



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado  
de Bello Horizonte, distrito Laredo, provincia Trujillo, La Libertad

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Jaime Lopez, Redulfo ([orcid.org/0000-0002-3247-162X](https://orcid.org/0000-0002-3247-162X))

Mendez Angulo, Juan Eduardo ([orcid.org/0000-0001-5421-087X](https://orcid.org/0000-0001-5421-087X))

**ASESOR:**

Dr. Gutierrez Vargas, Leopoldo Marcos ([orcid.org/0000-0003-2630-6190](https://orcid.org/0000-0003-2630-6190))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**TRUJILLO – PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

A Dios por otorgarme vida, salud y guiar mis pasos por el camino del bien, fortaleciendo mi fe y esperanza para seguir luchando por mis objetivos y por ser mi soporte todos los días de mi vida.

A mi hijo Yeicob André, mi padre y hermanos, quienes con su apoyo y consejos me motivaron en el recorrido de mi formación profesional con el ideal de ver realizado una de mis metas mediante el presente trabajo.

**Redulfo Jaime López**

A mis hijos, Danisa, Ían, Jaziel y Thiago quienes son mi gran inspiración y con su alegría han motivado para continuar con mis estudios, lo cual ha sido de gran importancia para la realización del presente trabajo.

**Juan Eduardo Méndez Angulo**

## **Agradecimiento**

Primero dar gracias a Dios por la Vida, la salud y hacer posible el cumplimiento de uno de mis objetivos.

A mi familia por su apoyo incondicional, quienes con su aliento y motivación me enseñaron a no rendirme y luchar por las metas. A los docentes, quienes inculcaron, a su vez compartieron sus conocimientos y experiencias a fin de hacer posible la realización del presente trabajo.

### **Redulfo Jaime López**

A mis padres, por ser mi apoyo incondicional y encaminar de manera correcta el rumbo de mi vida, por haberme inculcado principios y valores sólidos que rigen mi conducta en mi vida diaria y profesional.

A Dios infinitamente por brindarme la vida, haberme dado una gran familia e iluminar cada día mi vida con rectitud y ética.

**Juan Eduardo Méndez Angulo**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, GUTIERREZ VARGAS LEOPOLDO MARCOS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD", cuyos autores son JAIME LOPEZ REDULFO, MENDEZ ANGULO JUAN EDUARDO, constato que la investigación cumple con el índice de similitud de 11.00% establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 26 de Diciembre del 2020

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
GUTIERREZ VARGAS LEOPOLDO MARCOS <b>DNI:</b> 17816499 <b>ORCID</b> 0000-0003-2630-6190	Firmado digitalmente por: LGUTIERREZV el 28-12- 2020 13:29:02

Código documento Trilce: TRI - 0098973



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, JAIME LOPEZ REDULFO, MENDEZ ANGULO JUAN EDUARDO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE, DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
JAIME LOPEZ REDULFO <b>DNI:</b> 43815865 <b>ORCID</b> 0000-0002-3247-162X	Firmado digitalmente por: R_JAIME el 06-09-2021 21:09:26
MENDEZ ANGULO JUAN EDUARDO <b>DNI:</b> 41588712 <b>ORCID</b> 0000-0001-5421-087X	Firmado digitalmente por: JEMENDEZM el 06-09-2021 21:01:38

Código documento Trilce: INV - 0328097

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	iv
Declaratoria de Originalidad de los Autores .....	v
Resumen .....	x
Abstract .....	xii
I.INTRODUCCIÓN: .....	14
II. MARCO TEÓRICO. ....	19
III.METODOLOGÍA .....	29
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	29
3.2 Variables y operacionalización: .....	29
3.2.1 Variable: .....	29
3.2.2Operacionalización (dimensiones):.....	29
3.3 Población y Muestra .....	30
3.3.1 Población:.....	30
3.3.2Muestra:.....	30
3.4 Instrumentos y técnicas para recolectar datos e información necesaria .....	30
3.4.1 Instrumentos y técnicas para recolectar datos (Cuantitativo) .....	30
3.4.2Equipos y métodos para recolectar información (Cualitativa):.....	31
3.4.3Validez y Confiabilidad: .....	31
3.5 . Procedimientos: .....	31
3.6 . Método de análisis de datos: .....	31
3.7 Aspectos éticos:.....	32
IV. RESULTADOS .....	32
4.1 Estudio de topografía.....	32
4.1.1 Generalidades: .....	33
4.1.2Análisis de resultados:.....	33
4.2 Investigación en mecánica de suelos: .....	34
4.2.1 Generalidades: .....	34
4.2.2Características del proyecto: .....	34

