efectiva (K) se asume como 1.

$$\frac{KL}{r_{min}} \leq 200 \quad (\text{Ec. 7})$$

Dónde:

L : Longitud del elemento.

K : Factor de longitud efectiva (Para elementos doblemente articulados es igual a 1).

r_{min} : Radio de giro mínimo.

✓ **Estado de trabajo en pandeo flexional (λ_c)**

El estado de trabajo define el dominio elástico e inelástico donde se encuentra el elemento estructural de acuerdo a las siguientes condiciones:

Si $\lambda_c > 1,5$ El perfl se encuentra en el dominio elástico

Si $\lambda_c < 1,5$ El perfl se encuentra en el dominio inelástico

$$\lambda_c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}} \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde:

λ_c : Parámetro de esbeltez.

r : Radio de giro.

✓ **Esfuerzo a compresión en pandeo flexional (F_{cr}) en (KgF/cm^2)**

El esfuerzo a compresión en pandeo flexional la ecuación (F_{cr}), varía de acuerdo al dominio. En el caso del dominio elástico se utiliza:

$$F_{cr} = F_y \left(\frac{0,877}{\lambda_{cr}^2} \right) \quad (\text{Ec. 9})$$

Para el caso del dominio inelástico es:

$$F_{cr} = F_y \left(0,658 \lambda_{cr}^2 \right) \quad (\text{Ec. 10})$$

✓ **Resistencia a compresión en pandeo flexional en (KgF/cm^2)**

Para el cálculo de factor (ϕ_{Nt}), es necesario aplicar la siguiente ecuación:

$$\phi_{Nt} = \phi * A * Fc \quad (\text{Ec. 11})$$

Dónde:

ϕ_{Nt} : Factor de minoración de la resistencia teórica.

A: Área de la sección transversal del perfil.

ϕ : 0,90.

❖ **Resistencia a flexión**

En valor de factor de forma (α) es diferente según sea el caso COVENIN (1988), para perfiles circulares el valor será $\alpha=1,27$, y para los rectangulares es $\alpha=1,25$. Para el cálculo de la resistencia por flexión se emplea la siguiente ecuación:

$$\phi Mn = \phi * Fy * Z \quad (\text{Ec. 12})$$

Dónde:

Z: Módulo plástico de sección, $Z= \alpha * S$.

S: Módulo de sección.

$\phi = 0,90$.

❖ **Verificación de resistencia a tensión**

Según COVENIN (1998), para esta resistencia solo se realizará la verificación de esbeltez que será la longitud efectiva (L), entre el radio de giro (r), el cual tiene que ser menor o igual a 300, y luego constatar la resistencia por cedencia (ϕP_n) para $\phi = 0,90$ con la siguiente ecuación:

$$\phi P_n = \phi * A * F_y \quad (\text{Ec. 13})$$

❖ Verificación de resistencia a flexo compresión

En esta verificación es necesario realizar el cálculo de la fuerza a compresión actuante (N_u), entre el valor de la resistencia a compresión minorada del perfil (ϕ_{Nt}), (ibídem) para saber cuál ecuación se debe utilizar, dependiendo de las siguientes condiciones:

$$\frac{N_u}{\phi_{Nt}} > 0,20 \text{ se utiliza } \rightarrow \frac{N_u}{\phi_{Nt}} + \frac{8}{9} \left[\frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \right] \quad (\text{Ec. 14})$$

$$\frac{N_u}{\phi_{Nt}} < 0,20 \text{ se utiliza } \rightarrow \frac{N_u}{2 * \phi_{Nt}} + \left[\frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \right] \quad (\text{Ec. 15})$$

Cabe destacar que, si el resultado obtenido en la verificación de resistencia a flexo compresión es mayor que 1,00, el perfil falla, es decir fue superada la capacidad del perfil por la demanda requerida sobre el miembro, por lo que la sección se considera insuficiente o inadecuado para soportar las acciones impuestas.

2.1.4. Método de Análisis Estructural

Este se basa en el estudio y cálculos de modelos matemáticos que se asimilan a la estructura real, considerando todos los efectos generados por el

entorno de la estructura, sobre la misma, pero podemos puntualizar que el método de análisis estructural se define como:

Cargas mayoradas de servicio multiplicadas por los apropiados factores de carga. En el método de diseño a la rotura, se emplea el análisis estructural elástico para obtener los momentos flectores, las fuerzas de corte, las reacciones, etc. Los momentos flectores y las fuerzas de corte aproximados dan, en general, valores razonablemente conservadores para las condiciones que se especifican, cuando los miembros que trabajan a flexión son partes de un pórtico u otra construcción continua. García (1990), (Pág. 37).

Este método permite encontrar los esfuerzos internos, tensiones y deformaciones que actúan sobre una estructura, utilizando ecuaciones de resistencia de materiales en edificaciones. Igualmente, el análisis dinámico estudiaría el comportamiento de aquellas cargas aplicadas súbitamente y causando impacto sobre la estructura, generando de posibles vibraciones que pueden ser perniciosas.

2.1.5. Acciones

Según la COVENIN (1988), las acciones son fenómenos que producen cambios en el estado de tensiones y deformaciones en los elementos de una edificación, los cuales se encuentran clasificados en función a la probabilidad de ocurrencia en las edificaciones y deben ser considerados en su etapa de proyecto.

2.1.5.1. Clasificación de las acciones

Según COVENIN (1988), estipula para las acciones una clasificación de la siguiente forma:

- 1) Acciones Accidentales: Son acciones que en la vida útil de la edificación tienen una pequeña probabilidad de ocurrencia solo durante lapsos breves de tiempo, como las acciones debidas al sismo, al viento, etc.

- 2) Acciones Extraordinarias: Son las acciones que normalmente no se consideran, entre las que actúan en la vida útil de una edificación y que, sin embargo, pueden presentarse en casos excepcionales y causar catástrofes, como las acciones debidas a explosiones, incendios, etc.

- 3) Acciones Permanentes: Son las que actúan continuamente sobre la edificación y cuya magnitud puede considerarse invariable en el tiempo, como las cargas debidas al peso propio de los componentes estructurales y no estructurales: pavimentos, rellenos, paredes, tabiques, frisos, instalaciones fijas, etc. Igualmente, los empujes estáticos de líquidos y tierras que tengan un carácter permanente, las deformaciones y los desplazamientos impuestos por el efecto de pretensión, los debidos a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos, las acciones reológicas de temperaturas permanentes, etc.

- 4) Acciones Variables: Son aquellas que actúan sobre la edificación con una magnitud variable en el tiempo y que se deben a una ocupación y uso habitual, como las cargas de personas, objetos, vehículos, ascensores, maquinaria, grúas móviles, sus efectos de impacto, así

como las acciones variables de temperatura y reológicas, y los empujes de líquidos y tierras que tengan un carácter variable.

2.1.6. Combinaciones de cargas

Las combinaciones están establecidas por la COVENIN (1988), con la finalidad que sus miembros, juntas y conexiones tengan la resistencia, la rigidez, la estabilidad y la tenacidad exigida para los estados límites establecidos. Las acciones de carga pueden actuar en diferentes combinaciones, de forma simultánea en la estructura, considerando la reversión de efectos, como se muestran a continuación:

$$1,4CP \quad (\text{Ec. 16. 1})$$

$$1,2CP + 1,6CV + (0,5 CV_t) \quad (\text{Ec. 16. 2})$$

$$1,2CP + 1,6CV_t + (0,5CV \text{ o } 0,8W) \quad (\text{Ec. 16. 3})$$

$$1,2CP + 1,3W + 0,5CV + (0,5CV_t) \quad (\text{Ec. 16. 4})$$

$$0,9CP \pm 1,3W \quad (\text{Ec. 16. 5})$$

$$1,2CP + \gamma CV \pm S \quad (\text{Ec. 16. 6})$$

$$0,9CP \pm S \quad (\text{Ec. 16. 7})$$

CP = Acciones permanentes (cargas muertas) debida al peso propio de la estructura de acero, losas, placas, paredes, cerramientos, sobre piso, cielorraso, aislaciones, y todas las partes del edificio adheridas a ellos en formar permanente y con carácter invariable en el tiempo.

CV = Acciones variables gravitacionales (cargas vivas) por su uso ocupacional de personas, objetos móviles, equipamiento desplazable, vehículos, incluyendo impactos por choques o colisiones.

CV_T = Acciones variables sobre techo y cubiertas (excluyendo el agua pluvial empozada).

W = Acciones del viento.

S = Acción del sismo.

2.2. Sistemas de distribución de aguas blancas

Los sistemas de distribución de agua potable son definidos por López (1990), en cuatro tipos básicos de sistemas de distribución o redes de suministro de aguas blancas, los cuales pueden ser utilizados en los siguientes casos:

Sistema de alimentación directa: Si el sistema de abastecimiento de agua público es continuo y mantiene una presión mínima adecuada, el cual se alimenta directamente de la red pública municipal, la cual debe contar con presiones disponibles que garanticen que el sistema de suministro interno funciones de manera eficiente.

Sistema de distribución por gravedad desde un estanque elevado: Se emplea en sectores donde el abastecimiento de agua al público no es continuo o carezca de presión adecuada, es por ello que se debe de contar con un tanque elevado que proporcione la suficiente presión manométrica dentro de la red, para garantizar su buen desempeño.

Distribución por combinación de estanque bajo, bomba de elevación y estanque alto: se utiliza cuando el servicio no es continuo y la presión no es

adecuada para llenar el estanque elevado. Por ello se almacena en el estante bajo la parte de la dotación requerida y el fluido es impulsado a través de la bomba, para alcanzar la altura del tanque elevado.

Distribución con equipo hidroneumático: Se emplea en zonas donde el abastecimiento no garantice presión suficiente y se desea mantener una presión adecuada. El sistema consta de un estante con dimensiones que garanticen la dotación diaria del sistema, también de un tanque o pulmón de aire el cual garantiza la presión manométrica necesaria a la red, pulmón es alimentado a partir de una bomba piloto.

2.2.1. Instalaciones de aguas blancas:

2.2.1.1. Consideraciones básicas para el proyecto de distribución de agua:

Las consideraciones básicas para el desarrollo de proyectos de redes de instalaciones para edificios según López (1990), son las que se indican a continuación:

Unidades de gasto: Es la unidad de medida para determinar el gasto probable de cada una de las piezas sanitarias, tomando en cuenta la poca probabilidad de que todas las llaves estén abiertas al mismo tiempo. La sumatoria de estas unidades permite determinar el gasto total en lts/seg.

Presión: Es la fuerza que ejerce el agua en todas las direcciones. La fuerza sobre el fondo de un envase no dependerá de la cantidad de agua que contenga, si no del área del fondo y de la altura del líquido. Es por esto, que la medida de presión más práctica para este tipo de estudios es metros de altura.

Diámetro: Es la medida nominal de la sección transversal de la tubería expresada en pulgadas, que permite determinar el área de circulación del agua.

2.2.1.2. Pérdida de carga o de presión:

Se produce por el roce o fricción del agua, con las tuberías y por los cambios de dirección o de diámetro, es decir, por conexiones. Estas pérdidas se expresan en metro por metro lineal de tubería López (1990).

Según la fórmula de “William Hazen”, queda establecido que:

$$J = \alpha \times L \times Q^n \quad (\text{Ec. 17})$$

$$\alpha = \frac{1,21957 \times 10^{10}}{C^{1,95} \times D^{4,87}} \quad (\text{Ec. 18})$$

Dónde:

J: Pérdida por fricción.

α : Coeficiente en función del diámetro y el coeficiente de rugosidad.

L: Longitud de la tubería en metros.

Q: Gasto probable.

n: Exponente que varía de 1,85 a 2,00

D: Diámetro

C: Coeficiente de rugosidad.

✓ **Caudal.**

El caudal en una tubería es definido como el volumen de agua desplazado durante un periodo de tiempo determinado.

En el sistema internacional de unidades el caudal se expresa en m^3/s .

✓ **Velocidad**

La velocidad es definida como la distancia recorrida durante una unidad de tiempo. La velocidad del agua en una tubería puede ser descrita en términos de metros por segundo (m/s).

✓ **Flujo en tuberías de presión.**

El termino flujo en tuberías se aplica al flujo en conducto circular cerrado lleno por completo por el fluido.

✓ **Flujo laminar.**

En el flujo laminar, las partículas de fluido se mueven en trayectorias suaves en láminas, o capas, con una capa deslizándose suavemente sobre una capa adyacente. Es identificado básicamente por ser lento y uniforme.

✓ **Flujo turbulento.**

En el flujo turbulento las partículas del fluido se mueven en trayectorias muy irregulares, causando un intercambio de cantidad de movimiento de una porción de fluido a otra.

✓ **Golpe de ariete.**

Se denomina golpe de ariete, al efecto de choque violento o sobre presión súbita producido sobre las paredes del conducto forzado, al cambiar de forma instantánea el movimiento del fluido, como lo es el caso del cierre repentino de una válvula.

2.3. Sistema de abastecimiento de aguas.

Arocha (1977), “señala que un sistema de abastecimiento de agua está constituido por una serie de estructuras diferentes, que serán afectadas por coeficientes de diseño distintos en razón de la función que cumplen dentro del sistema”p.22. De acuerdo a lo que menciona el autor, para lograr un buen diseño de un sistema de abastecimiento de agua, es preciso conocer la conducta de los materiales bajo el punto de vista de su resistencia física a los esfuerzos y los daños a que estarán expuestos, así como desde el punto de vista funcional su aprovechamiento y eficiencia, para ajustarlos a criterios económico.

2.3.1. Componentes de un diseño de un abastecimiento de agua potable

2.3.1.1. Fuentes de abastecimiento

Constituye la parte más importante del acueducto y no debe ni puede concebirse un buen proyecto si previamente no hemos definido y garantizado fuentes capaces para abastecer la población futura del diseño, Arocha (1977). De acuerdo a lo mencionado anteriormente, podemos observar que en la selección de las fuentes el que juega un papel importante son los datos de registros hidrológicos y las determinaciones estadísticas de la capacidad

de la fuente a utilizar, así poder garantizar un servicio continuo y eficiente porque es necesario que el proyecto contemple una fuente capaz de suplir el agua requerida para el día más crítico (día de máximo consumo).

2.3.1.2. Obra de captación

Será dependiente del tipo de fuente y de las características particulares, su diseño será ajustado a las características del origen Arocha (1977). Cabe destacar que se usan para captar el agua de la fuente a utilizar o para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial o subterránea. Dichas obras varían de acuerdo a la naturaleza de la fuente de abastecimiento ya que pueden hacerse por gravedad, aprovechando la diferencia de nivel del terreno o por impulsión usando bombas.

2.3.1.3. Línea de aducción

Es la tubería que conduce agua desde la obra de captación hasta el estanque de almacenamiento, debe satisfacer condiciones de servicio para el día máximo consumo, garantizando de esta manera la eficiencia del sistema, Arocha (1977). Es necesario recalcar que para el diseño de la línea de aducción se hará de acuerdo a ciertos criterios dependiendo del caso ya que puede verse afectado a por condiciones topográficas que permitan una conducción por gravedad o que, por el contrario, precisen de sistemas de bombeo.

2.3.1.4. Estanque de almacenamiento

El estanque de almacenamiento es generalmente es el elemento intermedio entre la fuente y la red de distribución. Un buen estanque de

almacenamiento ya sea superficial o subterráneo debe tener la suficiente cantidad de agua para que pueda abastecer y así poder ofrecer un servicio continuo a la comunidad.

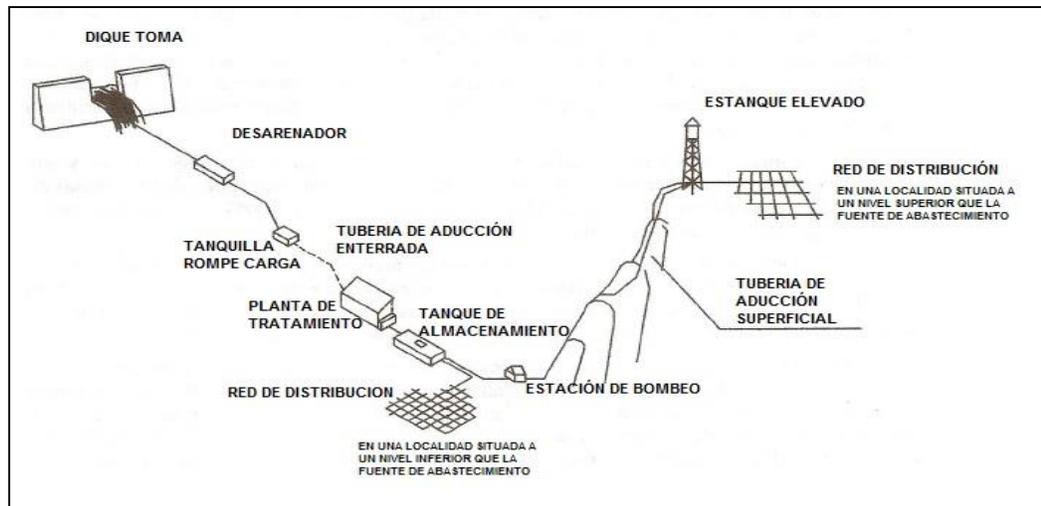


Figura 3. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua.
Fuente: Arocha, S. (1977)

2.3.2. Importancia del estudio de la zona.

Según Beltrán (2002), “es importante realizar un estudio de la zona ya que así se puede reforzar las herramientas disponibles para poder diseñar el acueducto, ya que el suministro de agua, en la calidad y cantidad requerida”p.22. Esta es una tarea vital y preponderante para la subsistencia del hombre y su consiguiente desarrollo, y así poder aportar calidad de vida a futuros habitantes de cierta zona. También, para el momento de procesamiento de datos de los cálculos, sean palpable y evidente la ventaja que ofrece el estudio de la zona, porque en pocas horas se puede desarrollar una serie de alternativas y variantes que en otra manera demandaría varios días de trabajo y que en la mayoría de los casos tan solo con una o dos variantes.

2.3.3. Red de distribución

Definidas las estructuras que han de constituir el sistema de abastecimiento de agua, se procederá al diseño de las diferentes partes: Obras de captación, aducción, estanque, red de distribución, planta de tratamiento, estructuras complementarias, etc. Arocha (1977).

En función a lo anterior cabe mencionar que las presiones en la red deben satisfacer ciertas condiciones mínimas y máximas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido, la red debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de la vivienda (nuestras normas establecen en el medio rural un mínimo de 10 m y en el medio urbano se ha establecido un mínimo de 20 a 25 m dependiendo de la importancia de la ciudad).

Las diferentes instituciones sanitarias de nuestro país han fijado ciertas presiones admisibles para las redes dependiendo del tipo de población. Las cuales son:

- Las normas I.N.O.S (1965) han fijado que para áreas urbanas una presión máxima en la red de 75 m.
- En áreas rurales las normas M.S.A.S (1989) limita a 40 m estas máximas presiones
- Sin embargo considera que estas limitaciones pueden tener ciertas flexibilidades, de acuerdo a las características particulares de cada proyecto. Arocha (1977)

También, en la red debe de existir limitaciones de presiones máximas, tales no provoquen daños en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso.

Gómez, *et al.* explica por red de distribución que es el conjunto de tuberías que distribuyen el agua al centro del poblado.

2.3.3.1. Tipos de redes de distribución de agua potable.

Los tipos de redes de agua potable dependerán de la topografía, de la vialidad y de la ubicación de las fuentes de abastecimiento y del estanque.

2.3.3.1.1. Red ramificada o red abierta

Son redes de distribución constituidas por un ramal troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden constituir pequeñas mallas, o constituidos por ramales ciegos. Puede originarse por el desarrollo lineal a lo largo de una vía principal, Arocha (1977).

De acuerdo a lo mencionado por el autor, las redes dependerán del diseño de vialidad, donde serán estudiadas y se determinaran el diseño de la red más conveniente, este tipo de red puede ser por una arteria central con una serie de ramificaciones para dar servicio a algunas calles que han crecido convergiendo a ella. Es decir, el agua llega a los diferentes puntos siguiendo un solo camino.

Para conocer los gastos medios de consumo en cada tramo pueden determinarse conociendo la zonificación y asignando la dotación correspondiente de acuerdo a las normas sanitarias vigentes.

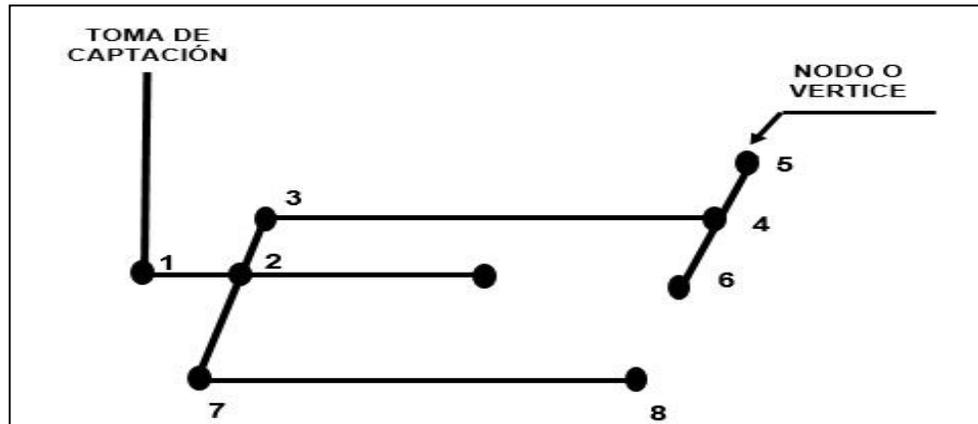


Figura 4. Red abierta.

Fuente: Gómez (1997).

2.3.3.1.2. Tipo mallado o red cerrada

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Se trata de la interconexión de las tuberías, a fin de crear un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente. Gómez (1997). Es importante saber que para el diseño de una red de mallada se trata de encontrar los gastos de circulación de caudal de cada tramo, para lo cual se apoya en algunas hipótesis estimativas de los gastos en los nodos, en cambio en ciudades donde no exista plano regulador, la estimación de gastos medios de consumos se hará en función del crecimiento poblacional para el periodo de diseño considerado. Deberán tomarse en cuenta las características de las viviendas, las densidades de población por zonas y la posibilidad de expansión futura.

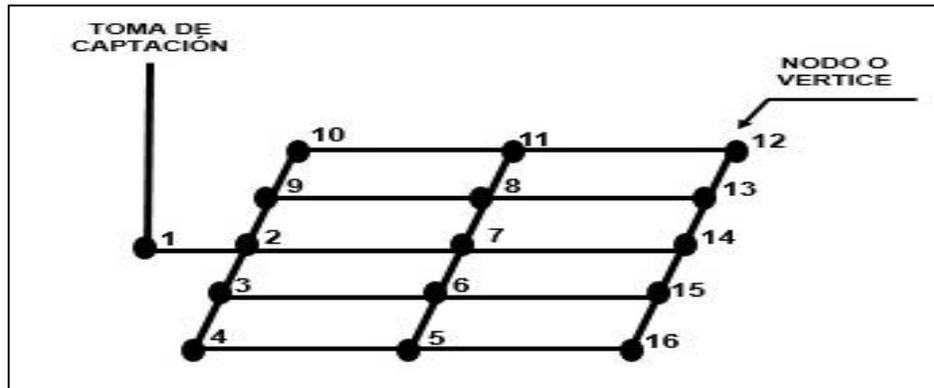


Figura 5. Red cerrada
Fuente: Gómez, *et al.* (1997)

2.4. Selección del tipo de distribución.

Explica que existen diversas condiciones para la realización del tipo de distribución de un acueducto Gómez (1997). Cabe destacar que el tipo de distribución dependerá de las condiciones topográficas, la ubicación de la fuente respecto a la red y al estanque, motivara diversas formas de suministro de agua a la red de abastecimiento, planteándose varias posibilidades o alternativas a saber.