4.2.3	Parámetros y Análisis sismorresistentes: .....	36
4.2.4	Análisis .....	36
4.3	Estudio-calidad del agua.....	37
4.4	Diseño del sistema de agua potable.....	39
4.4.1	Generalidades .....	39
4.4.2	Captación: .....	46
4.5	Diseño de la captación:.....	46
4.5.1	Determinación del ancho de pantalla: .....	46
4.5.2	Criterios, de diseño:.....	50
4.5.3	Trazado de, la línea conductora: .....	51
4.6	Reservorio de almacenamiento: .....	54
4.6.1	Consideraciones, Básicas: .....	54
4.6.2	Determinación – capacidad del reservorio: .....	54
4.6.3	Cálculo, del volumen del reservorio.....	54
4.6.4	Diseño, estructural, del reservorio: .....	55
4.7	Red de distribución y su diseño: .....	68
4.7.1	Consideraciones Básicas para el diseño: .....	68
4.7.2	Caudal de Diseño: .....	69
4.7.3	Método de la longitud unitaria:.....	69
4.8	Diseño del sistema de alcantarillado. ....	79
4.9	Tratamiento de agua con residuos: .....	89
4.9.1	Desarenadores: .....	89
4.9.2	Tanque Imhoff: .....	90
V.	DISCUSIONES: .....	101
VI.	CONCLUSIONES:.....	105
VII.	RECOMENDACIONES: .....	107
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	109

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.- Puntos Topográficos</b> .....	33
<b>Tabla 2.- Resumen de Granulometría</b> .....	35
<b>Tabla 3.- Resumen del Contenido de Humedad</b> .....	36
<b>Tabla 4.- Capacidad Portante</b> .....	36
<b>Tabla 5.- Periodo de Diseño</b> .....	40
<b>Tabla 6.- Densidad Poblacional</b> .....	40
<b>Tabla 7.- Método Aritmético</b> .....	41
<b>Tabla 8.- Método Geométrico (Periodo de Saturación)</b> .....	41
<b>Tabla 9.- Método de Interés Simple</b> .....	42
<b>Tabla 10.- Población Futura</b> .....	43
<b>Tabla 11.- Caudal de Captación</b> .....	45
<b>Tabla 12.- Trazado de Línea Conductora</b> .....	52
<b>Tabla 13.- Verificación del Tramo Total</b> .....	52
<b>Tabla 14.- Presiones en Puntos de la Línea de Agua Potable</b> .....	53
<b>Tabla 15.- Dimensiones del Reservorio</b> .....	54
<b>Tabla 16.- Metrado de Cargas</b> .....	57
<b>Tabla 17.- Metrado del Embalse (Reservorio)</b> .....	59
<b>Tabla 18.- Momentos Flectores</b> .....	60
<b>Tabla 19.- Fuerzas Cortantes</b> .....	61
<b>Tabla 20.- Determinación de Acero</b> .....	61
<b>Tabla 21.- Tracciones</b> .....	65
<b>Tabla 22.- Valores de Cortantes y Momentos</b> .....	67
<b>Tabla 23.- Diseño de Cimentación y Cálculo de Acero</b> .....	67
<b>Tabla 24.- Presiones de Tubería de Red de Dstribución</b> .....	70
<b>Tabla 25.- Velocidades en Tramos del Sistema de Distribución</b> .....	75
<b>Tabla 26.- Cálculo Hidráulico de Redes de Alcantarillado</b> .....	82
<b>Tabla 27.- Verificaciones</b> .....	86
<b>Tabla 28.- Coeficiente de Manning</b> .....	87
<b>Tabla 29.- Diseño del Tanque Imhoff</b> .....	91
<b>Tabla 30.- Diseño de Sedimentador</b> .....	92
<b>Tabla 31.- Digestor</b> .....	93
<b>Tabla 32.- Lodos</b> .....	93
<b>Tabla 33.- Tiempo de Descomposición de Materia Orgánica</b> .....	98
<b>Tabla 34.- Separación de Buzones según Diámetro de Tubería</b> .....	99



## Índice de figuras

<b>Figura 1.- Análisis Microbiológico .....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 2.- Distribución de Orificios .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 3.- Alto de Cámara.....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 4.- Dimensión de la Canastilla.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 5.- Detalle del Área del Orificio .....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 6.- Línea Conductora.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 7.- Perfil de la Línea Gradiente.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 8.- Espesor de la Pared .....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 9.- Espesor de Losa de Techo.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 10.- Esfuerzos a Tracción y Comprensión.....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 11.- Valor de Predimensionamiento .....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 12.- Embalse de Reservorio .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 13.- Diagramas de Momentos .....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 14.- Diagrama de Cortantes .....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 15.- Momento de Volteo .....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 16.- Reservorio Lleno .....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 17.- Diagrama - Momentos.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 18.- Diagrama de Momentos y Cortantes .....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 19.- División en Anillos .....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 20.- Distribución de Fierro .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 21.- Diagrama de Momento en Losa .....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 22.- Diagrama de Cortantes y Momentos .....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 23.- Diseño de Cúpula.....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 24.- Sistema de Distribución de Agua Potable .....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 25.- Altura de Reservorio .....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 26.- Diseño de Sistema de Tuberías de Distribución .....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 27.- Plano de Velocidades y Presiones.....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 28.- Plano de Velocidades y Presiones.....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 29.- Gradiente del Sistema de Distribución .....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 30.- Gradiente del Sistema de Distribución .....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 31.- Gradiente del Sistema de Distribución .....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 32.- Diseño del Tanque Imhoff.....</b>	<b>94</b>
<b>Figura 33.- Tubería de Recolección .....</b>	<b>95</b>
<b>Figura 34.- Empaque.....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 35.- Distribución de Buzones en el Sistema Colector de Alcantarillado .....</b>	<b>100</b>

## Resumen

Este trabajo de investigación se desarrolló en el C.P. Bello Horizonte, ubicado en el distrito de Laredo, provincia de Trujillo, La Libertad, debido a la falta de un suministro confiable de agua potable en la zona y ausencia de un sistema sanitario adecuado que hace difícil que los pobladores tengan un estilo de vida saludable y tampoco propaga la conservación del medio ambiente, los pobladores vierten sus aguas servidas a las acequias próximas a la zona de intervención y estas conducen las aguas al río o canales más grandes que posteriormente los pobladores usan para realizar sus actividades agrícolas tanto para su consumo y venta.

Se construyeron sistemas de agua potable y alcantarillado con el objetivo de garantizar el abastecimiento de agua hacia el C.P. Bello Horizonte y disminuir la contaminación ocasionada por las aguas servidas de los vecinos, para propósitos de diseño se tomaron en consideración los 303 lotes que conforman el C.P. Bello Horizonte, considerándose para cada lote una densidad de 5.5 personas por vivienda.

Establecimiento de los sistemas de control altimétrico y planimétrico, que están vinculados a las coordenadas Absolutas con la Carta del Instituto Geográfico Nacional (IGN), coincidieron con los levantamientos topográficos previstos para las líneas conductoras, sistema de distribución de agua bebible y el área de infraestructura por las obras previstas. Se asumirá un diámetro interior de 69,30 mm y un diámetro nominal de 75 mm en la tubería principal en el sistema de agua. De acuerdo al diseño hidráulico en la línea de distribución en la localidad de Bello Horizonte se utilizará tubería PVC clase 7.5 de 75 mm de diámetro nominal. Evidenciaremos la distribución de las presiones y velocidades en los planos hidráulicos AG-04 que se adjuntaran en los anexos.

Para realizar un adecuado almacenamiento de aguas residuales para su posterior tratamiento, se consideró para el sistema de saneamiento un tanque Imhoff con arrastre hidráulico a fin de tratarlas adecuadamente evitando la propagación de enfermedades.

Sin embargo, con el fin de determinar la capacidad portante del suelo, realizamos los estudios de mecánica de suelos pertinentes al presente trabajo. Obtuvimos los siguientes resultados: carga admisible para zapatas cuadradas de  $1,4 \text{ kg/cm}^2$ , carga admisible para cimentaciones corridas de  $1,2 \text{ kg/cm}^2$ , un ángulo de fricción  $17,8^\circ$ , peso específico del suelo de  $1,42 \text{ kg/cm}^3$ , una cota de cimentación de  $0,80\text{m}$  y un coeficiente de cohesión de  $0,22 \text{ kg/cm}^2$ , los cuales usamos para diseñar las estructuras en este trabajo.