2.4.1. Sistema suministro por gravedad

El análisis, tratándose de una sola red se hará para los dos casos siguientes: a) consumo máximo horario y b) caso de incendio. Cuando las condiciones topográficas obliguen a separar el sistema de distribución en más de una red, Gómez (1997). En este tipo de sistema se aprovechan los desniveles del terreno para la distribución del sistema, desde el lugar de almacenamiento hacia la línea de aducción. Cabe destacar que los gastos de alimentación por cada punto dependerán de la zonificación, densidad,

homogeneidad de la zona a servir. Se considera que, si no existen diferencias notables en la zona a servir en cuanto a densidad de población y de zonificación, puede estimarse una repartición del gasto por mitad a cada punto de alimentación, o proporción al número de puntos de alimentación. Para la interconexión entre ellas puede ser hecha a través de válvulas reguladoras o por tanquillas rompe-cargas.

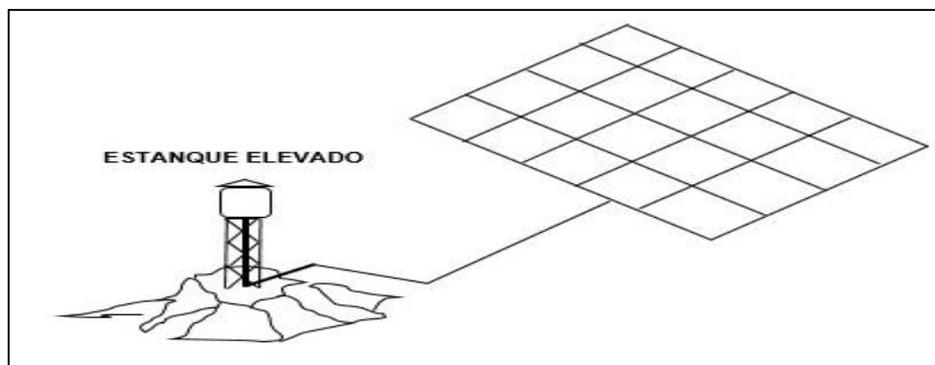


Figura 6. Sistema suministro por gravedad

Fuente: Arocha (1977)

2.4.2. Sistema suministro por gravedad

En este caso la red de distribución se analizará como en el caso de la red por gravedad y el bombeo será un problema de línea de aducción Arocha (1977). Como lo relata el autor en este caso se usará un sistema de bombas para impulsar el vital líquido desde el punto de captación hasta la zona en que se encuentra el tanque elevado, y a partir de él se usará el sistema por gravedad para alimentar el mallado.

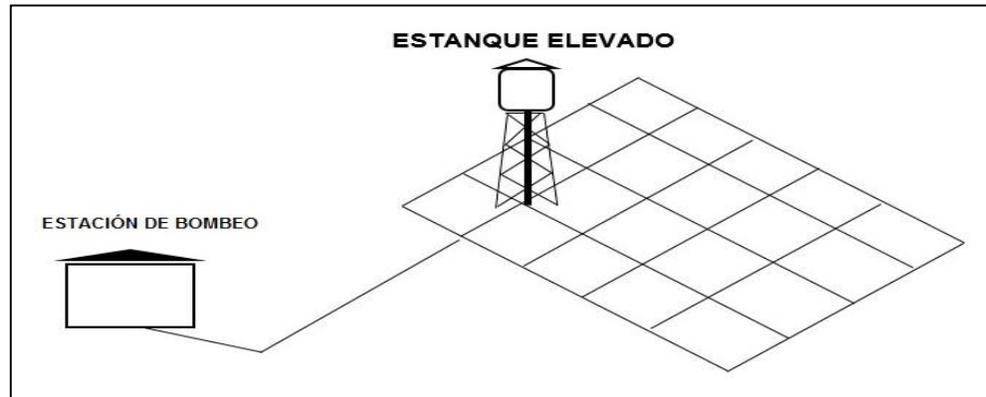


Figura 7 Bombeo directo al estanque y suministro por gravedad
Fuente: Arocha (1977)

2.4.3. Sistema suministro por gravedad

Un bombeo directo significa mayores longitudes de tuberías, al no aprovecharse la misma red para conducir al estanque, pero puede representar una solución más práctica cuando no se dispone de organizaciones operativas y de mantenimiento, Arocha (1977). Este tipo de red se da cuando existe el caso de limitaciones en las presiones máximas en la red de distribución, que puede obligar a una solución de bombeo directo, aun en ciudades donde no existan problemas de operación y mantenimiento del sistema que funcionen eficientemente. Esto puede ser el caso de áreas rurales.

Cuando las condiciones que se han señalado no prevalecen, casi invariablemente resulta más económica una solución a base de un bombeo contra la red. Si este fuere el caso, se requiere hacer los análisis que garanticen un servicio a presión, eficiente y continuo.

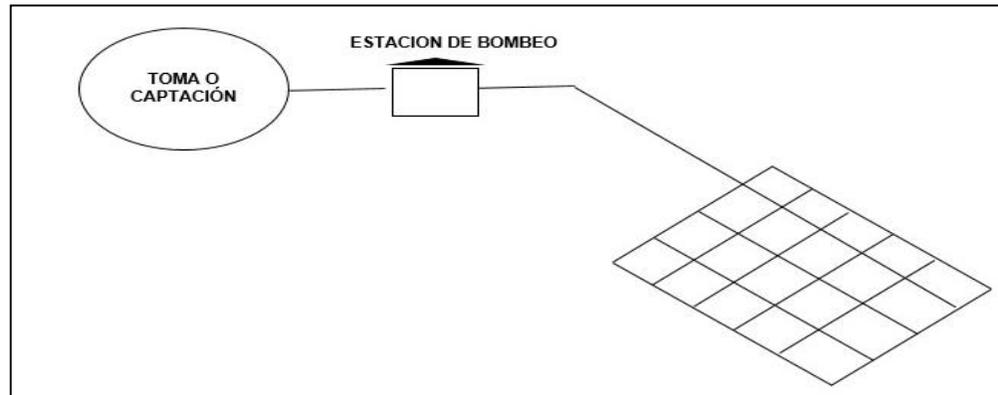


Figura 8: Bombeo directo contra la red.

Fuente: Arocha (1977)

Así mismo menciona que en algunos casos, la incorporación de una nueva red a un sistema de abastecimiento de agua existente en una localidad, también pueden presentar alternativas diferentes para el diseño; así por ejemplo, en una ciudad donde se disponga del suministro de agua y se vaya a incorporar un nuevo desarrollo urbanístico será necesario reconocer la presión en el punto de incorporación; una vez definida ésta, se podrá determinar si se puede dar servicio a todo el sector con presiones adecuadas, o sí por el contrario se precisa de una estación de bombeo.

A su vez sugiere que en el caso de que la presión disponible permita llevar el agua a todas las edificaciones dentro de los rangos de presión normalizados, la incorporación podrá hacerse directamente a la tubería matriz y diseñar la red, atendiendo a las condiciones de diseño las cuales son: caso de consumo máximo horario y caso de incendio si la requiere.

Sin embargo, se indica que las fuentes o toma de acueducto pueden ser:

➤ Superficiales:

- Rio
- Laguna
- Represa

➤ Subterráneas:

- Pozo
- Galería
- Aljibe

2.5. Componentes de la red distribución de agua potable.

2.5.1. Red de transporte.

Arocha (1980), indica que una red está constituida por las conducciones de mayor diámetro y transporta el agua desde la planta de tratamiento, depósitos de regulación o estaciones de bombeo, alimentando a la red arterial. Es importante recalcar que no se permite que, desde la misma, se realicen toma directa a los usuarios.

2.5.2. Red arterial.

Es la constituida por el conjunto de tuberías y elementos de la red de distribución que enlazan diferentes sectores de la zona abastecida. Al igual que en la red de transporte, tampoco se permite realizar acometidas desde la red arterial (*ibídem*).

2.5.3. Red secundaria.

Está formada por el conjunto de tuberías y elementos que se conectan a la red arterial y de las que se derivan, en su caso, las acometidas para los suministros, bocas de riego y tomas contra incendios. (*Ibídem*)

2.5.4. Acometidas

Son las tuberías y otros elementos que unen la Red Secundaria con la Instalación Interior del inmueble que se pretende abastecer, Arocha (1980).

2.6. Consumo

Es un conocimiento de gran importancia en el diseño para el logro de las estructuras funcionales, dentro de lapsos económicamente aconsejables. Mediante investigaciones realizadas, indica que se llega a aproximaciones que hacen más precisas las estimaciones sobre consumos de agua Arocha (1980). De acuerdo a lo dicho anteriormente la suma de los caudales nos conducen a la determinación de un gasto o consumo medio, lo cual ha de constituir la base de todo diseño de acueducto, requiriéndose por tanto, un conocimiento completo de las estimaciones de caudales. Nuestras normas, basadas en alguna investigación y apoyadas en las de otros países, asignan cifras para las dotaciones de agua tomando en cuenta el uso de la tierra, la zonificación, y otros casos, como las características de la población, expresándolas en lts/días/parc, lts/pers/día, lts/seg o, en caso de industrias, en función al tipo y de la unidad de producción.

Estas cifras nos conducen a la determinación de un gasto o consumo medio, lo cual ha de constituir la base de todo diseño, requiriéndose, por

tanto, un conocimiento cabal de estas estimaciones. Especial cuidado debe tenerse en la adopción de los criterios para esta determinación ya que se ha hecho práctica común el uso de normas que asignan cifra globales de consumo, en (lts/pers/día) y que utilizados de una manera general pueden conducir a sobre diseños o, por el contrario a proyectos insuficientes o prematuramente obsoletos.

2.7. Factores que afectan al consumo

Una comunidad o zona a desarrollar está constituida por sectores residenciales, comerciales, industriales y recreacionales, cuya composición porcentual es variable para cada caso. Esto nos permite fijar el tipo de consumo de agua predominante y orientar en tal sentido las estimaciones.

2.7.1. Consumo doméstico

Constituido por el consumo familiar de agua potable, lavado de ropa, baño y aseo personal, cocina, limpieza, riego de jardín y lavado de carros, Arocha (1980). Es importante indicar que el consumo doméstico representa el gasto predominante de todo acueducto, es decir, es el que sustrae el mayor caudal del sistema de agua potable.

2.7.2. Comercial o industrial

Puede ser un gasto significativo en casos donde las áreas a desarrollar tengan una vinculación industrial o comercial, Arocha (1980). De acuerdo a lo referido por el autor las cifras de consumo se basan dependiendo del tipo de industria y comercio, más que en estimaciones referidas a áreas o consumo per cápita. Cuando el comercio o industria constituye una situación normal,

tales como pequeños comercios o industrias, hoteles, estaciones de gasolina, etc., ello puede ser incluido y estimado dentro de los consumo per cápita adoptados, y diseñar en base a esos parámetros.

2.7.3. Consumo público

Está constituido por el agua destinada a riego de zonas verdes, parques y jardines públicos, así como la limpieza de calles Arocha (1977). Estos son gastos adicionales que se le agrega a las determinaciones de caudales, estos gastos se determinan mediante el área a servir.

2.7.4. Consumo por pérdida en la red

Es motivado Debido a juntas en mal estado, válvulas y conexiones defectuosas y pueden llegar a representar de un 10% a un 15% del consumo total, Arocha (1980). Es sustancial recalcar que existen pérdidas ocasionadas por el movimiento del agua en la propia tubería que causa caídas de presión, considerando que el caudal está afectado por las pérdidas de presión por fricción en el interior de las tuberías.

2.7.5. Consumo por incendio

En términos generales, puede decirse que un sistema de abastecimiento de agua representa el más valioso medio para combatir incendios, Arocha (1980). En el diseño de todo acueducto este factor debe ser considerado importante dependiendo del tipo de zona a servir.

2.8. Criterios básicos de diseño.

Los consumos de agua de una localidad muestran variaciones estacionales, diarias y horarias y pueden expresarse en función (%) del Consumo Medio (Q_m). De acuerdo a lo que reseña el autor es que existen períodos durante el año donde hay mucho consumo como también, poco consumo. En época de lluvia, las comunidades demandan menores cantidades de agua del acueducto que en época de sequía. Así mismo, durante una semana cualquiera observamos que en forma cíclica, que ocurren días de máximo consumo (generalmente los lunes) y días de mínimo consumo (generalmente los domingos).

Más aún, si tomamos un día cualquiera, también resultará cierto que los consumos de agua presentarán variaciones hora a hora, mostrándose horas de máximo y horas de mínimo consumo.

Durante el diseño del acueducto hay que tener en cuenta que el problema consistirá, entonces, en poder satisfacer las necesidades reales de cada zona a desarrollar, diseñando cada estructura de forma tal que estas cifras de consumo y variaciones de los mismos, no desarticulen a todo el sistema, sino que permitan un servicio de agua eficiente y continuo.

El autor señala que el consumo medio diario (Q_m) puede ser obtenido:

- a) Como sumatoria de las dotaciones asignadas a cada parcela en atención a su zonificación, de acuerdo al plano regulador de la ciudad.
- b) Como el resultado de una estimación de consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño.

- c) Como el promedio de los consumos diarios registrados en una localidad durante un año de mediciones consecutivas.

2.9. Ecuaciones para obtener los consumos en diferentes periodos.

Las ecuaciones para conseguir los diferentes gastos en diferentes periodos son Arocha (1977):

2.9.1. Consumo medio diario

El consumo medio diario (Q_m) es el promedio de los consumos diarios durante un año de registros, expresándolo en lts/seg.

$$Q_m = \frac{N^\circ \text{ edi.} * D}{86400} \text{Ec. (19)}$$

Dónde:

Q_m = Consumo medio diario (l/s)

$N^\circ \text{ edi.}$ = Numero de edificaciones

D = Dotación (l/s)

2.9.2. Consumo máximo diario

El consumo máximo diario (Q_{md}), es el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante 365 días de un año.

$$Q_{md} = K1 \times Q_m \text{Ec. (20)}$$

Dónde:

K1= Factor de mayoración

Qm= Consumo medio diario (l/s)

2.9.3. Consumo máximo horario

El consumo máximo horario (Qmh), es la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.

$$Qmd = K2 \times QmEc. (21)$$

Dónde:

K2= Factor de mayoración

Qm= Consumo medio diario (l/s)

En definitiva nos muestra la siguiente tabla presenta un resumen para obtener Qmd y Qmh en función de Qm según diversos autores.

T

Tabla 1: Calculo de Qmd y Qmh por diversos autores.

AUTOR CAUDAL	AROCHA (1977)	MIJARES (1983)	I.N.O.S (1965)	M.S.A.S (1986)
Qmd = K ₁ * Qm	K ₁ = 1,2 - 1,6	K ₁ = 1,25	K ₁ = 1,20	K = 1,25
Qmh = K ₂ * Qm	K ₂ = 2 - 3	K ₂ = 2,75 - 0,0075x (1000hab < Pob < 100.000hab) (1000hab < Pob < 100.000hab) X = población en miles de hab. K ₂ = 2 (Pob ≥ 100.000 hab) K ₂ = 2,75 (Pob ≤ 1000 hab)		K = 2,25

Fuente: Beltran, L (2002)

2.9.4. Caudal de incendio

Es el caudal requerido para un incendio, este caudal tiene un factor I que sería el gasto de incendio, lo que cual viene dado por el número de habitantes.

$$Q_{ind} = 1,8 \times Q_m + I \text{Ec.}(22)$$

Dónde:

Q_m = Consumo medio diario (l/s)

I = Factor de incendio

Tabla 2: Gastos y duración de incendio.

Tipo de acueducto	Gasto (l/seg)	Duración (hr)
Población menor 2000 hab.	0	0
Población menor 5000 hab.	$Q = 15 \cdot \sqrt{X}$ <i>X = miles de habitantes</i>	Tabla 2.16
Población mayor a 5000 hab. En población mayor 200000 hab. Se deben considerar 2 incendios: uno en el sector comercial e industrial con el gasto $Q = 15 \cdot \sqrt{X}$ y otro en el sector residencial con un gasto de 32 l/seg.	$Q = 15 \cdot \sqrt{X}$ $Q = (l / \text{seg})$	Tabla 2.16
Secciones de la ciudad no muy densamente construidas y con edificaciones pequeñas.	32 l/seg	Tabla 2.16
Secciones de la ciudad muy densamente construidas y con edificaciones hasta de tres pisos	64 l/seg	Tabla 2.16
Secciones de la ciudad con edificios de más de tres pisos	96 l/seg	Tabla 2.16

Fuente: Beltran, L. (2002)

Un sistema de abastecimiento de agua se debe proyectar de modo que pueda atender las necesidades de una comunidad durante un determinado

periodo Arocha (1977). En los diseños se debe fijar el tiempo para el cual se considera funcional el sistema de abastecimiento, en ello intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente aconsejable. Por lo tanto, el periodo de diseño puede definirse como el tiempo para el cual el sistema es eficiente 100%, ya sea capacidad en la conducción del gasto deseado, o por la resistencia física de las instalaciones.

Más tarde el autor también explica una serie de factores determinantes para los periodos de diseños, los cuales son:

2.9.5. Durabilidad o vida útil de las instalaciones

Se refiere que la durabilidad de las instalaciones dependerá de la resistencia física del material a factores adversos por desgaste u obsolescencia Arocha (1977). Es importante estar al tanto que todo material se deteriora con el uso y el tiempo, pero su resistencia a los esfuerzos y a los daños a los cuales estará sometido es variable, dependiendo de las características del material empleado. Así, al hablar de tuberías, como elemento de primer orden dentro de un acueducto, encontramos distintas resistencias al desgaste por corrosión, erosión y fragilidad; factores estos que serán determinantes en su durabilidad o en el establecimiento de períodos de diseño, puesto que sería ilógico seleccionarlos con capacidad superior al máximo que les fija su resistencia física.

2.9.6. Facilidades de construcción y posibilidades de ampliaciones o sustituciones.

La fijación de un periodo de diseño ya que está íntimamente ligado a factores económicos, Arocha (1977). Por ello, al analizar cualquiera de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua, la asignación de un periodo de diseño ajustado a criterios económicos estará regido por la dificultad o facilidad de su construcción es decir por los costos que son los que inducirán a mayores o menores periodos de inversiones nuevas, para atender las demandas que el crecimiento poblacional obliga.

2.9.7. Tendencias de crecimiento de la población

El crecimiento poblacional está ligado a factores económicos, sociales y de desarrollo industria, Arocha (1977). Un sistema de abastecimiento de agua debe ser diseñado para que sea capaz de propiciar y estimular ese desarrollo, no de frenarlo, pero el acueducto es un servicio cuyos costos deben ser retribuidos por los beneficiarios, pudiendo resultar en costos muy elevados si se toman períodos muy largos para ciudades con desarrollos muy violentos, con lo cual podría proporcionarse una quiebra administrativa. Esto nos induce a señalar que de acuerdo a las tendencias de crecimiento de la población es conveniente elegir períodos de diseño más largos para crecimientos lentos y viceversa.

2.9.8. Posibilidades de financiamiento y rata de interés

Las razones de durabilidad y tendencia al desgaste físico es indudable que representa un factor importante para el mejor diseño, Arocha (1977). De acuerdo lo que relata el autor, también hay que tener en cuenta que adicionalmente habrá que hacer esas estimaciones de interés y de costo capitalizado para que pueda aprovecharse más útilmente la inversión hecha. Esto implica el conocimiento del crecimiento poblacional y la fijación de una

capacidad de servicio del acueducto para diversos años futuros, con lo cual se podrá obtener un período óptimo de obsolescencia, al final de la cual se requeriría una nueva inversión o una ampliación del sistema actual.

Los periodos de diseño en diversos factores como lo son Beltrán (2002): durabilidad o vida útil de las instalaciones, facilidades de construcción y posibilidades de ampliación o sustituciones, tendencia del crecimiento poblacional, posibilidad de financiamiento y tasa de interés entre otros.

Sin embargo las Normas para el Diseño de Abastecimiento de Agua, (I.N.O.S 1965) recomiendan:

- Plantas de bombeo: Para 10 o 15 años de vida y con capacidad para los posibles incrementos de la población futura.
- Pozos: 15 años.
- Plantas de tratamiento: 20 a 30 años (sin considerar sus posibilidades extensiones por duplicaciones).
- Diques, embalses: 40 a 50 años.
- Líneas de tuberías de diámetros $\leq 12"$: 20 a 25 años. Si la magnitud de la obra justifica, estos periodos pueden hacerse mayores.
- Tuberías de servicio local: para aceptar su pleno desarrollo en densidad (generalmente 20 años).
- Líneas de aducciones grandes: 40 años
- Estanques de concreto 30 - 40 años y metálicos 20 – 30 años.
- Las extensiones futuras deben ser previstas para efecto de su incorporación.

- Las extensiones futuras deben ser previstas para efecto de su incorporación. Por supuesto que los aspectos prácticos, económicos y operativos pueden hacer modificar esos tiempos antes mencionados.

El autor hace insistencia que considera lógica la utilización de períodos de diseño generalizados, cuando existen una serie de variables que hacen de cada caso una situación particular. Esta es una condición que conduce a hacer un análisis económico incluyendo las diversas variables que interviene en la fijación de un periodo de diseño adecuado. La determinación de la capacidad del sistema de abastecimiento de agua de una localidad debe ser dependiente de su costo total capitalizado. Generalmente los sistemas de abastecimiento de agua se diseñan y se construyen para satisfacer una población mayor que la actual (población futura).

2.10. Tuberías

2.10.1. Tubería Matriz (mayores a 400mm)

Conducen el agua desde los tanques de almacenamiento o estaciones de bombeo o aducción a las tuberías arteriales, Arocha (1977). En la tubería matriz no se deberían hacer tomas domiciliarias porque afectaría la presión de su interior, ya que estas son los elementos sobre los cuales se mantienen las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto del sistema de distribución general, las tomas deben de hacerse sobre tuberías de distribución paralelas.

2.10.2. Tuberías Arteriales o Principales

Suplen los gastos a los hidrantes y consumos en general. De acuerdo lo mencionado anteriormente, estas tuberías están destinadas al suministro del

agua potable a las viviendas y demás establecimientos tanto públicos como privados.

2.10.3. Tuberías de Relleno

Pueden hacer la misma función de las arteriales pero en general se utilizan para intercomunicar redes para formar mallas (*op. cit, p.36*). Es importante mencionar que este tipo de tuberías deben de tener diámetros menores que las arteriales o principales ya que deben cumplir con un diámetro suficiente para servir a los hidrantes y garantizar las presiones mínimas.

2.10.4. Tuberías de Servicio

Suplen el consumo desde las tuberías a los medidores comerciales instalados en la residencia o institución que reciba el servicio (*op. cit, p.36*). De acuerdo a lo establecido por el autor en los medios urbanos el diámetro de las tuberías de servicio debe ser mayor o igual a $\frac{3}{4}$ de pulgada, en medios rurales se pueden aceptar diámetros de hasta $\frac{1}{2}$ pulgada.