Palabras clave: Diseño, sistema, agua potable y alcantarillado.

## **Abstract**

This research work was carried out in order to design the drinking water and sewerage systems for the Centro Poblado Bello Horizonte, located in the district of Laredo, province of Trujillo, in the department of La Libertad; which was developed because there is no continuous supply of drinking water in the place and it has an inadequate sanitation system that does not allow to contribute to a healthy lifestyle of the inhabitants and also does not contribute to the conservation of the environment. that wastewater is discharged into the river or ditches near the town center that join the channels that lead the water to irrigate their crops, which are later consumed.

The sanitation system (drinking water and sewerage) was carried out in order to cover the deficit of water supply that exists in the town of Bello Horizonte and mitigate the contamination generated by the sewage of the residents, for the design it was considered a total of 303 lots in the populated center. Work was done in this sector to contribute through better management of drinking water, for this the design of the 303 lots was considered and for each lot a density of 5.5 inhabitants per dwelling was considered.

The topographic surveys planned for the conduction lines, drinking water distribution networks and the infrastructure area for the planned works were carried out, with the corresponding establishment of the altimetric and planimetric control systems, which are linked to the system of absolute coordinates with the Charter of the National Geographic Institute (IGN). For water networks, a nominal diameter of 75 mm and internal diameter of 103.60 mm will be assumed. It will be used in the distribution line in the locality BELLO HORIZONTE of PVC class 7.5 with a nominal diameter of 75 mm and in the main pipe a nominal diameter of 75 mm will also be used, according to the hydraulic design. The distribution of pressures and speeds is observed in the hydraulic drawings AG-04 attached in the annexes.

For the design of the pipe network, it was taken as if it were a water network for distribution from an existing reservoir to the homes.

Regarding the sanitation system, an Imhoff tank with hydraulic drag was considered for the treatment of wastewater in order to carry out an adequate storage and treatment of wastewater.

On the other hand, the soil mechanics studies pertinent to this work were carried out in order to know the bearing capacity of the land, obtaining the following results: admissible load for square footings of 1.4 kg / cm<sup>2</sup>, admissible load for continuous foundations of 1.2 kg / cm<sup>2</sup>, a friction angle of 17.8°, specific weight of the soil of 1.42 kg / cm<sup>2</sup>, a foundation height of 0.80 m and a coefficient of cohesion of 0.22 kg / cm<sup>2</sup>, the same that were essential to determine the design of the structures to be considered in the present investigation.

Keywords: Design, system, potable water and sewerage.

## **I. INTRODUCCIÓN:**

Según el Informe de las Naciones Unidas respecto al acceso hacia los Recursos Hídricos 2019, se menciona que en América Latina gran parte de la comunidad no tiene un abastecimiento correcto de agua potable, de igual modo gran parte de esta población no poseen un sistema de saneamiento adecuado para la evacuación de las heces. Al respecto, la gran mayoría de la población que tiene deficiencia para acceder a estos servicios básicos de saneamiento se localizan en los alrededores de las ciudades, siendo casi en su totalidad gente de extrema pobreza.

Las investigaciones de 2019 citadas por la OMS y UNICEF con respecto al agua potable incluyen: en contraste, 844 millones de seres humanos tienen dificultad para acceder al sistema de agua bebibible adecuada, esto deja a 2100 millones de humanos (29 % de la población del mundo) con un suministro escaso para los humanos a nivel mundial y están expuestos a padecer la escasez de una fuente confiable de agua para la salud, gran cantidad de estos pobladores están concentrados zonas rurales. Por otro lado, 2,300,000,000 de seres humanos no tienen acceso a servicios básicos de saneamiento, y 892 millones de ellos continúan defecando al aire libre.

Según el Censo Nacional del 2017, practicado por el INE, indica que la población está dividida en dos macro grupos: la urbana y rural, siendo la proporción de la cantidad de habitantes de la población urbana con respecto a la rural de 3.83 a 1. Con respecto al abastecimiento de agua por viviendas particulares ocupadas a nivel nacional, se aprecia que el 21.7% de las viviendas no tienen un adecuado servicio básico de agua. A su vez, considerando que una vivienda tiene déficit en el acceso a la red pública domiciliaria cuando tiene que recolectar agua mediante camión, cisterna, río, acequia, manantial, puquio, lago, laguna y otros. En ese sentido, el 9.7% de viviendas del total tienen déficit para acceder a este recurso de manera satisfactoria.

Por otro lado, la eliminación de las excretas por tipo de vivienda ocupada, está determinado que el 33.4% de hogares carecen de servicios esenciales hacia la red pública. A su vez, el 4.0% de las viviendas lo hacen a través del tanque

séptico, pozo séptico o biodigestor; mientras que el 5.6% de las viviendas lo hacen por medio de letrinas (con tratamiento), mientras el 17% de las viviendas lo hacen mediante pozo ciego o negro, y el 6.7% de las viviendas no tiene ningún tipo de servicio para eliminar sus excretas, realizando estos últimos sus necesidades básicas en los ríos, a campo abierto, al aire libre y en las acequias.

En el Departamento de La Libertad con respecto al agua (viviendas ocupadas): el 3% (13,149) lo hacen a través del pilón de uso público, a su vez el 7.6% (33,793) lo hacen por pozos subterráneos y finalmente el 7.3% (32,311) se considera que tiene déficit para acceder al agua. Con respecto al alcantarillado (viviendas ocupadas): el 3.6% (15,861) lo hacen a través de letrinas (con tratamiento), el 2.6% (11,281) lo hacen mediante pozos sépticos, tanques sépticos o biodigestores; el 20.5% (90,768) lo hacen en pozos negros o ciegos, y finalmente el 6.3% (27,792) no tienen donde eliminar las excretas.

De acuerdo a lo mencionado por la OMS, una persona consume en promedio 100 litros de agua, siendo esta cantidad necesaria para cumplir con sus necesidades básicas, como es la higiene y su consumo personal, ya sea para ingerirla o preparar sus alimentos. Sin embargo, la población rural es carente de este recurso hídrico, debido a que son personas económicamente pobres y que su situación es de pobreza o pobreza extrema. Así mismo, el agua potable destinada al consumo humano que va por la red de distribución, no debe tener una distancia mayor a un kilómetro hasta el lugar donde se utilizará.

Hoy en día, existen limitantes para que la población vulnerable pueda acceder al servicio básico de saneamiento, siendo una gran preocupación central que afecta a la población rural, ya que estos en su gran mayoría no cuentan con dichos servicios básicos. Por tal motivo, es necesario comprender que existen gran cantidad de centros poblacionales con menos de 2,000 habitantes, siendo esta dispersión y dificultad geográfica la causa de no poder llevar estos servicios básicos, ya que se requiere más infraestructura para poder lograrlo.

Iván Larráuri, expresidente de la Junta Directiva de SUNASS, afirmó en 2018 que se requiere una solución multisectorial para atender de manera integral el tema del saneamiento rural en el país, que pasa por brindar un adecuado y

práctico servicio de alcantarillado y agua potable a la población rural. Importante recordar que el agua bebible y alcantarillado es un derecho fundamental de las personas, ya que estos servicios son necesarios para crear un ambiente sano que apoye la integridad de la población.

En ese sentido, consideramos que el agua bebible es vital para la sobrevivencia de los seres humanos teniendo en cuenta que es un bien público ante el cual las personas deben tener acceso a este recurso sin distinción alguna. En ese contexto, la Constitución en el artículo 7-A sostiene que: “La nación reconoce el derecho de toda persona y que estas deben tener acceso de manera universal y progresiva al agua y que además está garantice el consumo humano y se prioriza por sobre cualquier otro uso”.

Con respecto a lo antes mencionado, evidenciamos que muchas personas en nuestra nación no cuentan con acceso hacia las necesidades esenciales para la vida de cada ciudadano, y quienes lo hacen reflejan que estos servicios son insuficientes, las redes han colapsado y se están deteriorando hasta el punto en que están saturadas y en mal estado.

En ese contexto, es alarmante que en pleno siglo XXI, no se haya logrado superar la brecha, lo que dificulta al menos abordar las necesidades sanitarias mínimas de toda la población afectando de esta manera a la población más vulnerable que no cuentan con recursos propios y que le impiden mejorar su calidad de vida, lo cual tiene un efecto perjudicial sobre la salud y bienestar de los ciudadanos, provocando o generando la ocurrencia de diferentes enfermedades que pueden ser diarreas agudas, desnutrición infantil, etc. siendo esta última una de las causas más graves que ocasionan la mortalidad en la niñez.