2.11. Tuberías según el tipo de material.

2.11.1. Tuberías plásticas.

Estas tuberías son confeccionadas (las del tipo de presión) son sustancias inertes que presentan clara ventaja sobre las anteriormente descritas en cuanto a la estabilidad química del material que las conforma (*op. cit, p.54*).

Hay que destacar que estas tuberías han sido utilizadas más frecuentemente durante las dos últimas décadas ya que son de tipo rígidos y flexibles con sus usos propios y por sus numerosas ventajas como lo es lo liviano del material (± 82 kg. para 9 m. de longitud) permite un mejor transporte y colocación de estas tuberías.

Más adelante el autor señala que la denominada P.V.C (Cloruro de polivinilo) de presión, por ejemplo, se manufacturan en el tipo "blue brute" de paredes gruesas, para soportar presiones de 7, 10,5 y 14,0 kg/cm² (100, 150 y 200 lb/pulg.²) y se conforman en las especificaciones de hierro fundido.

Se construyen de 4, 6, 8, 10 y 12 pulgadas de diámetros ara las clases 100 y 150; y de 4, 6 y 8 pulgadas para la clase 200.

Por otra parte, tuberías confeccionadas a base de fibras de vidrio (permestran) de alta presión, que lleva un corazón de P.V.C arropado con las fibras de vidrio unidas con resina epóxica, son también tuberías que, como las de P.V.C, poseen una gran lisura de sus paredes permitiendo mayor capacidad de transporte debido a mayores valores de C adoptados para ellas.

Estas tuberías son del tipo flexible con las ventajas en ello inherentes.

2.11.2. Tuberías para conexiones domiciliarias

Para estos pequeños diámetros de tuberías se utilizan el hierro galvanizado, el cobre, material plástico y bronce (*op. cit, p.54*).

Estas son las tuberías y accesorios que se instalan desde la red de distribución hacia cada vivienda o establecimiento tanto público como privado. Existen variedad de accesorios como las uniones de hierro galvanizado que son de rosca macho y hembra; las de cobre, con uniones especiales, utilizando la maleabilidad del metal; las plásticas, con la ayuda de películas fijadoras entre una y dos espigas de diferentes diámetros y las de bronce, con rosca macho y hembra.

Tabla 3: Tuberías para acueductos

Tubería	C	Ventajas	Desventajas	Tipo de tubería	Uso	Edad
Hierro Fundido (H.F)	100	Ha sido la mas utilizada cuando se protege internamente contra acción corrosiva	Hay que protegerlas de agentes corrosivos. Es frágil. Has 5% de perdidas por rotura	Juntas de espigas y campana. Juntas mecánicas. Juntas roscadas. Juntas abiertas	Enterrada. Generalmente en redes	30 años
Hierro fundido dúctil (H.F.D)	100	Menos frágil que el H.F. Con menos porcentaje de rotura que el H.F	Hay que protegerlas de los agentes corrosivos.	Idénticas a las de H.F	Enterrada superficial.	30 años
Asbesto-cemento a presión (A.C.P)	130	Mas frágil que la H.F. Material inerte, colocación económica, buen Angulo de deflexión en las juntas y estancas	Mayor porcentaje de rotura durante transporte (7 %)	Juntas "simplex" Juntas "ringtite"	Enterrada	
Hierro galvanizados (H.G)	100 - 110	Resistente a los impactos y de gran ductilidad	Poco resistente a la oxidación y corrosión por lo cual su uso enterrada no es conveniente	Rosca	Instalaciones domiciliarias y superficiales	
Plástica (P.V.C)	140	Últimamente mas usadas, fácil transporte y colocación. Flexibles. Livianas. Inertes a la corrosión		Rosca	Preferiblemente enterradas.	

Fuente: Beltran (2002).

2.11.3. Piezas para conexiones.

Para la mejor operación de los sistemas de abastecimiento y para ejecutar enlace de las tuberías matrices, de servicio y domiciliarias, es necesario utilizar piezas que conecten esas tuberías, permitiendo los

cambios de dirección y de diámetros (*op. cit, p.54*). Los diferentes tipos de conexiones en una red de acueducto es muy importante, uno de las piezas más importantes son las válvulas que ayudan a la independencia de sectores limitados del sistema para efectos de reparación. Adicionalmente, los hidrantes o bocas de incendio, los medidores en tomas domiciliarias, las llaves de drenaje y ventosas, las fuentes públicas, etc., todas ellas ayudan al mejor funcionamiento y servicio efectivo del sistema.

Considerando que las piezas de conexiones se fabrican en diversas clases, dependiendo de las presiones que hayan de soportar. Frecuentemente se fabrican de clase 250, 300, 400 y 600 lbs/pulg² (17,5 - 21,0 – 28,0 y 42,0 kg/cm²)

Los catálogos de fábricas productoras de tuberías incluyen generalmente en ellos las características, dimensiones, peso, etc., de cada una de esas piezas para la confección de los denominados cuadros de conexiones.

2.12. Válvulas.

Existen una gran variedad de válvulas para facilitar la operación y el mantenimiento de los sistemas de tuberías de conducción de aguas, entre las cuales describe:

2.12.1. Válvula de lodo o de pie.

Estas son utilizadas en las tuberías de succiones (*op. cit, p.54*). Estas válvulas son usadas para soporte de las tuberías, como en el caso de

tanques de decantación, y también se usan para permitir la extracción misma del líquido.

2.12.2. Válvula de retención.

Las válvulas de retención son para permitir el flujo con la tubería en un solo sentido (*op. cit, p.54*).

2.12.3. Válvulas supresoras de presión.

Están son usadas para que se abran automáticamente cuando se desarrolle en la tubería una presión por encima de la máxima admisible (*op. cit, p.54*).

2.12.4. Válvulas de paso.

Se usan para obstruir en un momento dado el paso del agua de un punto a otro de la tubería (*op. cit, p.54*). Estas válvulas también son denominadas, válvulas de ángulo, válvulas de globo o de compuerta. Estas válvulas dependen de las necesidades de operación, estas son las más usadas ya que se utilizan en intersecciones para cortar el flujo ya sea por daños ocasionados en la tubería o para alimentar otra parte de la red. En general, abren al mover el volante de operación hacia la izquierda, pero puede especificarse lo contrario para casos especiales.

Grandes válvulas de 24 pulgadas (61 cm.) en adelante requieren mecanismos especiales para su funcionamiento, tales como cilindros hidráulicos o motores.

2.12.5. Válvulas reductoras de presión.

Cuando las distribuciones se instalan en zonas de topografía abrupta, se presenta a veces al caso de que las presiones estáticas en el sistema rebasan los límites de presión interna (*op. cit, p.54*).

De acuerdo a lo mencionado por el autor este tipo de válvulas se utiliza cuando las presiones internas de las tuberías sobrepasan las estipulada por las normas de los organismos competentes del país, la función de estas es reducir parcialmente esa presión tan pronto sobrepase esos límites. La presión, por parte, no debe ser reducida más allá de los límites de presiones mínimas estipuladas para la zona en donde se encuentra ubicado el punto donde ha de colocarse la válvula.

2.12.6. Válvulas de altitud.

Estas válvulas son utilizadas para evitar el rebose de tanques (*op. cit, p.54*). Según lo relatado estas válvulas se usan cuando existen otros sistemas a mayor elevación.

También menciona que este tipo de válvulas funcionan por diferencial de presión o por controles eléctricos. Es posibles mantener mediante estas válvulas un predeterminado nivel de agua dentro de unos 30 cm. de precisión.

2.13. Hidrantes.

Son piezas especiales que se colocan en líneas de distribución con objeto de combatir incendios (*op. cit, p.54*). Los hidrantes se diseñan en base

a su función específica, ya que se les han fijado una capacidad de acuerdo con la zona donde estarán situadas.

Están, en general, formados por un cilindro exterior o cuerpo que en su parte inferior lleva una boca en campana o brida para conectarlo a las líneas de distribución del sistema; de una válvula de compuerta con vástago par su manipulación y, por último, con una o más salidas para el enchufe de las mangueras de incendio.

Los hidrantes se clasifican de acuerdo al número y diámetro de sus salidas.

Luego, el autor menciona que I.N.O.S recomienda que:

- a) Los hidrantes deben ser colocados a 200 metros de separación cuando se requiere descargar 10 l/s, que corresponde a hidrantes colocados en zonas residenciales unifamiliares de viviendas aisladas, o 16 l/s que corresponde a los situados en zonas residenciales, comerciales o mistas con 120 % de área de construcción aislada o construcciones unifamiliares continuas.
- b) Los hidrantes deben ser colocados a 100 metros de separación cuando descargan 32 l/s que corresponden a zonas industriales de comercio o vivienda con área de construcción mayor al 120 %.

De la misma forma el autor adicionalmente recomienda colocar los hidrantes en lugares de reuniones o aglomeraciones públicas, tales como

cines, teatros, iglesias, tribunas para espectadores, etc. En estos lugares deben instalarse dos hidrantes de poste de 6 pulgadas como mínimo.

Mijares enfatiza que se realizaron diversas investigaciones en sistemas existentes en diversas zonas - tipo del país, para determinar los valores a usar de diseño, y que los resultados de esos trabajos constituyen la base de los consumos.

La cual solo en poblaciones por encima de 2.000 habitantes, y en su zona central, se recomienda considerar colocación de bocas de incendios, por lo contrario no es necesario colocar hidrantes en poblaciones menores a 2.000 habitantes.

Tabla 4: Gasto de incendio

TIPO DE ACUEDUCCTO	Gasto (lts/seg)
Población < 2000 Hab.	0
Población < 5000 Hab.	$Q = 15\sqrt{X}$ X= miles de hab
Población >5000 Hab. En población > 200000 hab. Se deben considerar 2 incendios: uno en el sector comercial e industrial con el gasto $Q = 15\sqrt{X}$ y otro en el sector residencial con un gasto de 32 lts/seg.	$Q = 15\sqrt{X}$ Q = (lts/seg)
Secciones de la ciudad no muy densamente construida y con edificaciones pequeñas	32 lts/seg
Secciones de la ciudad no muy densamente construidas y con edificaciones hasta de 3 pisos	64 lts/seg
Secciones de la ciudad con edificios de más de 3 pisos	96 lts/seg

Fuente: Beltran, L. (2002)

2.14. Colocación de tuberías

Se colocan en zanjas para protegerlas de agentes exteriores y para no obstaculizar el tránsito en las calzadas (*op. cit, p.54*).

Estas zanjas deben de ser excavadas las medidas indicadas en las normas sanitarias, deben de llevar una profundidad y ancho adecuados para la protección de la tubería y para facilitarle su colocación.

Los organismos competentes, basados en el diámetro del tubo, recomiendan los siguientes:

Tabla 5: Profundidad y ancho de la zanja

Diámetro Tub. en pulg.	Profundidad zanja en cm.	Ancho de la zanja en cm.
4"	70	60
6"	80	60
8"	90	60
10"	105	65
12"	110	70
14"	120	75

Fuente: Mijares

Cuando las tuberías, válvulas e hidrantes sean transportados al sitio de la obra, deben ser manejados cuidadosamente para evitar su rotura y deben ser inspeccionados antes de su colocación definitiva. Para comprobar si un tubo está sano o roto, será suficiente golpearlo levemente con un martillo y prestar atención al sonido característico de cada caso.

Antes de ser colocado el tubo en la zanja debe limpiarse interiormente. Los cortes de tubos para colocar válvulas u otros accesorios se harán de manera acabada y sin dañar el tubo, obteniéndose un extremo normal al eje del tubo

2.15. Sistemas de cloacas.

Arocha (1983), detalla que una cloaca “es un método sanitario que consta de tuberías subterráneas que conducen las aguas usadas y recolectadas a un punto de tratamiento o de disposición final, donde no tenga efectos ofensivos ni dañinos a la comunidad .

Las aguas residuales o sistemas de cloacas son el agua provenientes de los centro de consumo y que ya ha sido utilizada. Las denominadas aguas residuales, deben ser conducidas separadamente de las aguas pluviales (*op. cit, p.37*).

2.15.1. Instalaciones de aguas servidas o negras:

El uso de artefactos sanitarios ha de producir una acumulación de aguas servidas y materia orgánica de rápida descomposición (*ibidem*). Los conductos y ramales de desagüe para conducir a la cloaca las aguas servidas deben tener pendiente como mínimo 1% las de 4”, y 2% las de 2” y 3”. Sin embargo, podrán tener pendientes menores al 1% los colectores con diámetro mayor o igual a 6”, y se proyectarán de manera tal que la velocidad del flujo no sea mayor a 0,60 m/seg. Los ramales horizontales de descarga se unen formando ángulo de 45°.

2.15.2. Unidades de descarga:

El diámetro de los conductos y ramales de desagües, bajantes y cloacas de aguas servidas se calcularán de acuerdo al número total de unidades de descarga de las piezas sanitarias (*op. cit. pag. 16*).

De acuerdo a lo ante mencionado por estos autores, quieren decir que las aguas servidas o sistemas de cloacas son todas aquellas que contienen excretas o han sido contaminadas por las mismas, ya que las aguas que han sido usadas para fines domésticos como lavado de ropa, fregado e higiene personal etc. Sin embargo, y a pesar del mandato anterior, existen los denominados “malos empotramientos” que consisten en descargas de aguas de lluvia provenientes de patios internos de viviendas, techos, etc. Que se conectan a las cloacas y aumentan los caudales en forma perjudicial cuando llueve.

2.16. Características de las aguas residuales

2.16.1. Sólidos totales

Los sólidos totales consisten principalmente en aguas de lavado de ropa, fregado, aseo personal y uso sanitario que contienen a su vez materias sólidas (*opcit, p.64*). Cuando el autor se refiere a materias sólidas habla de los excrementos, jabones, grasas, restos alimenticios, papeles, trapos, entre otros. Esta característica debe ser evaluada y mantenerse en constante revisión ya que la conducción de sedimentos y acumulación de los mismos en las tuberías, crea condiciones no aconsejables, desde el punto de vista técnico como sanitario.

2.16.2. Producción de sulfuro de hidrógeno

Es el factor negativo de las redes cloacales dado su poder corrosivo y desagradable olor (*opcit, p.64*). Es por ello que en la elaboración del diseño y en el mantenimiento de los sistemas cloacales debe prevenirse su formación.

Los problemas que puede ocasionar la formación de sulfuro de hidrógeno, generalmente ocurren en los conductos solo en longitudes grandes, por su acumulación excesiva en la tubería sin oportunidad de ventilación, produciéndose olores, corrosión, incremento de la demanda de cloro, y mayores dificultades de tratamiento.

Generalmente, el sulfuro de hidrógeno está disuelto en el agua, siendo mayor a bajo PH y puede liberarse en grandes cantidades dentro de las bocas de visita con caídas grandes, creando ambientes letales.

2.17. Elección del tipo de tubería.

2.17.1. Sistema unitario.

Cuando en una zona urbanizada se recoge conjuntamente las aguas negras y las aguas de lluvia, se diseñan y construyen colectores que denominamos sistemas unitarios, mixtos o combinados (*op. cit, p.64*).

Es importante recalcar que este tipo de sistema debe ser capaz de recibir los aportes de aguas de lluvia y de aguas negras, descargadas directamente desde las edificaciones más retiradas o 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.

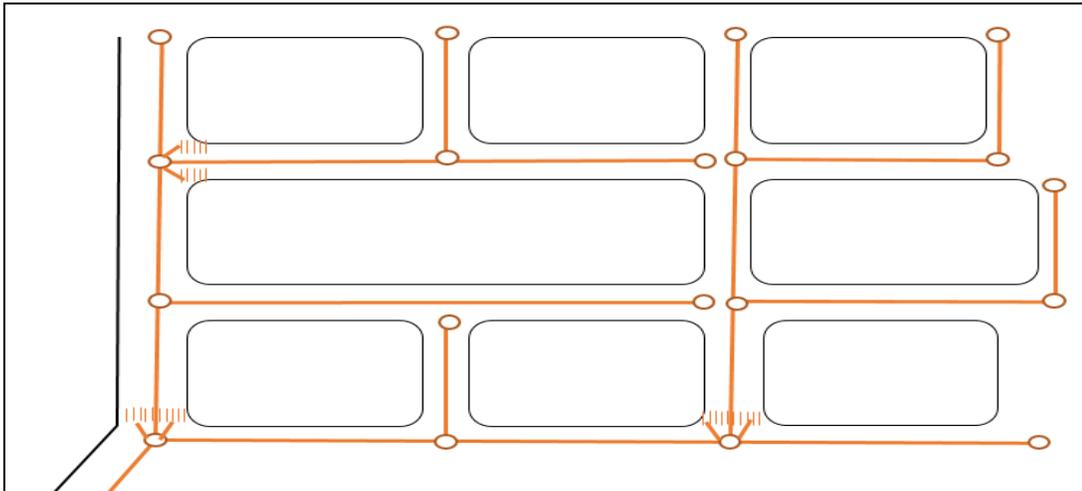


Figura 9: Esquema de un sistema unitario de recolección de aguas servidas y agua de lluvia.

Fuente: Arocha, S. (1977)

En el gráfico mostrado podemos observar una red de colectores, capaces de recibir de los empotramientos de las edificaciones, tanto las aguas negras como las aguas de lluvia, y que contemple además la incorporación de las aguas de lluvias que escurren superficialmente por calles, aceras y áreas públicas, a través de los sumideros ubicados convenientemente.

2.17.2. Sistema separado.

Un sistema separado contempla una red cloacal para conducir las aguas negras y otra red de tuberías que, conjuntamente con las estructuras especiales de recolección, conducirán exclusivamente aguas de lluvia, constituyendo así el alcantarillado de aguas pluviales (*op. cit, p.64*).

Este sistema supone que las aguas de lluvias y de cloacas están separadas entre sí, también las edificaciones recogen separadamente sus aguas descargando a la calle las aguas pluviales, donde serán recogidas en

sumideros y enviadas por la red de colectores pluviales hasta un cauce natural, por otra parte, conduciendo las aguas negras o servidas hasta la tanquilla de empotramiento e la edificación para incorporarlas al sistema cloacal.

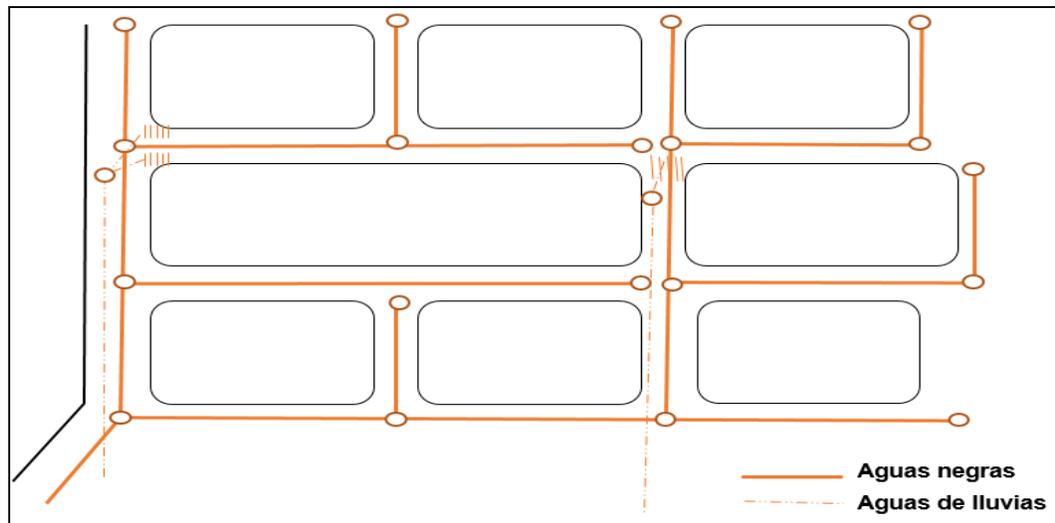


Figura 10: Esquema de un sistema separado de recolección de aguas servidas y aguas de lluvia

Fuente: Arocha, S. (1977)

Cabe destacar que las normas del instituto nacional de obras sanitarias establecen que se debe adoptar el sistema separado, y solamente en aquellos casos suficientemente justificados se podrá autorizar otro sistema por vía de excepción.

2.18. Componentes del sistema.

2.18.1. Tanquilla de empotramiento

La tanquilla de empotramiento normalmente se ubica debajo de la acera, preferiblemente en el punto más bajo del frente de la parcela (*op. cit*, p.64).

Generalmente las tanquillas de empotramiento se construyen con tubería de concreto, cuyo diámetro mínimo es de 250 mm, incrementándose este de acuerdo a la dotación.

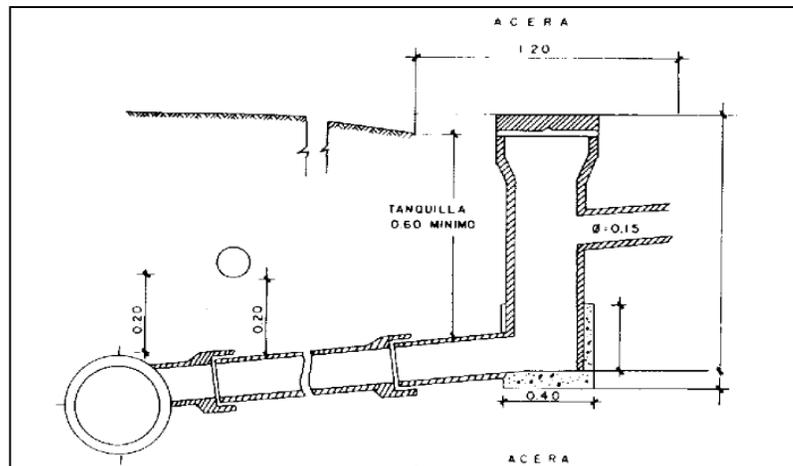


Figura 11: Tanquilla de empotramiento. Longitudinal
Fuente: Arocha, S (1977)

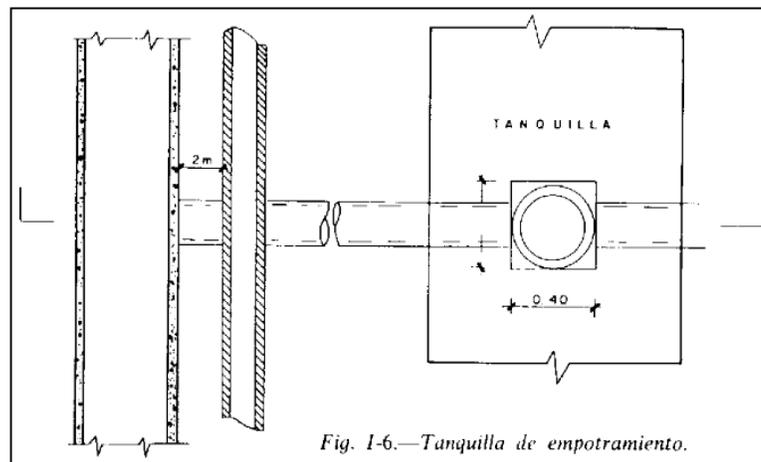


Figura 10: Tanquilla de empotramiento. Planta
Fuente: Arocha, S. (1977)

2.18.2. Boca de visita.

Son estructuras generalmente compuestas de un cono excéntrico, cilíndrico y base que permiten al acceso de los colectores cloacales y cuya ubicación (*op. cit, p.64*)

En el art. 336 de las Normas e instructivos para el proyecto de alcantarillado, del instituto nacional de obras sanitarias, señala que los tipos y características son y deberán proyectarse cada boca de visita:

- a) En toda intersección de colectores del sistema.
- b) En el comienzo de todo colector.
- c) En los tramos rectos de los colectores, a una distancia entre ellas de 120 m., para colectores hasta 0,30 m (12") y 150m. para colectores mayores de 0,30 m. (12").
- d) En todo cambio de dirección, pendiente, diámetro y material empleado en los colectores.
- e) En los colectores alineados en curva al comienzo y final de la misma y en la curva a una distancia de 30m. entre ellas, cuando corresponda.

2.18.3. Tramos.

Se le denomina tramo a la longitud de colector cloacal comprendido entre dos bocas de visita contiguas (*op. cit, p.64*). De hecho el diámetro y demás características de cada tramo, estarán determinados por el gasto o

caudal de diseño correspondiente. El tramo se identifica por las bocas de visita que lo comprenden.

2.18.4. Red de colectores.

La red está constituida por todo el conjunto de tramos; y en ella podemos definir a un colector principal (*op. cit, p.64*).

La red principal es la que recibe los aportes de una serie de colectores secundarios que, de acuerdo a la topografía, sirve a diversos sectores de la zona urbanizada. El colector principal toma la denominación de colector e descarga o emisario.

Más tarde el autor señala que los colectores deben servir a las edificaciones, instalándolas por los ejes de las vías, siguiéndose, en lo posible, las pendientes naturales disponibles, evitándose así movimientos de tierra innecesarios y costosos.

Los colectores se proyectarán de tal manera que todos los ramales, incluyendo los empotramientos, pasen por debajo de las tuberías de acueducto existentes o futuras, dejando como mínimo una luz libre de 0,2 m entre los conductos.

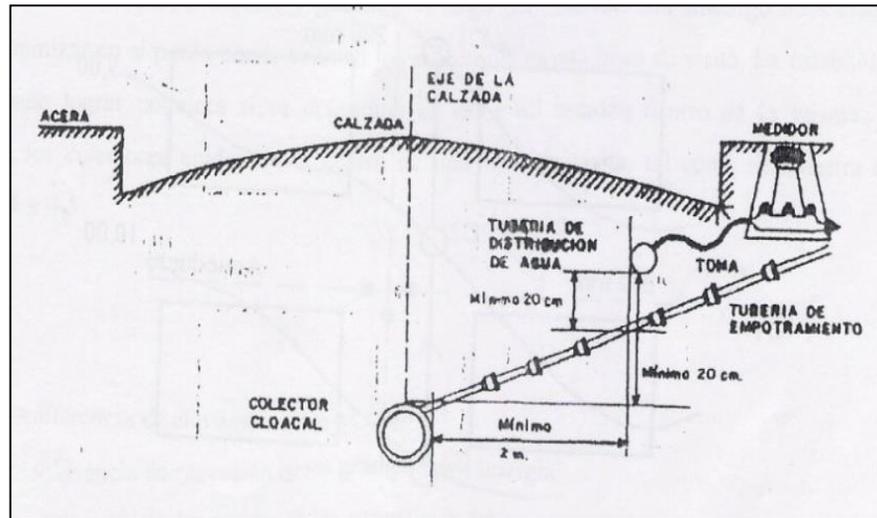


Figura 11: Ubicación relativa de colectores.
 Fuente: Arocha, S. (1977)

- **Material de los colectores y coeficiente de rugosidad**

M.S.A.S (1999) indica que los valores del coeficiente de rugosidad “n” a utilizar según el material de los colectores, serán los siguientes:

Tabla 6: Coeficientes de rugosidad según el material.

Material	"n"
PVC	0,012
PEAD	0,012
Fiberglass	0,012
Acero	0,012
Hierro fundido	0,012
Hierro fundido dúctil	0,012
Asbesto-Cemento	0,013
Arcilla vitrificada	0,013
Concreto $\geq 24"$	0,013
Concreto $\leq 21"$	0,015
Colectores cerrados vaciados en sitio	
Concreto	0,014
Canales	
Revestidos de asfalto	0,015
Revestidos de concreto	0,015
Excavados en tierra	0,022 – 0,030
Lechos pedregosos y taludes con grama	0,035

Fuente: M.S.A.S (1989)

2.19. Calculo de gasto de proyecto en sistemas para aguas servidas.

Según I.N.O.S (1989), en el artículo 3.7, dice que para determinar el gasto de proyecto de un sistema de alcantarillado de aguas servidas, se deberán considerar los siguientes aportes de aguas:

- a) Servidas domiciliarias
- b) Industriales
- c) Comerciales
- d) Institucionales
- e) Infiltración

2.19.1. Calculo de gasto de las aguas servidas domiciliarias.

El valor del gasto máximo (promedio diario anual) de las aguas servidas domiciliarias, se obtendrá aplicando la formula siguiente (*op. cit, p.72*)

$$Q_{max} = Q_{med} \times K \times R \text{ Ec. (23)}$$

(AS) (AP)

A.S= Aguas servidas

A.P= Aguas potables

Donde:

Qmed = gasto medio (promedio diario anual) del acueducto (A.P), que abastece la localidad

R = coeficiente de gasto de reingreso, igual a 0,80

K= coeficiente que es función de la población contribuyente al tramo de estudio

El valor de este coeficiente puede obtenerse por la fórmula de Harmon.

$$K = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} \text{ Ec. (24)}$$

Dónde:

P = población, está expresado en miles de habitantes.

2.19.2. Gastos de aguas industriales, comerciales e institucionales:

Los caudales de agua de tales contribuciones se determinan en base a las dotaciones asignadas por la Gaceta Oficial N° 4044, las cuales van a depender del tipo de comercio, industria o institución; aplicándose luego el coeficiente de gasto de reingreso (*op. cit, p.72*).

2.19.3. Gastos de Infiltración

El gasto máximo a considerar es de 20000 L/día - km, el cual depende de la longitud total de los colectores y de cada uno de los ramales de empotramiento del sistema (*op. cit, p.72*).

Cabe mencionar que los gastos de infiltración son los producidos por las aguas del subsuelo que entran al sistema de recolección de aguas residuales a través de las conexiones, bocas de visita, juntas y grietas de las tuberías.

Se reseña la siguiente ecuación para su cálculo (*op. cit. p.64*).

$$Q_{inf} = \frac{20000 \text{ l/km/día} \times (\text{Long. Colector} + \text{Long. Empotramiento})}{86400 \text{ l/día}} ; \text{ Ec. (25)}$$

2.19.4. Gastos por tramos.

Una vez en conocimiento de las siguientes informaciones:

- ✓ Planta definitiva del sistema de cloacas.
- ✓ Nomenclatura de las bocas de visita, con lo cual quedan definidos los diferentes colectores del sistema de cloacas (principales, secundarios, etc.)

- ✓ Determinación del aporte máximo de aguas negras de cada parcela

Se puede determinar el gasto propio de cada tramo de colector de la siguiente manera (op. cit. p.64):

$$Q_{maxANx} = (Q_{mABx} \times K \times R + Q_{inf}) \times C \text{ (l/seg)Ec. (26)}$$

Dónde:

- Q_{maxANx} = Caudal máximo de aguas servidas de un tramo "x" (l/s)
- Q_{mABx} = Caudal medio de acueducto del tramo "x" (l/s)
- R = Coeficiente de reingreso = 0,8
- K = Coeficiente de Harmon (Ver Ec. 4)
- Q_{inf} = Gasto de infiltración por tramo "x"
- C = 2

2.19.5. Gastos unitarios.

Para obtener el gasto unitario o el gasto parcial del tramo de estudio se deben sumar los diferentes aportes indicados anteriormente, y el resultado de la suma deberá multiplicarse por un coeficiente C, el cual varía entre 1 y 2 (op. cit, p.72).

$$Q_{parcial} = (Q_{max} + Q_{inf}) \times C \text{ (l/seg)Ec. (27)}$$

2.19.6. Caudal de diseño

Para obtener el caudal de diseño del tramo en estudio se debe realizar la suma del caudal parcial y el caudal de aguas arriba es decir gasto que se encuentra antes de llegar a este punto de análisis.

$$Q_{\text{Diseño}} = (Q_{\text{parcial}} + Q_{\text{arriba}}) \text{ (l/seg)Ec. (28)}$$

2.20. Elementos hidráulicos de un colector circular a sección llena.

Según Ghanem (2003) se tienen los siguientes elementos hidráulicos para un colector circular que trabaja por gravedad, al máximo de su capacidad:

2.20.1. Tirante de agua.

Un colector trabaja a sección plena cuando el tirante de agua (*op. cit. p.75*). Esto quiere decir, la profundidad del nivel de agua dentro de la sección, es igual al diámetro de éste. En general, los colectores son diseñados a sección plena con las condiciones máximas establecidas en el proyecto, sin embargo en algunos casos es necesario estimar la velocidad y el tirante de agua cuando el tubo está parcialmente lleno.

$$H = DEc. (29)$$

Dónde:

H= tirante de agua en m.

D = diámetro de la sección del colector en m.

2.20.2. Perímetro mojado.

$$P_c = \pi \times D ; \text{Ec. (30)}$$

2.20.3. Área mojada

$$A_c = \left(\pi \times \frac{D^2}{4} \right) \text{Ec. (31)}$$

2.20.4. Radio hidráulico

$$R_c = \frac{A_c}{P_c} \Rightarrow R_c = \frac{\pi \times D^2}{\pi \times D} R_c = \frac{D}{4} \text{Ec. (32)}$$

2.20.5. Velocidad

La velocidad del agua residual dentro de un colector (*op. cit. p.75*). Esta velocidad se puede determinar a través de la ecuación proveniente de la fórmula de Chezy-Manning por medio de la siguiente expresión:

$$V_c = \frac{1}{n} \times R_c^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \text{Ec. (33)}$$

Dónde:

V_c = velocidad media en m/s.

n = coeficiente de rugosidad

R_c = radio hidráulico en m.

S = pendiente unitaria determinada por la rasante del colector en m/m

La velocidad mínima según la Gaceta Oficial N° 5138 = 0,60 m/seg.

2.20.6. Gasto o Caudal

Es el volumen de aguas residuales que puede transportar un colector en cierto intervalo de tiempo a sección llena (*op. cit. p.75*).

Para este análisis hay que tener en cuenta el manteniendo del flujo dentro del colector a sección llena por gravedad. La capacidad o caudal a sección plena de un colector se puede calcular utilizando la ecuación de continuidad.

$$Q_c = V_c \times A_c E_c. (34)$$

Dónde:

Q_c = capacidad del colector m^3/seg

V_c = velocidad a sección llena en m/s .

A_c = área de la sección transversal del colector en m^2 .

2.21. Pendientes y Velocidades mínimas

La pendiente mínima de un colector estará determinada por la velocidad mínima admisible a sección llena, la cual en sistemas de alcantarillado de aguas servidas será de 0,60 m/s . (*op. cit, p.72*).

2.22. Pendientes y velocidades máximas.

La pendiente máxima será correspondiente a las velocidades máximas admisibles a sección llena, según el material empleado en los mismos. (*op. cit, p.71*).

Las velocidades máximas admisibles serán las siguientes:

Tabla 7: Velocidades máximas según el tipo de material.

	MATERIAL	VELOCIDAD (m/s)
CONCRETO	Rcc 28 x 210 kg/cm²	5,00
	Rcc 28 x 280 kg/cm²	6,00
	Rcc 28 x 350 kg/cm²	7,50
	Rcc 28 x 420 kg/cm²	9,50
	Arcilla vitrificada	6,00
	Asbesto-Cemento	4,50
	P.V.C.	4,50
	Hierro fundido, acero	Sin límite

Fuente: M.S.A.S (1989)

2.22.1. Términos esenciales definidos por el código eléctrico nacional:

A continuación, se especificarán algunos términos esenciales, definidos por el código eléctrico nacional FONDONORMA (2004), que resultan de interés para la elaboración de este proyecto.

- ❖ Acometida: Conductores y equipos para entregar energía eléctrica desde un sistema de suministro eléctrico al sistema de cableado del predio servido.
- ❖ Aparato: Equipos de utilización general, corrientemente contruidos en tipos y tamaños normalizados que se instalan o conectan como una unidad que se instalan o conectan como una unidad para cumplir una o más funciones, tales como motores, transformadores, interruptores, instrumentos de medición.

- ❖ Artefacto: Equipo de utilización generalmente no industrial, corrientemente construido en tipos o tamaños normalizados, que se instala o conecta como una unidad para cumplir una o más funciones, tales como lavado de ropa, acondicionamiento de aire, mezcla de alimentos, etc.
- ❖ Luminaria: Una unidad completa de alumbrado que consiste en una o un conjunto de lámparas con las partes diseñadas para distribuir luz.
- ❖ Salida: Punto en el sistema de cableado donde se toma corriente para alimentar al equipo de utilización.
- ❖ Suiche de uso general: Dispositivo diseñado para usarse en circuitos de distribución y ramales de uso general. Su capacidad de régimen se mide en amperios y es capaz de interrumpir su corriente de régimen a su tensión de régimen.
- ❖ Tablero de distribución: Panel de gran tamaño o ensamble de paneles en el que se montan por delante o por detrás, suiches, dispositivos de protección, barras de protección, barras de conexión e instrumentos en general. Estos están destinados a la instalación dentro de gabinetes.
- ❖ Tensión (De un circuito): Es el mayor valor eficaz de la diferencia de potencial entre dos o más conductores cualesquiera del circuito al que pertenecen.
- ❖ Tomacorriente: Dispositivo de contacto instalado en la salida para que se conecte a él una clavija de conexión o enchufe. Un tomacorriente sencillo es un dispositivo de contacto sencillo sin ningún otro dispositivo de contacto en la misma unidad. Un tomacorriente múltiple es un dispositivo que contiene dos o más dispositivos de contacto en la misma unidad.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1. Tipo de Investigación.

Según la UPEL (2002), nos indicó que el proyecto factible aplica durante la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta del modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; y que se puede referir a su vez a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos para el cierre del presente trabajo de grado.

Dentro de este contexto, el tipo de investigación del presente trabajo el cual fue de tipo proyecto factible; consistió en la investigación de una problemática de vivienda en el municipio Guanipa con la posterior propuesta para solucionarla o mitigarla, presentando el proyecto de Elaboración de proyecto urbanístico el Palomar en Municipio San José de Guanipa, Estado Anzoátegui.

3.2. Nivel de Investigación

Para la recolección de datos fue necesario saber la profundidad que aborda el objeto de investigación para precisar la información del estudio. En este sentido, se estableció que la investigación se enfocó en el nivel descriptivo.

Arias (2010), define que la investigación descriptiva, consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de

establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.

Esta forma de investigación se dirigió a observar y cuantificar al objeto en estudio con el propósito de obtener la información precisa. Con las características de la investigación descriptiva se recabo información concerniente a la elaboración del presente proyecto de ingeniería del Urbanismo El Palomar, con el resultado de generar los cálculos y planos de la misma para la elaboración de la propuesta de urbanismo.

3.3. Técnica a utilizar

Para lograr los objetivos planteados de este proyecto se utilizó diversas herramientas de estudio con la finalidad de poder recabar toda la información necesaria para llevar a cabo el trabajo de investigación.

❖ Revisión Documental:

Fue de suma importancia dar inicio a la investigación partiendo de referencias bibliográficas, con la cual se conocieron las características e información relevante en el estudio del proyecto. Entre los principales textos técnicos especializados en el tema fueron consultados para la elaboración del presente proyecto, las normas COVENIN 1618-98, FONDONORMA 1753-06, COVENIN 1756-98 Rev. 2001, AISC 360-10, ACI 318-14, además del código eléctrico nacional y la gaceta oficial 4044.

❖ Observación directa:

Esta técnica fue empleada para recopilar toda la información que brindo la estructura existente, con la finalidad de obtención los datos necesarios para realizar el análisis y diseño del reforzamiento y mejora estructural.

❖ **Programas utilizados:**

Con el fin de desarrollar la propuesta de reforzamiento de las instalaciones existentes, se utilizará el programa ETABS 2016, para el cálculo, diseño y revisión de las estructuras, los cuales serán validados a través de los cálculos analíticos, mientras que para la elaboración de planos de levantamiento, propuesta arquitectónica e ingeniería de detalles se empleó la herramienta AutoCAD 2016.

❖ **Herramientas utilizadas:**

Para hacer posible la realización del presente estudio, será necesario emplear las siguientes herramientas:

- Cinta métrica 50m, marca 6TIME.
- Computador.
- Cámara fotográfica digital, marca Sony, 14.1 megapíxel de resolución.
- Cuaderno de notas.
- Navegador portátil GPS.
- Juego de geometría.
- Calculadora HP 50G.
- Dispositivo de almacenamiento masivo Pendrive de 4.0 Gigabytes de capacidad.
- Herramientas de oficina, tales como: Hojas de máquina para la impresión de documentos, lápiz, bolígrafo, sacapuntas, etc.

CAPITULO IV

ANALISIS DE DATOS Y RESULTADOS

Diseño de la red de acueducto.

4.1. Distribución arquitectónica del urbanismo y sus edificaciones

Atendiendo a las necesidades iniciales del proyecto, y teniendo como base principal las dimensiones de la parcela y la cantidad de apartamentos a implantar, se definió la distribución arquitectónica de los edificios, así como también, el urbanismo aplicado en la confección del proyecto. Dicha distribución incluyó áreas destinadas a los módulos de apartamentos, servicios, vialidad y área comunes.

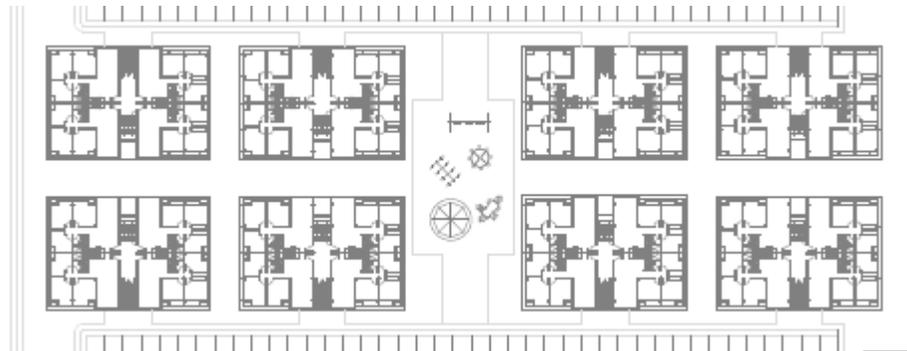


Figura 14: Distribución del urbanismo.
Fuente: Autor (2022)

Dicha distribución se podrá apreciar a detalle en los planos incluidos en el anexo del presente trabajo de grado, la repartición para los diversos usos en planta de los espacios y las fachadas de la edificación, esta etapa será realizada bajo los requerimientos preestablecidos por IMVIGUANIPA.

4.2. Efectuar el diseño de las instalaciones eléctricas y sanitarias del urbanismo, aplicando las consideraciones de la Gaceta Oficial 4044 y el Código Eléctrico Nacional.

4.2.1. Generales

El sistema eléctrico, se diseñará para un servicio confiable, seguridad del personal y de los equipos, facilidad de operación y mantenimiento; pérdidas mínimas y adición futura. El diseño del sistema eléctrico tendrá como base primordial los lineamientos aplicables de las normas y especificaciones del C.E.N., COVENIN y CADAPE, así como las recomendaciones y hojas de datos de los fabricantes de los equipos.

OBJETIVO DEL DOCUMENTO.

Presentar los lineamientos sobre el cual se desarrolla la Ingeniería de Detalle de las instalaciones eléctricas exteriores del urbanismo que forma parte del Proyecto, describiendo el proceso y la manera como están concebida los sistemas eléctricos de media y baja tensión. Cabe destacar que el presente documento describirá las características en forma general las instalaciones tanto en media tensión (13800 voltios) como en baja tensión (208-120 voltios). Adicionalmente se describirán las bases y criterios de diseños para el proyecto,.

El alcance general del proyecto comprende básicamente la Ingeniería de Detalles para la construcción, montaje y puesta en marcha de las instalaciones de media (13800 V) y baja tensión (208-120 V), correspondiente al urbanismo de la Ciudad Drotaca. El Alcance referente a las instalaciones eléctricas del urbanismo comprende como mínimo:

- Montaje y tendidos de líneas eléctricas aéreas de distribución en media tensión (13,8 kV).
- Construcción de bases de concreto para equipos eléctricos: transformadores de distribución, centros de distribución de potencia (CDP), plantas eléctricas.
- Construcción de bancadas y tanquillas para media y baja tensión.
- Construcción del sistema de puesta a tierra general.

4.2.2. Normas

Tanto el diseño de las instalaciones eléctricas como la especificación de los equipos, se regirán por la última edición de las siguientes normas y códigos:

Normas Nacionales:

COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN)

o 159-1997: Tensiones Normalizadas de Servicio.

o 200- 2004 Código Eléctrico Nacional.

o 391-1974: Símbolos Gráficos Aplicados a Sistemas de Potencia.

- o 398-1984 Símbolos Gráficos para Instalaciones Eléctricas en Inmuebles.

- o 2247-91 “Excavaciones a cielo abierto y subterráneo”.

- o 2000-92 “Mediciones y codificaciones de partidas para estudios, proyectos y construcciones”.

- o 2249-1993 “Iluminancia en Tareas y Áreas de Trabajo”.

4.2.3. Variaciones Permitidas de Frecuencia.

La frecuencia de operación del sistema es de 60 Hz. La variación de la frecuencia va a estar comprendida entre $\pm 2\%$ de la frecuencia nominal bajo condiciones normales de funcionamiento del sistema, según lo especificado por la norma COVENIN 159:1997.

4.2.3.1. Selección de los Niveles de Tensión.

La selección de los niveles de tensión se basa en la lo estipulado en C.E.N. y las normas de CADAFE.

4.2.3.2. Variaciones Permitidas de Tensión.

Los niveles de tensión permitidos de acuerdo a lo establecidos en las normas de diseño de CADAFE (NT-DV-00-03-03), para los sistemas de distribución son los siguientes:

Tabla 8: Variaciones Permitidas de Tensión

TENSIÓN NOMINAL (V)	TENSIÓN MÍNIMA	TENSIÓN MÁXIMA
120	114	126
240	228	252
120/240	114/228	126/252
208Y/120	197Y/114	218Y/126

Fuente: Autor (2022)

4.2.4. Sistema de Puesta a Tierra.

El propósito de un buen Sistema de Puesta a Tierra es salvaguardar y estabilizar la tensión respecto a “tierra” durante la operación normal del Sistema Eléctrico del todo en el urbanismo en cuestión y limitar o confinar las sobretensiones causadas por rayos, maniobras en las líneas de alta tensión o el contacto accidental con las líneas de tensiones mayores, de esta manera garantizar que el potencial en el instante en que ocurra una falla a tierra no sea peligroso ni para personal, ni para los equipos eléctricos.

El sistema de Puesta a Tierra deberá ser instalado de acuerdo a las recomendaciones y lineamientos de la sección 250 del C.E.N.-2004 Los neutros de los sistemas de potencia de los equipos a instalarse en todo el urbanismo, serán conectados a tierra de la manera siguiente, Puesta a tierra sólida: Sistema de 208Y/120 V, 3F, 4H y 120/240 V, 2F, 3H.