Así, nos planteamos la pregunta: ¿Cómo diseñamos las redes de agua bebible y alcantarillado para el C.P. Bello Horizonte, Laredo, Trujillo, La Libertad?

Según el Decreto Legislativo N°1280 del Artículo IV, que promueve la legislación sobre la administración y prestación de servicios fundamentales de salud, la política general de salud es la siguiente: "(...) cerrar la brecha de infraestructura, vivienda, construcción y saneamiento, y garantizar el adecuado



acceso a los servicios básicos, que son de suma importancia y prioridad tanto en zonas urbanas como rurales, con abundantes recursos; (...)"

Como resultado, este proyecto de investigación se justifica a través de las siguientes razones: técnicamente porque el objetivo de este estudio es aplicar los conocimientos básicos y fortalecer las normas establecidas por el MVCS, en particular las normas relativas a las redes de alcantarillado y agua potable.

La política nacional de salud pública debe ser administrada y seguida en estricto apego a la Ley N° 26842, según las normas del MINSA sobre calidad del agua para consumo.

Esta regla establece que las normas de salud en el país se aplican y se cumplen rigurosamente de acuerdo con la Ley N°26842, de acuerdo con las normas del MINSA respecto a calidad del agua.

- Ley de salud pública que ofrece soluciones alternativas para los ciudadanos del centro poblado Bello Horizonte que requieren estos servicios básicos, agua potable para consumo humano y disposición para la recolección de residuos, lo cual puede tener un impacto social positivo para esta comunidad. Para crear un mejor estilo y una mejor calidad de vida, preservando la vida, la salud y bienestar de los residentes de la zona, se deben adoptar buenos hábitos de higiene, proporcionando acceso a una vida adecuada, atención básica y enfermedades diarreicas agudas brindar apoyo y protección a los más vulnerables. Así mismo, se justifica ambientalmente ya que la investigación se realiza con el propósito de reducir la contaminación ambiental en la zona de intervención que generan los pobladores arrojando sus desechos y desperdicios de aguas servidas a las calles, además esto permitirá reducir que los pobladores sufran enfermedades generadas por la contaminación como enfermedades respiratorias, infecciones estomacales, diarreas, etc. Socialmente se justifica debido a que los pobladores del C.P. Bello Horizonte tendrán una mejor calidad de vida, a través de este proyecto buscamos un diseño integral óptimo correspondiente a la distribución de servicios básicos tanto de alcantarillado como de agua y así los pobladores ya no se vean en la necesidad de preocuparse por requerimiento de agua puesto que en la actualidad la mayoría compra agua en cisternas y los almacena en depósitos,

lo cual puede generar que enfermedades como el dengue se reproduzca y puedan sufrir esa enfermedad causada por el zancudo, así mismo se busca que los ciudadanos cuenten con el servicio básico de la red de alcantarillado, con el propósito que les sea útil para que puedan evacuar sus aguas residuales servidas y sus necesidades básicas, de tal manera que no se vean expuestos y afectados por enfermedades que puedan afectar y poner en riesgo su salud e integridad, puede ser causado por diarrea aguda (EDAS), poniendo en riesgo a la población beneficiaria y a los turistas.

La investigación se realizó a raíz de la exigencia de adoptar un plan exhaustivo para la implementación de redes de alcantarillado y agua bebible, que garantice la adecuada asistencia y uso razonable de estos servicios por parte de los pobladores, además incluyó la construcción de una instalación con tanques Imhoff para el tratamiento aguas residuales generadas por los vecinos, con el objetivo de reducir la propagación de enfermedades en el Centro Urbano Bello Horizonte.

Económicamente se justifica porque la investigación favorecerá significativamente a los pobladores en cuanto a la mejora de su economía ya que los servicios básicos que se brindaran mediante este proyecto serán de manera permanente durante las 24 horas lo que permitirá que los pobladores no gasten su dinero comprando cisternas de agua sino más bien paguen una determinada tarifa de acuerdo al uso del servicio que se les brindará, además se reducirá el índice de enfermedades provocadas por la contaminación y esto contribuirá que los habitantes no se perciban en la responsabilidad de adquirir medicamentos, lo mismo que generará ahorros para los vecinos. La hipótesis "Diseño del sistema de alcantarillado y agua bebible para el C. P. Bello Horizonte, Distrito -Laredo, Trujillo, La Libertad" está en acorde con la Norma Técnica de Edificaciones, OS.100.