4.2.5. Diagramas Unifilares.

En los diagramas unifilares del proyecto estarán representados los diferentes circuitos de potencia incluyendo su protección. El diagrama incluirá la siguiente información:

- Características de los Alimentadores.
- Características de los Transformadores.
- Equipos de Desconexión y Protección.
- Valores y Tipos de Cargas.
- Características Eléctricas de los Centros Distribución de Potencia (CDP) y Tableros de Distribución.
- Previsiones para Ampliaciones y Reservas de Circuitos de Salida.
- Barras de los Tableros con indicación de Voltaje, Amperios, N° de Fases, kAcc y Frecuencia.

4.3. Trazado de la red de acueducto.

El diseño de la red de acueducto se hizo siguiendo los requisitos de las normativas sanitarias vigentes del país y teniendo en cuenta los tipos de tubería y accesorios que se encuentran en el mercado. El trazado de las tuberías se realizó considerando el lado donde se encuentra mayor número de conexiones y paralela al eje de la vía.

El urbanismo cuenta con una avenida principal y ramales secundarios que le darán accesos a los cuatros diferentes divisiones que componen el área, dicho diseño de vialidad se adapta a las características para una red de acueducto abierta.

El sistema de acueducto propuesto para el urbanismo constara de un total de 22 tramos de tuberías formados por 26 nodos, se puede observar una fragmento del acueducto en la cual se le asignaron a los tramos una simbología de (T-01, T-03, T-04, T-05...), y los nodos o vértices de la red una numeración de (V-01, V-02, V-03, V-04...), de esta manera cada tramo de estudio tendrá su etiqueta o simbología, y así poder facilitar e identificar el estudio de cada tramo.

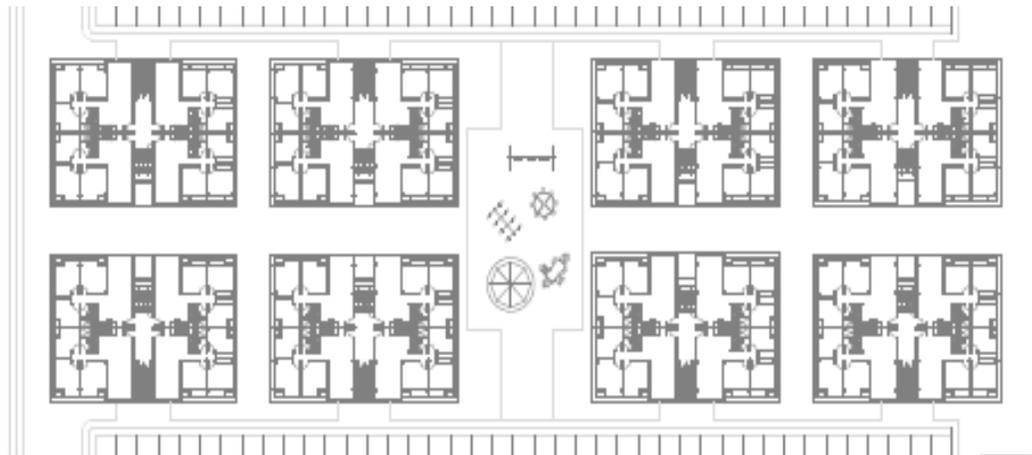


Figura 15: Trazado del acueducto.

Fuente: Autor

4.4. Estimación de la población

El complejo habitacional El Palomar, contará con el siguiente número de viviendas:

- N° de viviendas unifamiliares: 80 viviendas.
- N° de viviendas multifamiliares:

Según el XIV censo realizado por el Institución Nacional de Estadísticas (I.N.E) en el 2011, el promedio de habitantes por viviendas para el área urbana es de 5 hab/viv.

Entonces:

- Población del proyecto

Población = N° de viv. × Promedio de hab/viv.

Población = 128 viv × 4,00 hab/viv.

Población = 512 hab.

Cabe mencionar que el complejo también contará con:

- Áreas sociales.
- Áreas verdes.
- Áreas recreacionales.

4.5. Estimación del gasto de agua potable.

El elemento primordial y más importante a la hora del diseño es definir la dotación, con referencia al trazado de la red de acueducto se identificaron la zonificación de estudio de cada tramo de acuerdo al uso específico y el área de la parcela.

Basado en la Gaceta Oficial N° 4044, Normas Sanitarias para el Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones, y según el uso del suelo y/o actividades para cada sector se estimaron los caudales por cada nodo del sistema. A continuación se presentarán los cálculos del tramo 6 - 7 para indicar las ecuaciones usadas para hallar los caudales.

4.5.1. Caudal medio

El caudal medio viene dado de acuerdo al número y tipo de edificaciones a servir y a la dotación a utilizar, en el caso de las viviendas unifamiliares dependerá de los metros cuadrados que contenga la parcela; el de las viviendas multifamiliares depende de la cantidad de dormitorio que esta posea, así como también el área verde a regar, y de estacionamiento a utilizar.

Datos:

Vertice^o = 7

Tramo 6 – 7

Nº de edificaciones: 16

Dotación = 1900 l/día

$$Q_m = \frac{\text{Nº de edificaciones} \times \text{dotaciones}}{86400 \text{ l/seg}}$$

$$Q_m = \frac{16 \times 1900 \text{ l/día}}{86400 \text{ l/seg}}$$

$$Q_m = 0,352 \text{ l/seg}$$

4.5.2. Caudal medio diario

Para el cálculo de este consumo se utilizó lo mencionado en la ecuación 19 y el valor de $K_1 = 1,25$ fue tomado de la figura 8, este valor es proporcionado por M.S.A.S (1989).

Datos:

Vertice^o = 7

Tramo 6 – 7

Nº de edificaciones: 16

$Q_m = 0,352 \text{ l/seg}$

$Q_{md} = K_1 \times Q_m$; $K_1 = 1,25$ (Mijares, 1983)

$Q_{md} = 1,25 \times 0,352 \text{ l/seg}$

$Q_{md} = 0,44 \text{ l/seg}$

4.5.3. Caudal máximo horario

Para hallar el consumo máximo horario se utilizó lo mencionado en la ecuación 23. Donde el valor de $K_2 = 2,5$ fue tomado de la figura 8, este valor es proporcionado por Arocha (1977).

Datos:

Vertice N° = 7

Tramo 6 – 7

$Q_m = 0,44 \text{ l/seg}$

$Q_m = K_2 \times Q_m$; $K_2 = 2,5$ (M. S. A. S, 1989)

$Q_{mh} = 2,5 \times 0,44 \frac{\text{l}}{\text{seg}}$

$Q_{mh} = 1,10 \text{ l/seg}$

4.5.4. Caudal de incendio

Para el cálculo del caudal de incendio para este se toma en cuenta el factor del índice poblacional que existirá en el complejo, ya que para obtener el gasto de incendio se necesita saber la cantidad de población, la cual se obtuvo en la estimación de la población al principio de este capítulo.

Datos:

Vertice N° = 7

Tramo 6 – 7

$Q_m = 0,44 \text{ l/seg}$

Población: 512 hab.

Nota: Según Mijares (1983) cuando una población es menor a 2000 habitantes el gasto de incendio es igual a cero.

$$i = 0$$

$$Q_{ind} = 1,8 \times Q_m + i$$

$$Q_{ind} = 1,8 \times 0,44$$

$$Q_{ind} = 0,792 \text{ l/seg.}$$

A continuación se presentan los resultados de los diferentes caudales en cada vértice.

Tabla 9: Resultados de los tipos de caudales en cada vértice.

TRAMOS	Nº VERTICES	Qm	Qmd	Qmh	Qinc
V4 – V5	5	6,429	8,036	16,072	11,572
V6 – V7	7	0,044	0,055	0,110	0,079
V7 – V8	8	0,088	0,110	0,220	0,158
V8 – V9	9	0,044	0,055	0,110	0,079
V9 – V10	10	0,044	0,055	0,110	0,079
V11 – V12	12	0,022	0,027	0,055	0,040
V12 – V13	13	0,154	0,192	0,385	0,277
V13 – V14	14	0,110	0,137	0,275	0,198
V14 – V15	15	0,132	0,165	0,330	0,238
V15 – V16	16	0,044	0,055	0,110	0,079
V17 – V18	18	0,535	0,668	1,337	0,963

Fuente: Autor (2022)

4.6. Uso del Software WaterCAD V8i

4.6.1. Configuración del modelo

Para el diseño del sistema de abastecimiento se utilizó el software WaterCAD en su versión 8i., en donde fue necesaria la introducción de datos

específicos según los criterios establecidos para lograr la simulación del funcionamiento de la red.

El software WaterCAD un programa eficaz y confiable, que permite hacer tanto el análisis como el diseño de acueductos, ahorrando tiempo y arrojando resultados confiables, posee diferentes herramientas y tipos de cálculo complementarios al análisis hidráulico convencional. Para iniciar el uso del programa se hace clic en el icono de WaterCAD y aparecerá la siguiente ventana.

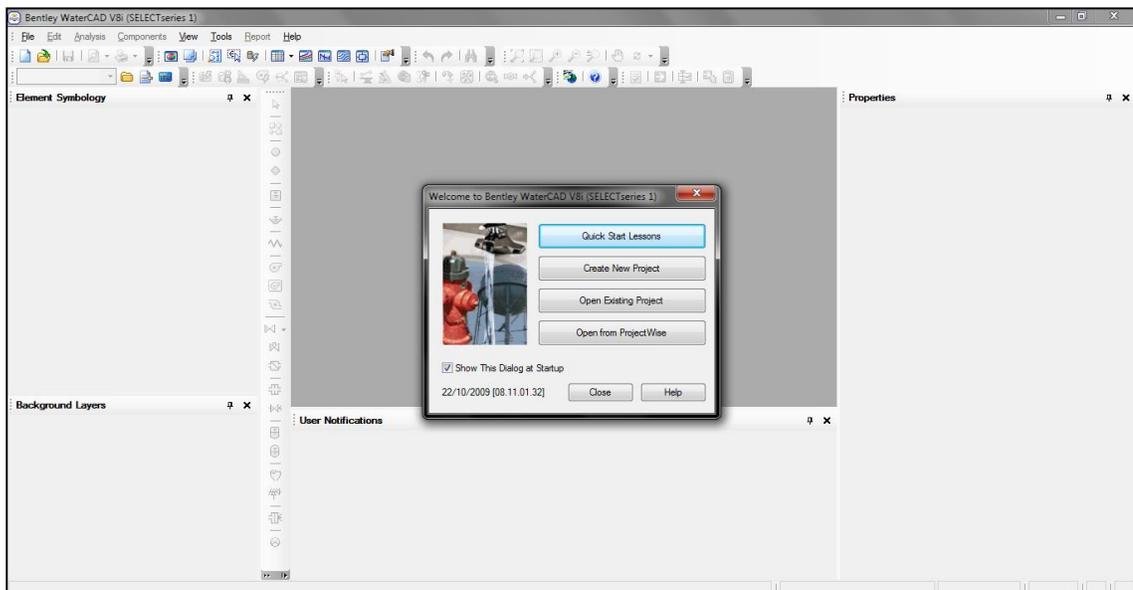


Figura 16 Inicio de WaterCAD V8i

Fuente: Autor (2022)

El primer paso sería elegir en la opción Create New Project para así tener acceso a la ventana de trabajo de WaterCAD esto nos permitirá crear un nuevo proyecto. La entrada de datos al programa es sencilla; estos se introducen a través de ventanas, donde muestran diversas alternativas al usuario para describir la red de acueducto que se desea simular o diseñar.

Seguidamente le damos en File luego en Project Properties, surgirá una ventana donde se introduce el nombre del proyecto, del proyectista, fecha de creación y la opción de agregar algún comentario.

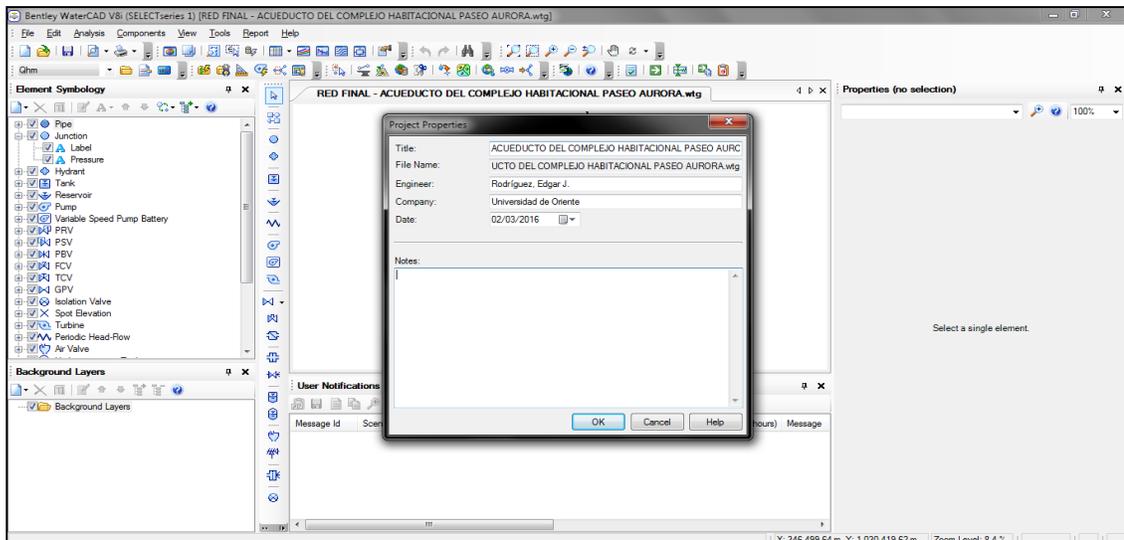


Figura 17 Información del proyecto
Fuente: Autor (2022)

Posteriormente se describirán los datos necesarios para el análisis de la red, hacemos clic en Analysis continuamente en Calculation options y nos aparecerá una ventana arrojando dos opciones de cálculos, escogeremos Análisis Hidráulico en Periodo.

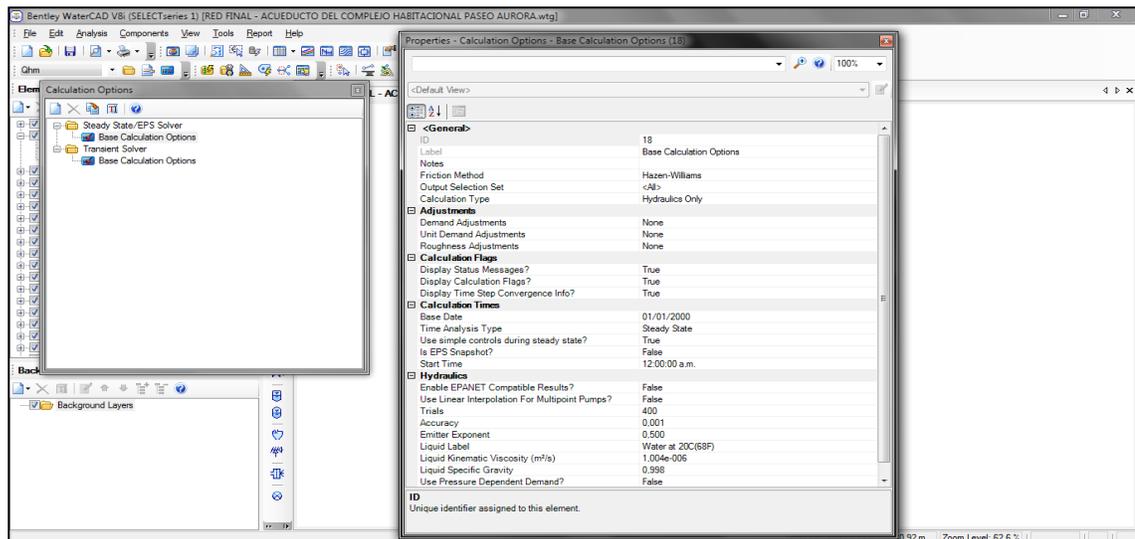


Figura 18 Determinación del fluido a modelar y ecuación de pérdida.
Fuente: Autor (2022)

Como se muestra en la figura 18 en esta ventana se introduce los datos referidos para el cálculo, entre los que se encuentra el método para el cálculo de las presiones, para el coeficiente de fricción de acuerdo al material de la tubería, el tipo de líquido que transportara la tubería y su temperatura. En la realización de este proyecto se utilizó el coeficiente de fricción de Hazen-Williams ($C=150$) y se trabajó con el agua a 20°C , estos datos vienen dado por defecto del software. Para los parámetros restantes de esta ventana se dejaron los preestablecidos por WaterCAD.

Antes de empezar a montar el modelo debemos configurar ciertas opciones para el diseño del proyecto. Para ello seleccionamos Tools en la lista de comando ubicada en la parte superior, y en el menú que se despliega a hacemos clic en Options, y en la ventana emergente clic en el botón Units y allí verificamos que las unidades del proyecto sean las del Sistema Internacional (SI).

Seguidamente seleccionamos Drawing, existen dos formas de dibujar en WaterCAD la primera es escalar, está se utiliza cuando se exporta planos desde AutoCAD con medidas reales del proyecto, este es el modo a utilizar en el proyecto. La segunda opción de dibujo es el modelo esquemático en el que se dibuja directamente en la plantilla que trae por defecto WaterCAD y el proyectista asignara las longitudes de las tuberías. Además de esto, en esta venta el programa ofrece la opción de elegir el tamaño de los símbolos y textos del diseño. Como se muestra en la figura 19

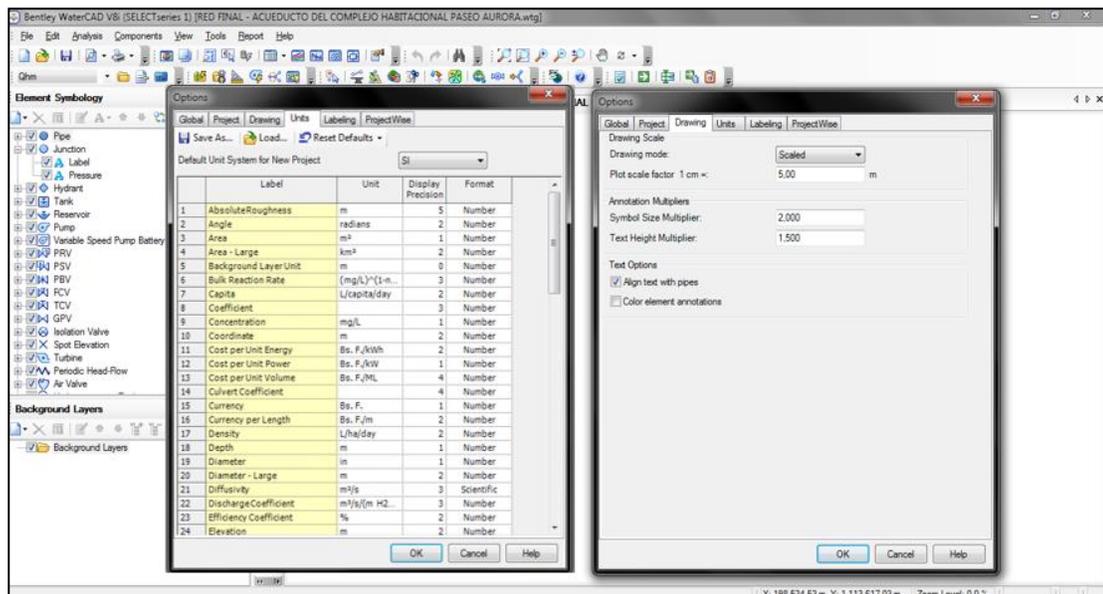


Figura 19 Configuración del sistema de unidades.

Fuente: Autor (2022)

Luego de tener la configuración del sistema de unidades se procede a elección del prototipo de tubería a utilizar, en la figura 24 se puede observar la elección del tipo de material a utilizar.

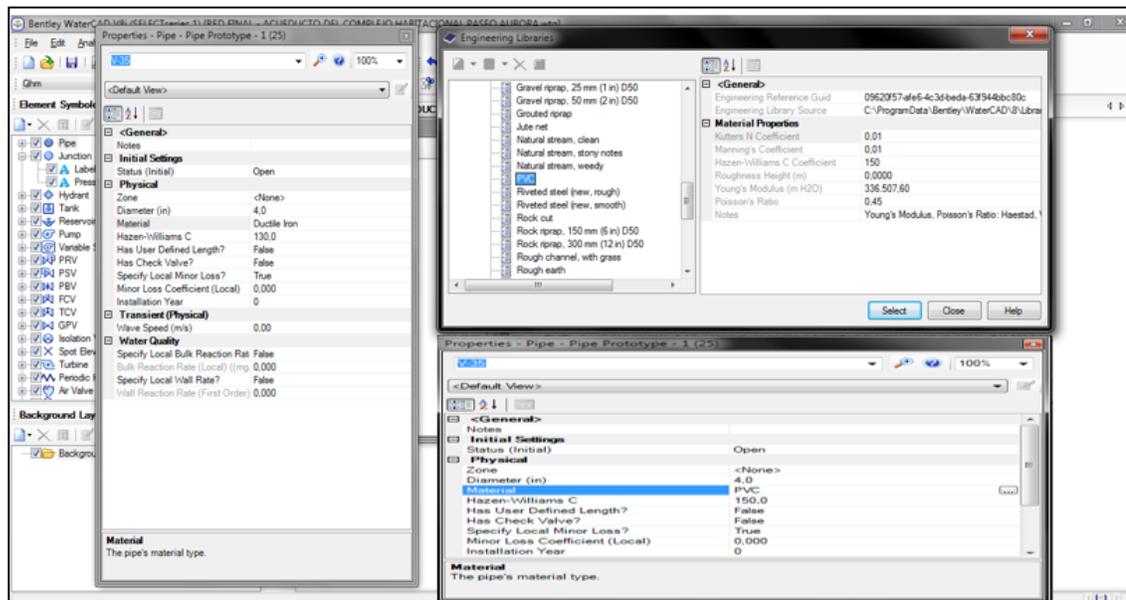


Figura 20: Configuración del prototipo.
Fuente: Autor (2022)

4.6.2. Creación del prototipo de la red

Una vez finalizada la configuración del proyecto, se procedió a la creación de la red. Este paso se realizó adjuntando el trazado de la red realizado en AutoCAD con el propósito de obtener una mayor precisión y exactitud respecto a la ubicación y dimensiones de los elementos del acueducto, la cual está compuesto por 18 tramos de tubería y 18 vértices, considerando por vértices, los puntos donde se interceptaban dos o más tuberías y los puntos donde cambiaba de sección o diámetro. Es importante resaltar que en el plano AutoCAD se considera también como vértice o nodo las curvas de 11,25°; 22,50°, los codos de 45° y 90°.

4.6.3. Introducción de datos de consumo.

Una vez de haber finalizado los cálculos de los distintos consumos por tramo, se introdujo los respectivos datos en cada elemento integrante de la red de acueducto resultante del Urbanismo El Palomar, donde se seleccionaron los siguientes datos de consumo medio:

- **Por nodos:** una vez que se determina el consumo medio para cada tramo del complejo se hace la repartición de los gastos en cada nodo, luego se procedió a establecer la enumeración tanto a los nodos como a las tuberías.
- **Unidades de diámetros:** el programa WaterCAD tiene la opción de expresar los diámetros de las tuberías existentes en el sistema en varias unidades como son: metros, pulgadas y milímetros, pies, entre otras. En el diseño realizado en el Complejo habitacional Paseo Aurora utilizamos la pulgada como unidad de diámetro basándose en que en la actualidad es una de las unidades más utilizadas por los fabricantes.
- **Coefficiente de Hazen-Williams:** WaterCAD presentan los coeficientes de fricción para los materiales más utilizados. En el presente sistema de abastecimiento propuesto para la zona de estudio se trabajó con tuberías de PVC, la cual tiene un valor de $C = 150$
- **Perdidas especiales:** WaterCAD evalúa las pérdidas en todos los nodos, donde existan válvulas, codos, reducciones, etc. Y dependiendo de la longitud. El software expresa las perdidas en metros de altura de agua (m H₂O).

- **Casos de demanda:** el programa WaterCAD permite la creación de escenarios de los diferentes consumos que se seleccionaron para el cálculo y así poder analizar los nodo del sistema con cada uno de los casos de demanda, la cual se realizó una corrida de la simulación hidráulica para cada escenario y así tener un acueducto optimo que cumpla con los diferentes parámetros de consumos que puede tener la red.

Para esta evaluación de los consumo fue evaluado según lo manifestado en la estimación de gastos de agua potable. Lo cual los casos de demandas fueron:

- Consumo medio
- Consumo medio diario
- máximo horario
- Consumo de incendio

Los vértices o nodos son representados por círculos y es en estos puntos donde se concentran los valores de consumos medios previamente calculados. Para introducir los valores en cada vértice se procede a hacer clic en Tools que se encuentra en la barra superior de las herramientas del software, continuamente se elige la opción de Demand Control Center y se procede a ingresar los datos de consumo en cada nodo correspondiente como se muestra en la figura 20

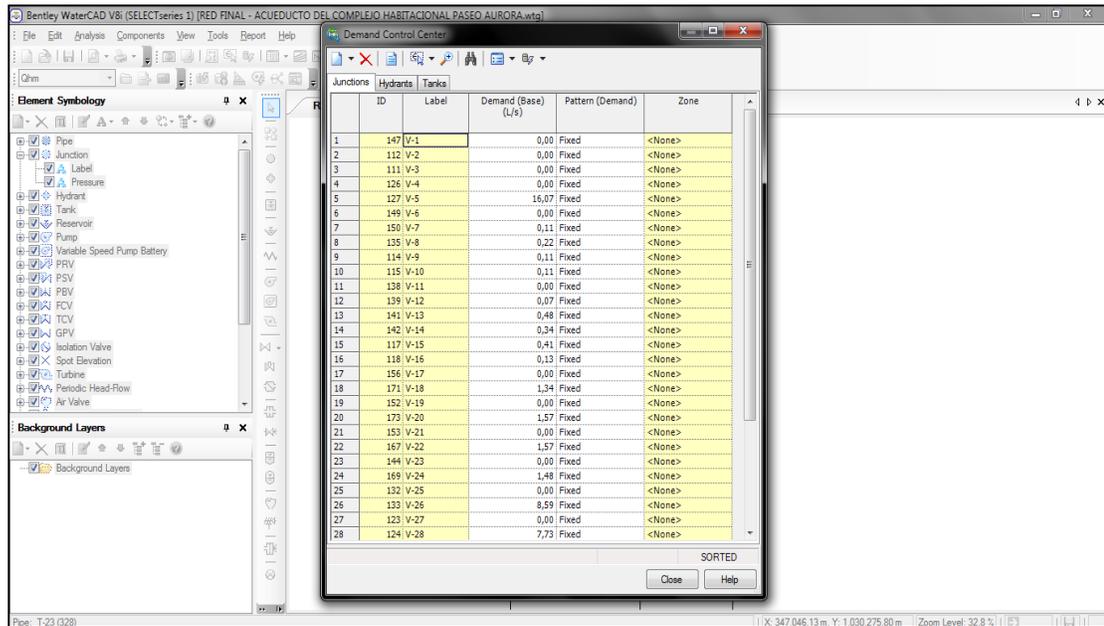


Figura 21: Introducción de datos de consumo en cada nodo.
Fuente: Autor (2022)

En la figura 21 se puede observar las características de las tuberías a utilizar, donde se indica el tipo de material, diámetro, coeficiente de fricción, etc. Los valores de las longitudes de las tuberías son automáticamente cargadas por WaterCAD al momento de haber adjuntado el plano de AutoCAD.

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (m)	Material	Hazen-Williams C
146: T-1	146 T-1	47,83	V-2	V-1	6,0	PVC	150,0
110: T-2	110 T-2	4,70	V-3	V-2	6,0	PVC	150,0
323: T-3	323 T-3	87,80	V-3	V-4	4,0	PVC	150,0
125: T-4	125 T-4	25,08	V-4	V-5	4,0	PVC	150,0
179: T-5	179 T-5	27,86	V-3	V-6	6,0	PVC	150,0
324: T-6	324 T-6	49,24	V-6	V-7	4,0	PVC	150,0
161: T-7	161 T-7	79,84	V-7	V-8	4,0	PVC	150,0
134: T-8	134 T-8	32,20	V-8	V-9	4,0	PVC	150,0
113: T-9	113 T-9	14,24	V-9	V-10	4,0	PVC	150,0
180: T-10	180 T-10	69,37	V-6	V-11	6,0	PVC	150,0
325: T-11	325 T-11	38,98	V-11	V-12	4,0	PVC	150,0
157: T-12	157 T-12	64,37	V-13	V-12	4,0	PVC	150,0
140: T-13	140 T-13	40,18	V-13	V-14	4,0	PVC	150,0
145: T-14	145 T-14	45,92	V-14	V-15	4,0	PVC	150,0
116: T-15	116 T-15	17,10	V-15	V-16	4,0	PVC	150,0
181: T-16	181 T-16	113,57	V-11	V-17	6,0	PVC	150,0
322: T-17	322 T-17	185,26	V-17	V-18	4,0	PVC	150,0
155: T-18	155 T-18	54,12	V-17	V-19	6,0	PVC	150,0
326: T-19	326 T-19	186,05	V-19	V-20	4,0	PVC	150,0
151: T-20	151 T-20	52,93	V-19	V-21	6,0	PVC	150,0
327: T-21	327 T-21	179,92	V-21	V-22	4,0	PVC	150,0
154: T-22	154 T-22	53,00	V-21	V-23	6,0	PVC	150,0
328: T-23	328 T-23	183,63	V-23	V-24	4,0	PVC	150,0
143: T-24	143 T-24	44,04	V-23	V-25	6,0	PVC	150,0
329: T-25	329 T-25	31,71	V-25	V-26	4,0	PVC	150,0
136: T-26	136 T-26	33,03	V-25	V-27	6,0	PVC	150,0

Figura 22: Elección del diámetro y tipo de material de las tuberías.
Fuente: Autor (2022)

4.6.4. Elección de la bomba del acueducto

Al realizarse la primera corrida del programa se pudo observar que los parámetros de acuerdo a las presiones no acataban lo establecido por normas, por lo que se procedió a realizar una matriz de evaluación para la elección de la bomba del sistema de acueducto tomando en cuenta el caudal de diseño arrojado por el software en su primera corrida la cual fue de 48 l/seg., se tomaron de referencia diferentes catálogos que se encuentran actualmente en el mercado, y mediante la curva característica rendimiento-caudal de cada bomba se realizó la elección de los diferentes equipos posibles a utilizar.

El software WaterCAD tiene la opción de evaluar el comportamiento de las bombas en el acueducto, ya que el comportamiento hidráulico de una bomba viene especificado en sus curvas características rendimiento-caudal,

que representan una relación entre los distintos valores del caudal proporcionado por la misma con otros parámetros.

El software permite introducir los siguientes datos como el caudal de diseño del acueducto, el caudal máximo de operación de la bomba, la altura manométrica máxima de la bomba, y un valor intermedio de la altura manometría, estos últimos datos son proporcionados por la empresa encargada de fabricar la bomba. En la figura 22 podemos observar la ventana para definir la bomba.

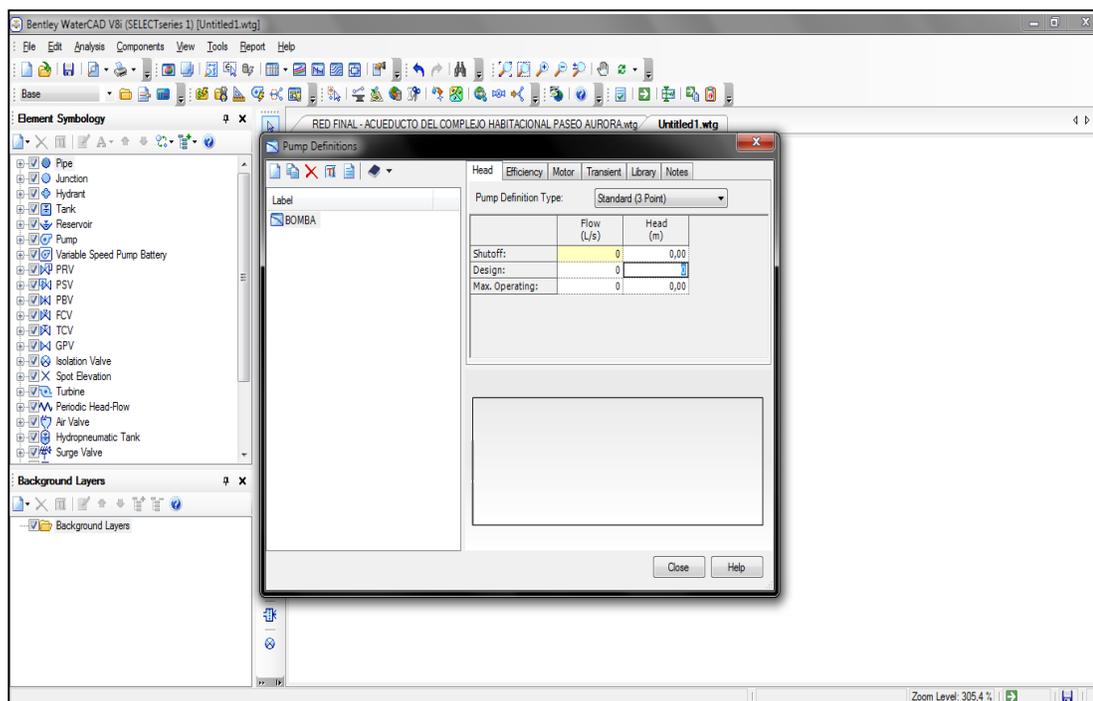


Figura 23: Definición de la bomba
Fuente: Autor (2022)

En la tabla 21 y 22 se encuentran la matriz de evaluación que identifica de forma sencilla, clara y rápida los distintos criterios de estudio. Donde se establecieron una gradación con diferentes niveles de disposición y eficacia

para cada uno de los criterios que se evaluaron para así lograr el objetivo de tener una bomba con las características suficientes de mantener las presiones de agua requeridas en cada vértice del acueducto.

Se consideraron individualmente distintas partes o distintos criterios y se le asumieron un puntaje a cada uno de ellos, ya que se requirió examinar de forma individual y así crear un perfil completo de los distintos modelos de bomba que se encuentran actualmente en el mercado. Los criterios y puntaje de evaluación fueron:

- **Motor:** se le dio un puntaje comprendido entre 0 – 15, dependiendo de la medida de la fuerza que el motor sea capaz de realizar. Entre mayor sea su capacidad de fuerza se le concedió mayor puntaje.
- **Voltaje:** se le otorgó un valor entre 0 – 10 puntos a los equipos, cabe mencionar que el puntaje mayor se le concedió al equipo con mayor voltaje, ya que entre mayor voltaje el consumo de energía sería menor.
- **Consumo nominal AMP:** los valores que se les asignó a este criterio comprende entre 0 – 15 puntos dependiendo del consumo nominal de energía que tiene cada motor. Entre menor sea su consumo el puntaje sería más elevado.

- **Costos:** para este criterio se le estableció un puntaje entre 0 – 20, ya que el costo es un factor relevante en todo tipo de proyectos. Entre menor fuese su costo mayor fue su puntaje.

- **Disponibilidad en el país:** al momento de la elección de los equipos posibles a utilizar se tomó en cuenta un factor predominante que es la disponibilidad en el país, ya que esto repercutiría en el costo del equipo, se le otorgo puntaje entre 0 – 15.

- **Tiempo de mantenimiento:** todo equipo necesita un mantenimiento para que se conserve en buen funcionamiento, entre mayor sea el tiempo para realizar el mantenimiento, mayor puntaje se le proporcione. Su puntaje varía entre 0 – 10.

- **Garantía:** mientras mayor sea el tiempo de garantía del equipo proporcionara seguridad con respecto a su calidad. El puntaje establecido se encuentra entre 0 – 15

A continuación en la tabla 10 se presenta los criterios establecidos de la matriz de evaluación de la bomba y en la tabla 4 se indican los puntajes establecidos a cada uno de ellos y se podrá observa la bomba que obtuvo mayor puntaje.

Tabla 12: Criterios para la matriz de la bomba.

Nº	MODELO	D.	MOTOR	VOLT.	CONSUMO AMP	COSTOS	DISP. EN EL PAIS	TIEMPO DE MTTO.	GARANTIA
1	BOMBAAGU A 10H75R/1	10"	50HP	460	42	BsF. 6.500.000	SI	1½ año	6 meses
2	BOMBAGUA 10HH110-1	8"	75HP	460	40,5	BsF. 8.200.000	SI	1½ año	6 meses
3	BOMBAGUA 8H48-1	8"	25 HP	460	42.1	BsF. 5.800.000	SI	1½ año	6 meses
4	FRANKLIN ELECTRIC SP16001	6"	30 HP	220	90,4	BsF. 4.030.000	SI	3 años	1 año
5	FRANKLIN ELECTRIC SP16001-1	6"	30 HP	440	45,2	BsF. 4.030.000	SI	3 años	1 año
6	FRANKLIN ELECTRIC SP21501-A	6"	30HP	220	90,4	BsF. 4.030.000	SI	3 años	1 año
7	FRANKLIN ELECTRIC SP21501-1	6"	30 HP	440	62	BsF. 5.037.000	SI	3 años	1 año
8	FRANKLIN ELECTRIC SP21501	6"	40 HP	220	124	BsF. 5.037.000	SI	3 años	1 año
9	FRANKLIN ELECTRIC SP21501-AA	6"	60 HP	440	91	BsF. 6.890.000	SI	3 años	1 año

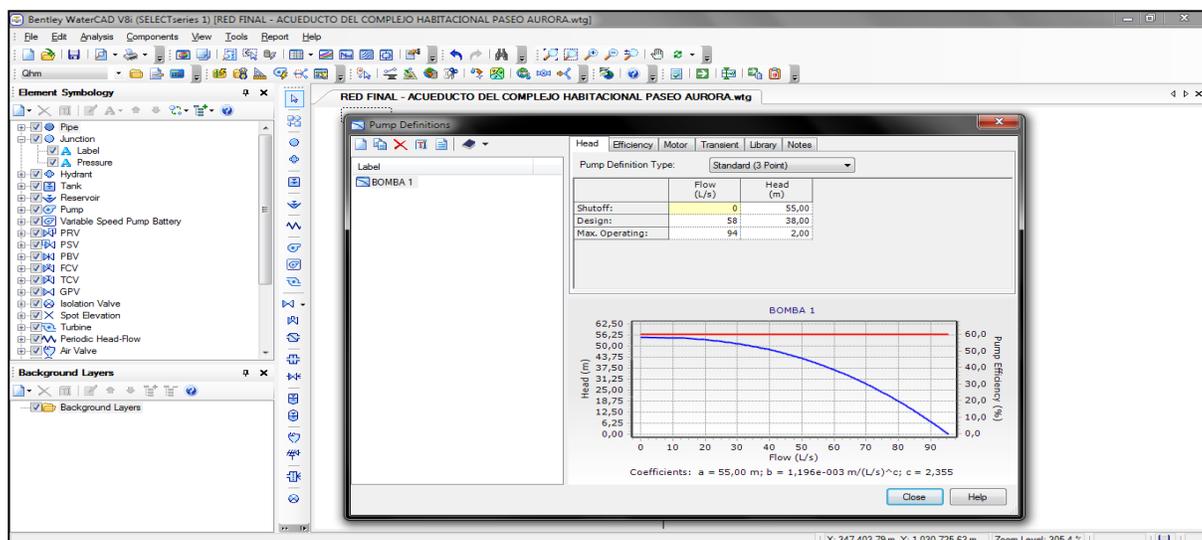
Fuente: Autor

Tabla 13: Puntajes y Resultados de la matriz de evaluación.

PTOS	CRITERIOS DE EV.	MODELO								
		Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8	Nº 9
15	MOTOR	13	15	7	7	7	7	7	8	10
10	VOLTAJE	10	10	10	5	9	5	9	5	9
15	CONSUMO AMP	14	15	13	5	12	5	7	2	3
20	COSTOS	12	8	16	20	20	20	16	16	12
15	DIP. EN EL PAIS	15	15	15	15	15	15	18	18	15
10	TIEMPO DE MTTO.	7,5	7,5	7,5	10	10	10	10	10	10
15	GARANTIA	7,5	7,5	7,5	15	15	15	15	15	15
100	TOTAL	79	78	76	77	88	77	82	74	74

Fuente: Autor (2022)

En la figura 23 se puede observar los datos ingresado al software y la curva característica de la bomba Franklin Electric Sp16001-1

**Figura 24: Datos de la bomba**

Fuente: Autor (2022)

4.6.5. Corrida del proyecto.

Una vez introducidos los datos de todos los elementos que integran la red, se dio inicio a la simulación a cada uno de los escenarios creados para los diferentes tipos de consumo. Al hacer clic en la opción Validate del software el indicara si existe o no algún error en el diseño.

Luego se procede a calcular la red y verifican los resultados con a las normas, específicamente en las presiones y velocidades económicas y así establecer los diámetros definitivos a través de predimensionamiento, comenzando con los diámetros que se encuentra en el mercado. A través de las simulaciones se hallaron los diámetros definitivos para el buen funcionamiento del sistema (4" y 6").

Después de haber analizados los datos obtenidos con los diámetros definitivos. En cuanto a presión se observó valores satisfactorios durante el recorrido del diseño, cumpliendo con el criterio de Mijares (1983) donde indica que en zonas rurales con población hasta 5000 habitantes recomienda una presión máxima 40m de altura de agua (m H₂O) y una presión mínima de 10m de altura de agua (m H₂O).

Los resultado las presiones en cada vértice del acueducto, obteniendo como la presión más desfavorable en el vértice 16 que es de 14,07 m H₂O, constatando a su vez 48 l/s para el caudal máximo horario cumple.

Diseño del sistema de recolección de aguas servidas.

4.7. Trazado del sistema de aguas servidas.

El trazado del sistema de recolección de aguas servidas se hizo tomando en cuenta las especificaciones de la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.318, referente a Normas Generales para el Proyecto de Alcantarillado, la cual indica que el trazado del sistema de red de cloacas se debe realizar por el eje de la vialidad. Se proyectaron las bocas de visita en toda intersección de colectores, cambio de dirección, pendiente o material y la longitud máxima entre las bocas de visita no debe de exceder de los 150m en tramos rectos y 30 m entramos curvos.

El trazado se hizo por toda la vialidad del complejo, así pueda recolectar todas las aguas residuales originadas en los diferentes sectores residenciales, comerciales, educacionales y recreativos del futuro complejo habitacional El Palomar. Las aguas servidas tendrán su disposición final en una planta de tratamiento que estará ubicada en la zona de servicio, el diseño de dicha planta es ajeno a este proyecto. El sistema de recolección de aguas servidas presentado para el complejo constara de un total de 20 tramos de colectores formados por 21 nodos.

4.7.1. Aportes cloacales.

Para los parámetro de los aportes de las aguas servidas se han estimado las dotaciones para la población, de acuerdo a la Gaceta Oficial N° 4044, dependiendo del uso de la parcela. Se tomaron en cuenta los gastos provenientes del acueducto, siguiendo los criterios de la Gaceta Oficial N° 5.138. Para consideraciones de diseño se tomaron los aportes de

las aguas provenientes de las zonas verdes, estacionamiento y parque recreacional.

4.7.2. Gastos provenientes del acueducto

Para el cálculo proveniente del acueducto, del gasto máximo de las aguas servidas domiciliarias, se tomara como ejemplo el tramo 6 – 7 del sistema de recolección de aguas servidas.

Datos:

Verticeº = 7

Tramo 6 – 7

Nº de edificaciones: 16

Dotación = 1900 l/día

- Para el cálculo de Q_m se usara la Ec.(1)

$$Q_m = \frac{\text{Nº de edificaciones} \times \text{dotaciones}}{86400 \text{ l/seg}}$$

$$Q_m = \frac{16 \times 1900 \text{ l/dia}}{86400 \text{ l/seg}}$$

$$Q_m = 0,352 \frac{\text{l}}{\text{seg}}$$

- Para el cálculo del caudal máximo se tiene:

$$Q_{max} = Q_{med} \times K \times R$$

Datos:

$$Q_{med} = 0,352 \text{ l/seg}$$

$$R = 0,80$$

$$K = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

$$K = 1 + \frac{14}{16 + \sqrt{P}}$$

$$K = 1 + \frac{14}{16 + \sqrt{\frac{16}{1000}}}$$

$$R = 1,87$$

$$Q_{max} = Q_{med} \times K \times R$$

$$Q_{max} = 0,352 \times 1,87 \times 0,80$$

$$Q_{max} = 0,527 \text{ l/seg}$$

4.7.3. Gastos de infiltración

Para este cálculo se toman en cuenta la longitud total del colector del tramo en estudio y de cada uno de los ramales de empotramiento del sistema.

Datos:

Longitud del Colector = 0,077 km

Longitud de empotramiento = 0,007 km

$$Q_{inf} = \frac{20000 \text{ l/km/dia} \times (\text{Long. Colector} + \text{Long. Empotramiento})}{86400 \text{ l/dia}}$$

$$Q_{inf} = \frac{20000 \text{ l/km/dia} \times (0,077 + 0,007)}{86400 \text{ l/dia}}$$

$$Q_{inf} = 0,019 \text{ l/seg}$$

4.7.4. Caudal de diseño de colector

Para determinar el caudal de diseño de colector primeramente se utiliza la ecuación 9 donde toma en cuenta el Q_{max} y el Q_{inf} de dicho tramo o colector en estudio. Se toma un valor para el coeficiente $C = 2$, que es el más desfavorable. Luego para obtener el caudal de diseño del tramo se debe realizar la suma del caudal parcial y el caudal de aguas arriba, en este caso el Q_{arriba} será el $Q_{diseño}$ del tramo 8-7.