El objetivo más relevante de esta investigación fue desarrollar y diseñar los sistemas de agua potable y alcantarillado para el C.P. Bello Horizonte, Laredo, Trujillo, La Libertad. Los objetivos específicos propuestos fueron: Evaluar los componentes de la infraestructura mediante la topografía y mecánica de suelos, evaluar la calidad del agua, además de la capacidad operacional de los

sistemas de agua potable y alcantarillado y determinar si los diseños de los sistemas de agua potable y alcantarillado son los óptimos para el C.P. Bello Horizonte a fin de mejorar la calidad de vida de la población.

## **II. MARCO TEÓRICO.**

Los antecedentes para el presente trabajo, son estudios anteriores que fueron diseñados y ejecutados en diferentes ciudades del mundo, así como en diversos lugares de nuestro país, estos antecedentes abarcan temas de igual similitud con el problema planteado las cuales nos sirven como base y apoyo para la aplicación de las diferentes teorías y procedimientos respecto a diseños de alcantarillado y agua potable para el C.P. Bello Horizonte, Laredo, Trujillo, La Libertad. Por otra parte, consideramos que la información recopilada servirá como referencia para el presente trabajo. En el ámbito internacional tenemos que:

Para Mena (2018, p. 181), en su investigación titulada: “Diseño del sistema de abastecimiento de agua bebibible hacia la Parroquia El Rosario del Cantón San Pedro de Pelileo, Provincia de Tungurahua”, el autor determinó la dispersión por gravedad, un área de diseño de 34.64 Ha, considerándose 20 años como tiempo de diseño, con una dotación de 125 lts/hab/día, el volumen del reservorio asignado para el presente trabajo fue 300 m<sup>3</sup>, realizándose una investigación de campo a fin de evaluar la situación actual del lugar y el tamaño de la población, luego se planteó realizar un trabajo topográfico, el cálculo y el periodo de diseño del proyecto. Así mismo, se diseñó la red de distribución el cual será mediante gravedad considerándose 20 años como periodo de diseño, teniendo en cuenta que para que un proyecto sea viable debe contener un plan estratégico ambiental a efectos de no ocasionar impactos ambientales negativos que afecten a la naturaleza. La distribución del agua se diseñó a partir de la salida del tanque distribuidor con una longitud de 4.03 kilómetros, además, se sectorizó el sistema con mallas de la red con la finalidad de que si existe un daño el resto del sistema pueda funcionar de manera normal.

Para Pérez, (2019, p. 65), en su estudio de tesis titulada: “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado para la urbanización Villa la Concha en el municipio de Ciudad Sandino, Managua” el autor plantea una

resolver el problema que aqueja a su localidad, como son los temas del alcantarillado y agua potable en los asentamientos humanos. Para esto realizó un estudio técnico a fin de diseñar los sistemas de alcantarillado y suministro de agua bebible en el sector “Villa La Concha, de la municipalidad del Sandino, Managua, Nicaragua”; con el objetivo de abastecer agua y suministrar el alcantarillado sanitario. El suministro de abastecimiento es a través de agua extraída del subsuelo, se tomó una muestra de un punto de las viviendas del Barrio La Isla realizando un análisis bacteriológico y Físicos – Químicos siendo los resultados satisfactorios. El trabajo consiguió las siguientes metas: realizar el estudio topográfico a fin de conocer las características de la zona de intervención, medir las presiones en la fuente de abastecimiento para determinar la posible conexión del sistema existente, y desarrollar el diseño tanto de alcantarillado y agua potable de acuerdo con las normas técnicas de nuestro país. La tarea se completó usando los siguientes métodos; comenzó con una investigación fundamental, como un levantamiento topográfico de dos partes y mediciones de presión en la fuente de suministro, el estudio geológico, el aforo del colector en el punto de acople y los diseños de la red de saneamiento. El estudio se realizó en dos partes, en la primera parte se evaluó las necesidades básicas sanitarias y en la segunda se desarrolló la disposición hidráulica de agua bebible y alcantarillado. El periodo de diseño previsto son 20 años y esperando que beneficie a 2,970 personas. La calidad del agua fue satisfactoria para las sustancias no deseadas y parámetros organolépticos; las características físico-químicas en la red de conductividad se obtuvo un valor de 623  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , lo que sobrepasa el valor establecido en la norma peruana (MVCS), sin embargo, no es perjudicial para la salud. En los parámetros bacteriológicos se obtuvo como resultado que los coliformes fecales tienen un valor negativo, siendo este valor fuera del parámetro que el MINSA cataloga como agua apta para el consumo. En las conclusiones determinaron que la composición de la red de agua bebible está compuesta por acople a las redes encargadas de distribuir mediante las conexiones a los domicilios. El punto de acople es con tubería PVC de 4” de diámetro (SDR 26) y se encuentra localizada a la entrada principal del centro poblado, este acople contará con un macro medidor que permitirá contabilizar el consumo de agua en el C.P. Bello