Datos:

$$Q_{max} = 0,527 \text{ l/seg}$$

$$Q_{inf} = 0,019 \text{ l/seg}$$

$$C = 2$$

$$Q_{parcial} = (Q_{max} + Q_{inf}) \times C$$

$$Q_{parcial} = (0,527 + 0,019) \times 2$$

$$Q_{parcial} = 1,092 \text{ l/seg}$$

Datos:

$$Q_{parcial} = 1,092 \text{ l/seg}$$

$$Q_{arriba} = 0,043/\text{seg}$$

$$Q_{Diseño} = (1,092 + 0,6435)$$

$$Q_{Diseño} = 1,7355 \text{ l/seg}$$

4.7.5. Velocidad a sección plena

La velocidad del agua residual dentro de un colector se determinara a continuación:

Datos:

$$D = 20,32 \text{ cm}$$

$$n = 0,012$$

$$s = 2,77 \text{ } ^{\circ}/\text{oo}$$

$$Rc = \frac{20,32 \text{ cm}}{400} = 0,0508$$

$$Vc = \frac{1}{0,012} \times 0,0508^{\frac{2}{3}} \times \frac{2,77^{\frac{1}{2}}}{1000}$$

$$Vc = 0,601 \text{ m/seg}$$

4.7.6. Caudal a sección plena

La capacidad o caudal a sección plena de un colector se calcula utilizando la ecuación 16 de continuidad.

$$Qc = Vc \times Ac$$

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

$$Ac = \left(\pi \times \frac{D^2}{4} \right)$$

Datos:

$$n = 0,012$$

$$s = 2,77 \text{ } ^0/00$$

$$D = 20,32 \text{ cm}$$

$$Qc = \left(\frac{\pi \left(\frac{20,32}{100} \right)^2}{4} \right) \times \left(\frac{1}{0,012} \times \left(\frac{20,32 \text{ cm}}{400} \right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{2,77}{1000} \right)^{\frac{1}{2}} \right)$$

$$Qc = 0,019496 \text{ m}^3/\text{seg}$$

El Qc se transforma a l/seg

$$Qc = 19,496 \text{ l/seg}$$

4.7.7. Relaciones de caudales

Para el cálculo de las relaciones hidráulicas se procede de la siguiente manera:

- Con el caudal de diseño y la capacidad del colector a plenitud se halla la relación Qr/Qc , H/D , VR/VC .

$$Qr = Q_{\text{diseño}}$$

$$\frac{Qr}{Qc} = \frac{1,135}{19,496} = 0,058$$

$$Vr = 0,3415$$

$$H = 0,03550$$

$$\frac{H}{D} = 0,1747$$

$$\frac{VR}{Vc} = 0,57$$

A continuación se presentan los resultados de los diferentes aportes cloacales por tramos:

Tabla14: Resultados de los diferentes aportes cloacales por tramos

TRAMO		Q	Qmax	Qinf	Q	Q	Qdiseño	Vc	Qc	Qr/Qc	H/D	H (m)
DESDE	HASTA	medio Act (l/seg)	A.N. (l/seg)	(l/seg)	parcial (l/seg)	arriba (l/seg)	(l/seg)	(m/seg)	(l/seg)			
V22	V21	0,3150	1,0819	0,0190	2,2018	0,0000	2,2018	0,5963	19,3360	0,0318	0,2279	0,0463
V21	V20	0,1570	0,5464	0,0269	1,1465	2,2018	3,3483	0,6019	19,5188	0,0446	0,2805	0,0570
V20	V17	0,0000	0,0000	0,0125	0,0250	56,3439	56,3689	0,8601	85,4254	0,0145	0,5689	0,2023
V19	V18	0,2750	0,9474	0,0199	1,9345	0,0000	1,9345	0,6088	19,7438	0,0327	0,2111	0,0429
V18	V17	0,3540	1,2125	0,0273	2,4796	1,9345	4,4141	0,6006	19,4777	0,0455	0,3238	0,0658
V17	V14	0,0000	0,0000	0,0125	0,0250	60,7831	60,8081	0,7986	79,3155	0,0157	0,6302	0,2241
V16	V15	0,2670	0,9212	0,0196	1,8816	0,0000	1,8816	0,5954	19,3094	0,0329	0,2111	0,0429
V15	V14	0,2670	0,9212	0,0287	1,8999	1,8816	3,7815	0,6006	19,4777	0,0478	0,2987	0,0607
V14	V09	0,0000	0,0000	0,0245	0,0491	64,5896	64,6387	0,7816	77,6213	0,0314	0,6687	0,2378
V13	V12	0,0880	0,3092	0,0105	0,6396	0,0000	0,6396	0,5969	19,3560	0,0176	0,1211	0,0246
V12	V11	0,1760	0,6125	0,0162	1,2574	0,6396	1,8970	0,6084	19,7309	0,0266	0,2096	0,0426
V11	V10	0,1760	0,6125	0,0225	1,2699	1,8970	3,1669	0,6000	17,6067	0,0374	0,2869	0,0583
V10	V09	0,0000	0,0000	0,0076	0,0153	3,1669	3,1822	0,6035	19,5720	0,0127	0,2736	0,0556
V09	V05	0,0000	0,0000	0,0167	0,0333	67,8208	67,8542	0,9382	93,1746	0,0178	0,6114	0,2174
V08	V07	0,0880	0,3092	0,0125	0,6435	0,0000	0,6435	0,6348	20,5867	0,0197	0,1211	0,0246
V07	V06	0,352	0,527	0,0194	1,092	0,6435	1,7355	0,6012	19,4959	0,058	0,1747	0,0355

Fuente: Autor (2022)

4.8. Uso del Software SewerCAD V8i SS5

4.8.1. Configuración del modelo

Para la realización de la creación del sistema de recolección de aguas servidas se utilizó el software SewerCAD V8i SS5., se introdujeron datos

específicos según los criterios establecidos por las normas Venezolanas para lograr la simulación del comportamiento del sistema.

El software SewerCAD un programa utilizado tanto en diferentes análisis relacionados con sistemas de alcantarillados como el diseño de los mismos, ahorrando tiempo y arrojando resultados confiables, posee diferentes herramientas y prototipos de cálculo complementarios al análisis convencional. Para iniciar el programa se hace clic en el icono de SewerCAD y aparecerá la siguiente ventana

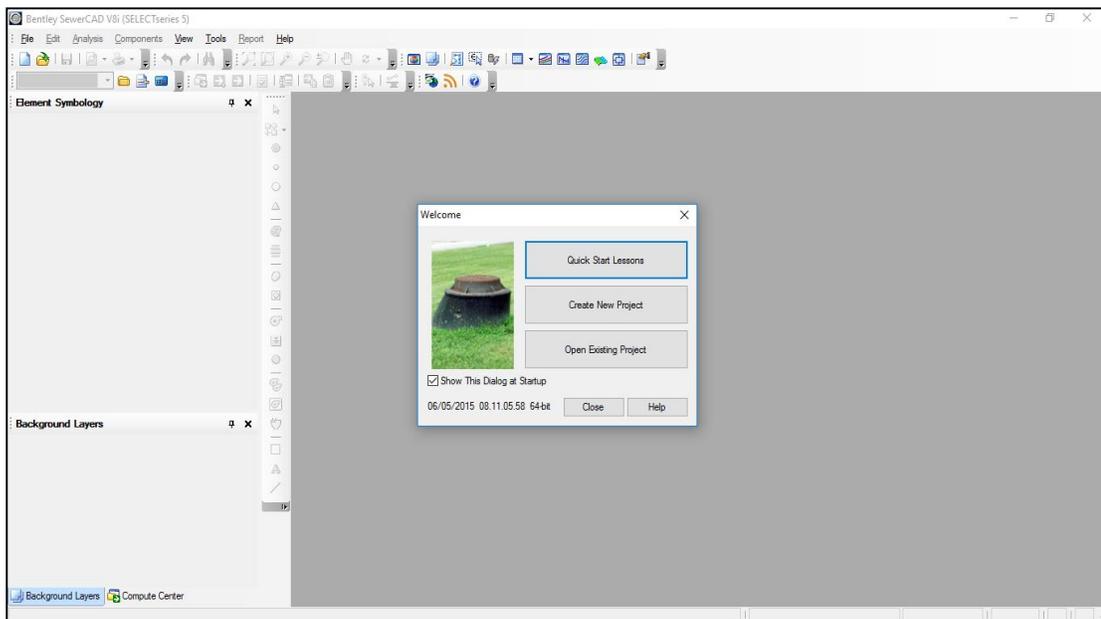


Figura 25: Inicio de WaterCAD V8i

Fuente: Autor (2022)

Se elige en la opción Create New Project para poder obtener acceso a la ventana de trabajo de SewerCAD que nos permite la creación un nuevo proyecto. Posteriormente le damos en File luego en Project Properties, surgirá una ventana donde se introduce el nombre del proyecto, del

proyectista, fecha de creación y la opción de agregar algún comentario. Como se muestra en la figura 25

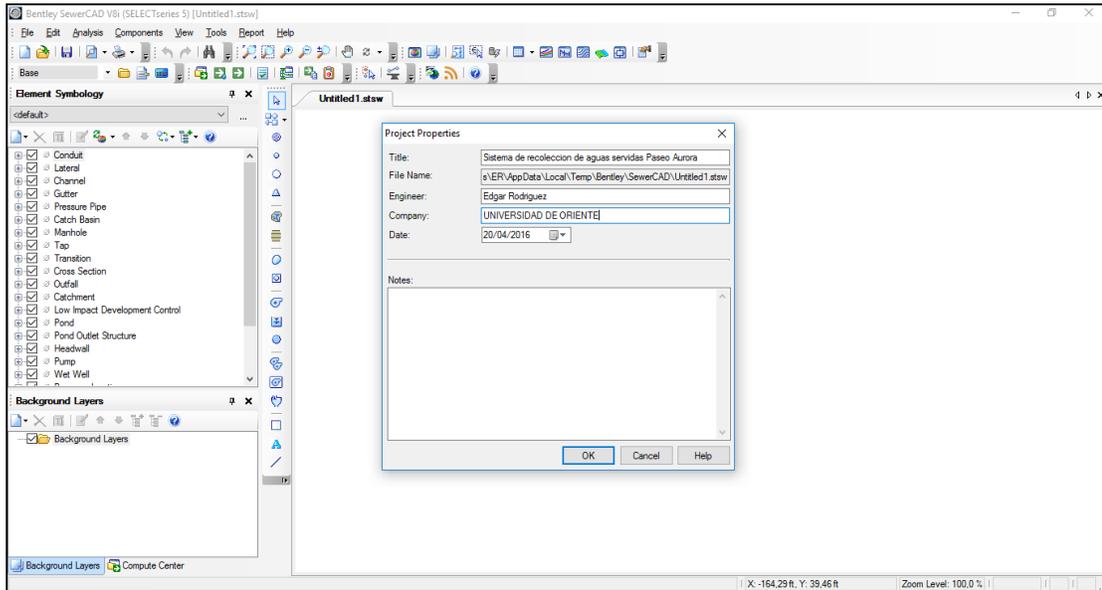


Figura 26: Información referente al proyecto.

Fuente: Autor (2022)

Consecutivamente se detallarán los fundamentos precisos para el análisis del sistema, hacemos clic en Analysis continuamente en Calculation Options y nos aparecerá una ventana arrojando una opción de cálculo con el nombre de Base Calculo Options.

En la figura 26 en esta ventana se introduce los datos para el cálculo hidráulico por gravedad como el del coeficiente de rugosidad de acuerdo al material de la tubería a utilizar. En este proyecto se utilizó el coeficiente de rugosidad de Manning's ($n=0,012$). Para los parámetros restantes de esta ventana se dejaron los preestablecidos por SewerCAD.

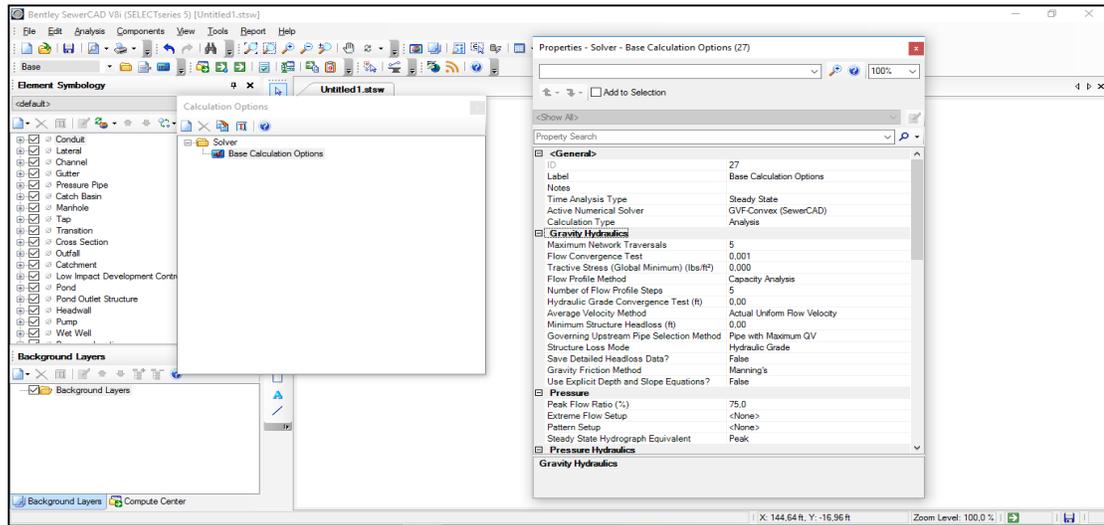


Figura 27: Información referente al proyecto
Fuente: Autor (2022)

Antes de comenzar con el proyecto se debe de configurar ciertas opciones para el diseño del proyecto. Se verifican que las unidades del proyecto sean las del Sistema Internacional (SI). Seguidamente como se observa en la figura 27 se procede a elección del prototipo de tubería a utilizar, y las medidas se adaptan a las que se encuentra actualmente en el mercado de Venezuela.

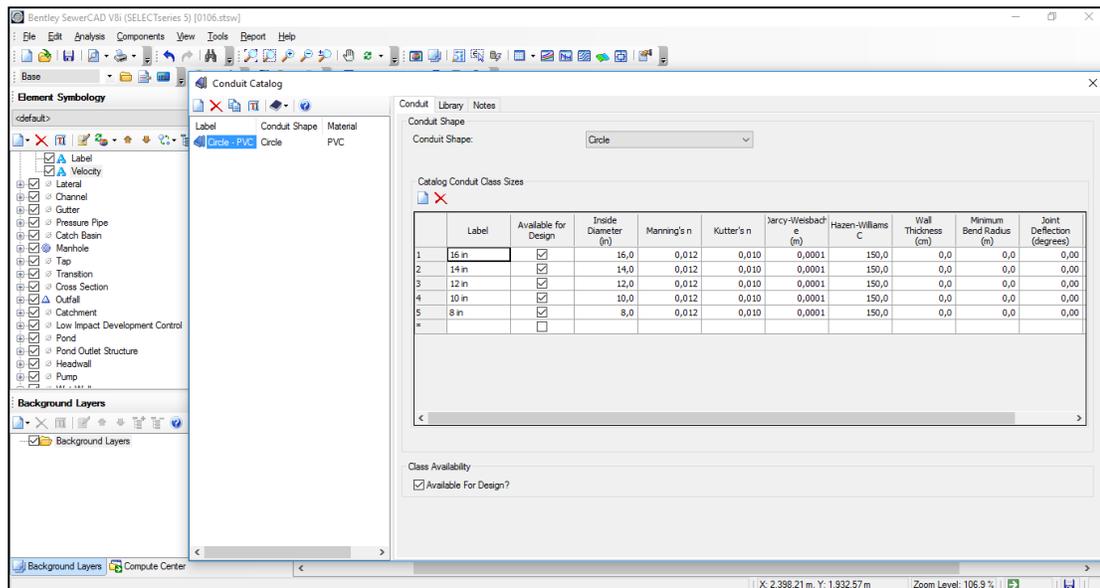


Figura 28: Elección de la tubería.

Fuente: Autor (2022)

4.8.2. Creación del modelo del sistema

Una vez realizada la configuración del sistema, se derivó a la creación del sistema de recolección de aguas servidas. Este paso se realizó adjuntando el trazado de la red realizado en AutoCAD con el propósito de obtener una mayor precisión y exactitud respecto a la ubicación y dimensiones de los colectores y las bocas de visitas del sistema, la cual está compuesto por 22 tramos de colectores y 23 vértices, considerando por vértices, los puntos donde se interceptan cada boca de visita y donde cambian de dirección los colectores.

4.8.3. Introducción de los gastos en cada vértice.

Para introducir los gastos del sistema previamente calculados hacemos clic en Tools luego en la ventana que arroja indicamos la opción Sanitary

Load Control Center y se procede a introducir cada gasto en su vértice correspondiente como se muestra en la figura 29. El software SewerCAD representa los vértices en formas de círculos y es aquí donde se van juntando los gastos de cada vértice.

SewerCAD nos indica como toma las filtraciones que se pueden generar en cada vértice automáticamente, estas filtraciones dependerán de la longitud, del cambio de diámetro, y dirección que se tenga en los colectores. El software expresa las filtraciones en los resultados de las velocidades reales arrojada.

ID	Label	Load Definition	Pattern	Base Flow (L/s)	Unit Sanitary Load	Loading Unit Count
1	256 V-02	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	0,015 <Ct
2	244 V-03	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	0,047 <Ct
3	245 V-04	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	10,301 <Ct
4	257 V-05	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	0,015 <Ct
5	278 V-06	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	0,341 <Ct
6	269 V-07	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	0,657 <Ct
7	270 V-08	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	0,643 <Ct
8	262 V-09	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	0,033 <Ct
9	261 V-10	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	0,015 <Ct
10	280 V-11	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	1,270 <Ct
11	250 V-12	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	1,257 <Ct
12	251 V-13	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	0,640 <Ct
13	274 V-14	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	0,049 <Ct
14	298 V-15	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	0,015 <Ct
15	299 V-16	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	1,882 <Ct
16	275 V-17	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	0,025 <Ct
17	301 V-18	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	2,480 <Ct
18	302 V-19	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	1,935 <Ct
19	272 V-20	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	0,025 <Ct
20	290 V-21	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	1,146 <Ct
21	291 V-22	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	2,202 <Ct
22	253 V-23	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	0,025 <Ct
23	293 V-24	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	2,478 <Ct
24	294 V-25	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	1,669 <Ct
25	241 V-26	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	0,014 <Ct
26	267 V-27	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	0,056 <Ct
27	266 V-28	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	0,358 <Ct
28	282 V-29	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	3,454 <Ct
29	284 V-30	Sanitary Unit Load	Fixed	0,00	Unit Base	3,457 <Ct

Figura 29: Introducción de gastos al sistema.

Fuente: Autor (2022)

4.8.4. Introducción de la topografía del terreno.

SewerCAD en su interfaz realiza el cálculo automático de las pendientes a través de tres datos como las cotas rasantes en los extremos

de cada colector y longitud del mismo. Para introducir los datos mencionados anteriormente en cada tramo se selecciona Report en la barra de herramientas, seguidamente de Elements Tables y elegimos Conduit como se muestra en la figura 30

	Invert (Start) (m)	Stop Node	Set Invert to Stop?	Invert (Stop) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Length (User Defined) (m)
258: T-01	213,170	V-01	<input type="checkbox"/>	213,098	0,00218	33,0
306: T-02	213,403	V-02	<input type="checkbox"/>	213,170	0,00231	101,0
243: T-03	213,456	V-03	<input type="checkbox"/>	213,403	0,00230	23,0
255: T-04	213,213	V-02	<input type="checkbox"/>	213,170	0,00130	33,0
277: T-05	213,370	V-05	<input type="checkbox"/>	213,213	0,00285	55,0
288: T-06	213,583	V-06	<input type="checkbox"/>	213,370	0,00277	77,0
268: T-07	213,722	V-07	<input type="checkbox"/>	213,583	0,00309	45,0
285: T-08	213,443	V-05	<input type="checkbox"/>	213,213	0,00319	72,0
260: T-09	213,535	V-09	<input type="checkbox"/>	213,443	0,00279	33,0
305: T-10	213,720	V-10	<input type="checkbox"/>	213,535	0,00226	82,0
279: T-11	213,890	V-11	<input type="checkbox"/>	213,720	0,00283	60,0
249: T-12	213,972	V-12	<input type="checkbox"/>	213,890	0,00273	30,0
311: T-13	213,678	V-09	<input type="checkbox"/>	213,443	0,00222	106,0
317: T-14	213,990	V-14	<input type="checkbox"/>	213,678	0,00276	113,0
297: T-15	214,210	V-15	<input type="checkbox"/>	213,990	0,00272	81,0
273: T-16	213,803	V-14	<input type="checkbox"/>	213,678	0,00231	54,0
316: T-17	214,115	V-17	<input type="checkbox"/>	213,803	0,00276	113,0
300: T-18	214,945	V-18	<input type="checkbox"/>	214,115	0,00284	81,0
276: T-19	213,948	V-17	<input type="checkbox"/>	213,803	0,00269	54,0
312: T-20	214,253	V-20	<input type="checkbox"/>	213,948	0,00277	110,0
289: T-21	214,460	V-21	<input type="checkbox"/>	214,253	0,00272	76,0
271: T-22	214,080	V-20	<input type="checkbox"/>	213,948	0,00249	53,0
315: T-23	214,385	V-23	<input type="checkbox"/>	214,080	0,00277	110,0
292: T-24	214,595	V-24	<input type="checkbox"/>	214,385	0,00273	77,0
252: T-25	214,178	V-23	<input type="checkbox"/>	214,080	0,00316	31,0
318: T-26	214,403	V-26	<input type="checkbox"/>	214,178	0,00184	122,0
265: T-27	214,563	V-27	<input type="checkbox"/>	214,403	0,00400	40,0
281: T-28	214,703	V-28	<input type="checkbox"/>	214,563	0,00219	64,0
320: T-29	214,885	V-29	<input type="checkbox"/>	214,703	0,00288	44,0

Figura 30: Introducción de la topografía del terreno.

Fuente: Autor (2022)

4.8.5. Corrida de la simulación del sistema.

Una vez finalizada el proceso de introducción de datos de todos los elementos que integran el sistema, se le dio inicio a la simulación a la red y así saber el comportamiento del mismo. Al hacer clic en la opción Validate del software el indicara si existe o no algún error en el diseño.

Luego se procede a calcular la red y se va verificando los resultados con a las normas, específicamente las velocidades. El software indica la velocidad real (V_r) que tiene el colector con el gasto que se encuentra en él,

mas no indica la velocidad a sección plena (V_c), que es la utilizada en las normas sanitarias venezolanas.

Estas velocidades fueron calculadas anteriormente por métodos convencionales que se adaptan a los criterios de la Gaceta Oficial N° 5138 donde indica que la velocidad mínima a sección plena es de 0,60 m/seg, esta velocidad de flujo se emplea para determinar el diámetro de las tuberías. En cuanto a las mismas se observó valores satisfactorios durante el recorrido del diseño, se pudo comparar las arrojadas por el programa con las calculadas siguiendo los criterios de las normas sanitarias y así poder establecer los diámetros definitivos a través de predimensionamiento.

4.9. Diseño de estructural de las edificaciones del urbanismo aplicando las normas COVENIN 1618-98, FONDONORMA 1753-06, COVENIN 1756-98 Rev. 2001, AISC 360-10, ACI 318-14.

En esta última fase se analizó la capacidad estructural de uno de los módulos que componen la edificación para verificar su comportamiento y que tipo de deformaciones presenta según las dimensiones de los miembros estructurales existentes en la actualidad y las cargas con que actúan cada uno de ellos.

En primera instancia se modeló uno de los módulos usando el software de análisis estructural ETABS 2016, se realizó el levantamiento de cada uno de los elementos que compone a la estructura, vigas, columnas, losas y voladizos, desde la planta baja hasta el nivel de techo, según los datos suministrados en los planos originales. Como se muestra en la figura 31.

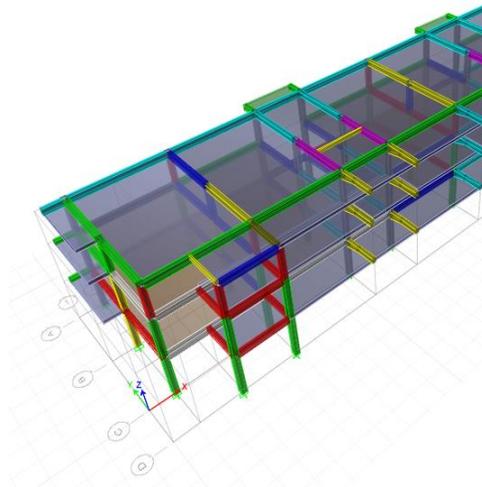


Figura 31. Modelado 3D fachada Este.
Fuente: ETABS 2016.

Seguidamente después de realizar el modelado de cada elemento estructural se asignaron las cargas respectivas a cada elemento entre las cuales fueron las siguientes:

- **Cargas nivel techo:**

Losa nervada (e = 30 cm):

$$CPP = 510 \text{ Kgf/m}^2$$

$$CV = 100 \text{ Kgf/m}^2$$

Losa volado (e = 30 cm)

$$CPP = 510 \text{ Kgf/m}^2$$

$$CV_{AULAS} = 100 \text{ Kgf/m}^2$$

$$CV_{TECHO} = 100 \text{ Kgf/m}^2$$

Losa pérgola (e = 30 cm)

$$CPP = 150 \text{ Kgf/m}^2$$

$$CV_{TECHO} = 100 \text{ Kgf/m}^2$$

- **Cargas nivel 1 y nivel 2:**

Losa entrepisos ($e = 30 \text{ cm}$)

$$\text{CPP} = 660 \text{ Kgf/m}^2$$

$$\text{CV}_{\text{entrepiso}} = 300 \text{ Kgf/m}^2$$

- **Cargas ménsulas:**

$$\text{CP} = 420 \text{ Kgf/m}^2 \times 4,38 \text{ m} = 1839,6 \text{ Kgf/m}$$

$$\text{CV} = 300 \text{ Kgf/m}^2 \times 4,38 \text{ m} = 1314 \text{ Kgf/m}$$

Luego se cargaron en el programa las combinaciones de cargas a la estructura respecto a los datos anteriormente mostrados, entre ellas fueron las siguientes:

- **Combinaciones de cargas:**

$$U = 1,2 \text{ CP} + 1,6 \text{ CV}$$

$$U = 1,4 \text{ CP} + 1,4 \text{ CPP}$$

$$U = 1,2 \text{ CP} + \gamma \text{CV} \pm S$$

$$U = 0,90 \text{ CP} \pm S$$

El siguiente paso que se realizó fue la corrida del programa para visualizar de qué manera se deforma la estructura, como se muestra en la figura 32; y verificar los resultados obtenidos de cuales elementos estructurales están fallando y qué tipo de falla presentan cada uno de ellos y en base a ello se estableció el diagnóstico de los problemas presentados

para finalmente proponer diversas soluciones que garanticen la estabilidad de la edificación.

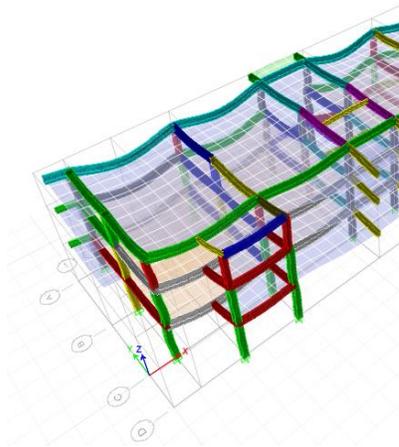


Figura 32. Modelado 3D deformada de la estructura.

Fuente: ETABS 2016.

De los resultados obtenidos en el análisis (ver Anexos), se resumió por medio de tablas y gráficos circulares de porcentajes principalmente cuales elementos están fallando, donde se ubica cada elemento según su eje, en qué nivel de la edificación se encuentra, tipo de falla que presenta cada uno de ellos y que nivel de riesgo presenta la estructura para que de esa manera proponer las mejores soluciones posibles.

Se concretaron algunos puntos importantes que se tomaron en consideración para la realización de este primer análisis de los cuales podemos mencionar los siguientes:

- En los voladizos en los pasillos no existe continuidad en el acero inferior, específicamente en las vigas de sección variable.
- No se consideró el acero de paramento para el momento último de las vigas.

- La viga en el pórtico 5 no tiene gancho estándar.

Tabla 13. Fallas en elementos estructurales. Diseño por capacidad.

Elemento	Eje	Nivel	Tipo de falla
Columna	B4	PB	Falla por capacidad. Corte en el nodo excede el límite
Columna	B10	PB	Falla por capacidad. Corte en el nodo excede el límite
Viga	PD 3-4	N1	Falla por corte. Acero de refuerzo insuficiente
Viga	PD 10-11	N1	Falla por corte. Acero de refuerzo insuficiente
Viga	P2 B-C	N1	Falla por corte. Acero de refuerzo insuficiente
Viga	P3 C-D	N1	Falla por corte. Acero de refuerzo insuficiente
Viga	P4 C-D	N1	Falla por corte. Acero de refuerzo insuficiente
Columna	4B	PB	Falla por capacidad. Corte en el nodo excede el límite
Viga	P5 C-D	N1-2	Falla por corte. Acero de refuerzo insuficiente
Viga	P5 A-B	N1	Falla por corte. Acero de refuerzo insuficiente
Volado	P5	Techo	Falla por falta de acero de refuerzo
Viga	P6 C-D	N1-2	Falla por corte. Acero longitudinal insuficiente
Viga	P6 C-D	Techo	Falla por corte. Acero longitudinal insuficiente
Viga	P6 A-B	N1	Falla por corte. Acero de refuerzo insuficiente
Volado	P6	Techo	Falla por falta de acero de refuerzo
Viga	P7 C-D	N1-2	Falla por corte. Acero longitudinal insuficiente
Viga	P7 C-D	Techo	Falla por corte. Acero longitudinal insuficiente
Columna	C7	PB	Falla por capacidad. Corte en el nodo excede el límite
Viga	P8 C-D	N1-2	Falla por corte. Acero longitudinal insuficiente
Viga	P8 C-D	Techo	Falla por corte. Acero longitudinal insuficiente
Viga	P8 B-C	N1	Falla por corte. Acero de refuerzo insuficiente
Viga	P8 A-B	N1	Falla por corte. Acero de refuerzo insuficiente

Fuente: Autor (2022)

Tabla 13. Fallas en elementos estructurales. Diseño por capacidad. Cont.

Volado	P8	Techo	Falla por falta de acero de refuerzo
Viga	P9 C-D	N1-2	Falla por corte. Acero longitudinal insuficiente
Viga	P9 B-C	N1	Falla por corte. Acero de refuerzo insuficiente
Viga	P9 A-B	N1	Falla por corte. Acero de refuerzo insuficiente
Volado	P9	Techo	Falla por falta de acero de refuerzo
Viga	P10 C-D	N1	Falla por corte. Acero de refuerzo insuficiente
Columna	10B	PB	Falla por capacidad. Corte en el nodo excede el límite
Viga	P11 C-D	N1	Falla por corte. Acero de refuerzo insuficiente
Viga	P12 B-C	N1	Falla por corte. Acero de refuerzo insuficiente

Fuente: Autor (2022).

Seguidamente se resumió la información de la tabla anterior a través de gráficos donde se refleja el total de elementos analizados, número de elementos que están fallando y el porcentaje que refleja esa cantidad, para las columnas, vigas y los volados detallados en el modelo 3D mostrado anteriormente.

Este método nos permitió sustituir la estructura real no lineal por un sistema equivalente no lineal modal, representándola con sus propiedades modales efectivas. A continuación se muestran los resultados de dicho análisis y el diagnóstico final del comportamiento de la estructura, para así de esta manera proponer las mejores soluciones para mantener la estabilidad estructural de la edificación.

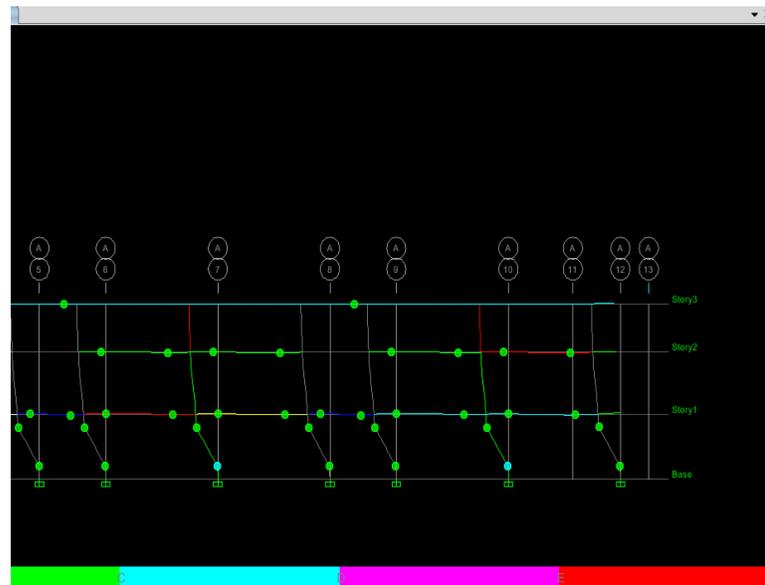


Figura 33. Rótulas plásticas generadas en vigas y columnas en sentido "X".
Fuente: ETABS 2016.

En la figura 33, se muestran de qué manera se generaron rótulas plásticas en la estructura, cada color representa el nivel de servicio en el cual se comportaría la edificación en el momento de un evento sísmico. De los cuales se explican a continuación:

- Negro: Nivel A - Totalmente operacional.
- Verde: Nivel B - Operacional.
- Azul: Nivel C - Seguridad.
- Fuxia: Nivel D - Pre-colapso.
- Rojo: Nivel E - Colapso.

Nivel A - Totalmente operacional: Nivel de desempeño en el cual no ocurren daños. Las consecuencias sobre los usuarios de las instalaciones son despreciables. La edificación permanece totalmente segura para sus ocupantes.

Nivel B - Operacional: Nivel de desempeño en el cual ocurren daños moderados en elementos no estructurales y en el contenido de la edificación, e incluso algunos daños en elementos estructurales. En general se requieren algunas reparaciones menores.

Nivel C - Seguridad: Nivel de desempeño en el cual ocurren daños moderados en elementos estructurales, no estructurales y en el contenido de la edificación. Degradación de la rigidez lateral y la capacidad resistente del sistema. La estructura requerirá reparaciones importantes.

Nivel D - Pre-colapso: Nivel de desempeño en el cual la degradación de la rigidez lateral y la capacidad resistente del sistema compromete la estabilidad de la estructura aproximándose al colapso estructural.

Nivel E - Colapso: Nivel de desempeño en el cual la estabilidad de la estructura queda comprometida por completo generándose colapso en sus principales elementos estructurales.

Finalmente se muestran los resultados del análisis no lineal (Pushover) en el módulo de aulas de la Universidad de Oriente Extensión Cantaura modelada en el sistema anterior. A través de los resultados mostrados a continuación se pudo detallar en cuales elementos estructurales se generan rótulas plásticas y así comprobar el comportamiento de la estructura y tomar en base al diagnóstico las mejores soluciones para evitar que la estabilidad estructural se vea comprometida a sufrir más daños en el tiempo.



Figura 34. Curva de capacidad Push X.
Fuente: ETABS 2016

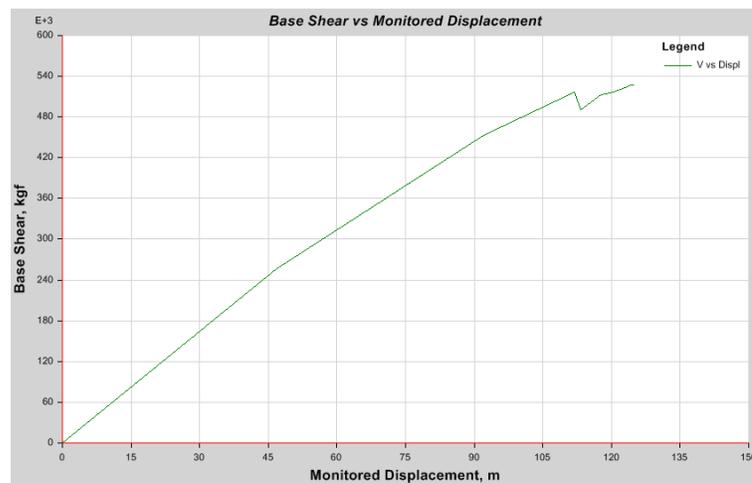


Figura 35. Curva de capacidad Push Y.
Fuente: ETABS 2016

En base a los resultados anteriormente mostrados se concluyó que la estructura va a fallar para un sismo frecuente, creando un mecanismo de colapso global en la dirección X.

4.10. Planos de ingeniería de detalle

Dando continuidad a los objetivos planteados en el proyecto, los planos de ingeniería muestran los detalles generales del proyecto, toda la información necesaria para su ejecución, los cuales se muestran en los anexos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El estudio de las normas venezolanas, permitió calcular los sistemas de red con criterios de diseño bien definidos, además de ser una guía útil en la elaboración de los modelos, ya que establece las pautas a seguir para obtener los mejores resultados.

- Según lo especificado en la COVENIN 159:1997 se estableció una frecuencia de operación del sistema es de 60 Hz., estando comprendida entre $\pm 2\%$ de la frecuencia nominal bajo condiciones normales de funcionamiento del sistema.

- El sistema de puesta a tierra será de acuerdo a las recomendaciones y lineamientos de la sección 250 del C.E.N.-2004, los neutros de los sistemas de potencia de los equipos a instalarse en todo el urbanismo, serán conectados a tierra de la manera siguiente, puesta a tierra sólida: Sistema de 208Y/120 V, 3F, 4H y 120/240 V, 2F, 3H

- El sistema de acueducto fue calculado para abastecer a una población de 512 habitantes y está diseñado para transportar un caudal máximo horario de 48 l/s

- La red de aguas blanca está conformada por una tubería principal y ramales secundarios, que están conectadas por válvulas de compuertas. Y así poder mantener en funcionamiento gran parte de la red ante cualquier eventualidad.

- Para el sistema de distribución de agua potable del complejo se utilizó bombeo contra la red debido a las extensas longitudes de tuberías.

- El modelo de la bomba utilizada para el sistema de acueducto es una Franklin Electric SP16001-1 de 30 caballos de fuerza.

- Los resultados de las simulaciones dieron dentro del rango de presiones recomendadas

- La red de recolección de aguas servidas diseñada está integrada por tuberías de PVC, con 22 tramos y 23 Bocas de Visita.

- El gasto unitario de diseño de aguas servidas, el cual incluye gasto domiciliario, institucional y de infiltración dio como resultado en el nodo final un total de 79,874 l/s.

- Se mantuvo en consideración la profundidad mínima de 1,35m. en los colectores de aguas servidas de acuerdo a lo establecido en las normas

- Se escogió bocas de visitas tipo la, debido a las profundidades del colector, estas permiten profundidades en el rango de 1,15m a 5 m con respecto a la rasante del colector más profundo
- En el diseño de la red de cloacas para este proyecto se adoptó un sistema separa el cual recolecta únicamente aguas negras (sin incluir aguas de lluvia).
- La velocidad de flujo se encuentran comprendidas entre 0,60 m/s y 0,94 m/s, el cual se encuentran entre el rango establecido por las norma que dependerá del tipo de material a utilizar. La tubería de PVC permite una velocidad mínima de 0,60 m/s y una velocidad máxima de 4,5 m/s.
- En la simulación con el software SewerCAD arrojó como resultado las velocidades reales de cada colector, y fueron comparadas con métodos convencionales. Debido que en Venezuela se toma en cuenta la velocidad del colector a sección plena.
- Se analizó la capacidad de la estructura a partir de los requisitos de la Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 1618-98, FONDONORMA 1753-06, COVENIN 1756-98 Rev. 2001, y American Concrete Institute 318-14. Para este procedimiento se usó el programa para análisis estructural ETABS 2016, en el cual se realizó el modelado de uno de los módulos de la edificación con el fin de

verificar y concretar su comportamiento según sus dimensiones y especificaciones de cada uno de sus elementos en los planos originales.

- El uso del software Autocad 2016 permitió realizar los diseños basados según las normas planteadas en cada uno de los objetivos, igualmente proporcionó facilidades de manejo de la información para los cálculos necesarios de los sistemas sanitarios y estructurales del urbanismo El Palomar.

5.2. Recomendaciones

- El uso de los softwares de computación porque dan como desarrollo, un ahorro considerable de tiempo sobre todo que el proyecto elaborado se constituya en la solución más ventajosa del caso en estudio.
- Realizar campañas de concientización para evitar el mal uso del vital líquido.
- Evitar la incorporación de aguas de lluvias o tomas clandestinas al sistema ya que esto podría ocasionar colapso del mismo

- Mantener un constante chequeo de las pendientes al momento de colocación de las tuberías, si una pendiente se altera puede ocasionar futuros colapsos en las tuberías.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Andrade, C. y Ortiz, M. (2006). *Diseño del Sistema de abastecimiento y Red Matriz de agua potable de los Sectores: Barrio Polar – Hueco Dulce, El Eneal I y II, El Mirador, La Islita y La Ceibita. Ubicados en el Municipio Simón Bolívar. Barcelona Estado Anzoátegui. Trabajo de Grado. Departamento de Ingeniería Civil. Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Universidad de Oriente. Barcelona Estado Anzoátegui.*

Arocha, Simón (1977). *Abastecimiento de Agua. Teoría y Diseño*. Primera Edición. Ediciones Vega s.r.l. Caracas, Venezuela

Arocha, Simón (1980). *Abastecimiento de Agua. Teoría y Diseño*. Ediciones Vega S.r.l. Caracas, Venezuela.

Arocha, Simón (1983). *Cloacas y Drenaje*. Primera edición. Edición Vega S.r.l. Caracas, Venezuela

Arocha, Simón (1993). *Abastecimiento de agua*. Segunda edición. Ediciones vega. Caracas, Venezuela.

Beltrán, Luis (2002). *Metodología para Diseñar y Evaluar Redes las de Distribución de Agua potable (Acueducto)*. Edición Ameco. Puerto la Cruz, Venezuela.

Gómez, Guillen, Jáuregui y López (1997). *Cartilla de Urbanismo*. Primera Edición. Ediciones Betanzos. Caracas, Venezuela.

Hernández, Leobibet y Villarroel, Marisela (2009). *Diseño de un Sistema de Aguas Servidas de la zona de Vidoño y Putucual ubicada entre las progresivas 1+500 y 3+159,65 SUR-OESTE en los Municipios Bolívar y Sotillo del Estado Anzoátegui*. Trabajo de Grado. Departamento de Ingeniería Civil. Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Universidad de Oriente. Barcelona Estado Anzoátegui.

Instituto Nacional de Obras Sanitarias (I.N.O.S) (1965). “*Normas para el Diseño de los Abastecimiento de Agua*” Caracas.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables y del Desarrollo Urbano (M.A.R.N.R) (1999), (M.I.N.D.U.R), “*Normas generales para el proyecto de alcantarillados*”, Caracas, Venezuela

Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (M.S.A.S) (1989). “*Normas Sanitarias para el proyecto, Construcción, Ampliación, Reforma y Mantenimiento de las Instalaciones Sanitarias para el desarrollo Urbanísticos*”, Instituto Nacional de Obras Sanitarias, Gaceta Oficial de la República Bolivariana. N° 4103

Mijares, Gustavo (1983). *Abastecimientos de aguas y alcantarillados*. Tercera edición. Ediciones vega. Caracas, Venezuela.

Niño, Fabio (2010). *Evaluación del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Municipio Península de Macanao, Estado Nueva Esparta*. Trabajo de Grado. Departamento de Ingeniería Civil. Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Universidad de Oriente. Barcelona Estado Anzoátegui.

- López, Ricardo (2003). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados*. Segunda Edición 2004. Escuela de Ingeniería. Bogotá, Colombia.
- Romero, Christian. (2010). *Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para la Comunidad de Caicara de Barcelona, Municipio Bolívar, Estado Anzoátegui, Utilizando el Software WaterCad*. Trabajo de Grado. Departamento de Ingeniería Civil. Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Universidad de Oriente. Barcelona Estado Anzoátegui
- Villarroel, Pedro. (2010). *Diseño de Abastecimiento de Agua Potable en el Parcelamiento Residencial La Cascada, vía San Diego, Municipio Sotillo del Estado Anzoátegui*. Trabajo de Grado. Departamento de Ingeniería Civil. Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Universidad de Oriente. Barcelona Estado Anzoátegui.

HOJA DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	ELABORACIÓN DE PROYECTO URBANÍSTICO EL PALOMAR EN MUNICIPIO SAN JOSÉ DE GUANIPA, ESTADO ANZOÁTEGUI
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Weki Rojas, Carlos Alberto	CVLAC	20.447.407
	e-mail	carloswekio@ gmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

acueducto
aguas potable
servidas
PVC
gastos

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Civil

Resumen (abstract):

Resumen

El proyecto urbanístico llamado El Palomar está ubicado en el municipio San José De Guanipa, Estado Anzoátegui, posee una superficie de 25 hectáreas. Se proyectó para enfrentar el déficit habitacional que se encuentra en la zona, en el cual, fue necesario el diseño de los servicios básicos según las normativas vigentes, siendo los sistemas de acueducto y de recolección de aguas servidas las principales, también se determinó el sistema eléctrico bajo los lineamientos plasmados en el Código Eléctrico Nacional. En el trazado del acueducto y red de aguas servidas fue calculado para una población estimada, bajo los criterios de la gaceta oficial N° 4.044 donde podrá transportar un caudal máximo horario de 48 l/s y para el cálculo gastos de proyecto del sistema de aguas servidas se siguieron las pautas establecidas en las I.N.O.S y la gaceta N° 5.318 conformada por 22 tramos y 23 Bocas de Visita debidamente ordenadas, igualmente para el funcionamiento del sistema de aguas servidas implicó un gasto domiciliario, institucional y de infiltración en el nodo final un total de 79,874 l/s, todo esto se canalizo a través de una distribución de colectores conectados por bocas de visita tipo I-A. La descarga de aguas servidas se realizara en una planta de tratamiento proyectada a futuro; en mismo orden de idea, se elaboraron planos de ingeniería y de detalle usando AutoCAD 2016

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail										
Msc. Rondón, Elys	ROL	CA		AS	X	TU		JU			
	CVLAC	8.440.241									
	e-mail	elysrondon@hotmail.com									
	e-mail										
Ing°. Gonzalez, Anabel	ROL	CA		AS		TU		JU	X		
	CVLAC	16.573.233									
	e-mail	gonzalez85anabel@gmail.com									
	e-mail										
Msc. Rojas Laurimar	ROL	CA		AS		TU		JU	X		
	CVLAC	15.563.371									
	e-mail	rojaslaurimar@gmail.com									
	e-mail										

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2022	07	29

Lenguaje: SPA

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
PG-TesisCarlos.WORD	Application/word

Alcance:**Espacial:** UNIVERSAL**Temporal:** INTEMPORAL**Título o Grado asociado con el trabajo:**

Ingeniero Civil

Nivel Asociado con el Trabajo:

Pregrado

Área de Estudio:

Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui, Extensión Cantaura

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITARIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

Juan A. Bolanos Cunele

JUAN A. BOLANOS CUNELE
Secretario

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *Martínez*
FECHA *5/8/09* HORA *5:30*

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SECRETARIA
CONSEJO UNIVERSITARIO

C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/marija

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): “Los trabajos de grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Concejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Concejo Universitario, para su autorización”.

Weki. R, Carlos A.
AUTOR

Prof. Elys Rondón
TUTOR