Horizonte. Para la red encargada de la distribución se consideró una tubería PVC SDR 26 considerándose los siguientes diámetros de la tubería PVC 3", 2" y 1", con longitudes de 21, 570 y 2,010 metros respectivamente. Así mismo, las conexiones domiciliarias son en total 1560 para el total de viviendas. Para este diseño se consideraron 449 lotes cuya futura población será de 2,834 habitantes. En cuanto a la red de alcantarillado se consideró tubería de tipo convencional, la cual realizará su recorrido por gravedad hasta el PVS-985 siguiendo la topografía del terreno, tendrá la totalidad de cobertura poblacional, siendo la longitud total de tuberías de 3,609.82 metros con diámetros de 6" tipo PVC SDR-41 y 56 buzones de mantenimiento, considerándose pendientes máximas y mínimas de 1.76% y 0.50% en las tuberías respectivamente, lo cual garantizara el diseño de las velocidades dentro de los parámetros sugeridos por el INAA.

Para Celi y pesantes (2018, p. 37), en su investigación: "Cálculo y diseño de los sistemas de alcantarillado y agua potable para el Fraccionamiento Finca Municipal en el Cantón El Chaco, Provincia de Napo ", fue el foco de su estudio. Los autores investigaron el comportamiento de la población bajo análisis, así como la viabilidad de la construcción de los sistemas de agua potable y alcantarillado, a partir de los cuales derivaron criterios de diseño.

Se estima que existen dos grupos de suministro de agua potable en Ecuador: a) menos de 1000 pobladores y b) más de 1000 habitantes. Los siguientes sistemas se establecieron sobre la base del análisis realizado: distribución de agua, purificación del agua de lluvia y tratamiento de aguas servidas. Como se indicó líneas atrás, se ha implementado un plan de estudio de impacto del proyecto en el medio ambiente y así mitigar la contaminación en el proyecto. El proyecto beneficiará a aproximadamente 160 familias de bajos ingresos en un año y podría duplicarse en 25 años, la dotación a considerar fue 150 l/hab./día, el cálculo del consumo medio diario (Qm) fue 2.70 l/s, el consumo máx. día (QMD) fue 3.78 l/s y el consumo máx. hora (QMH) fue 5.67 l/s. el desarrollo de esta investigación implicó la investigación topográfica en inmediaciones de la vecindad de Bello Horizonte y de las ubicaciones para los tanques en los cuales se almacena el agua, se determinó que la distribución del agua a través de la red será mediante gravedad, así mismo se diseñó desde la planta de

tratamiento en la cual se incluye lo siguiente: tanque, reservorio, línea de conducción, pozos elevados, artículos y válvulas de control; con la finalidad que garantice su funcionalidad durante el tiempo previsto. A su vez, al considerarse la sectorización del sistema por macro manzanas, es posible que siga funcionando el resto del sistema en caso de existir un daño. El diseño realizado para los sistemas de alcantarillado fue considerado un sistema combinado, el cual fue evaluado por parte de la municipalidad.

En el ámbito Nacional:

Para Jara y Santos (2018, p. 311) en su tesis denominada: "Diseño de suministro de agua y desagüe en las comunidades de: El Calvario y Rincón de Pampa Grande, Distrito Curgos, Sánchez Carrión, La Libertad"; los autores en su investigación realizaron estudios técnicos con fines de esquematizar el abastecimiento de agua y desagüe, a partir del que se proyecta un sistema sanitario adecuado con el fin de proporcionar una vida saludable y de calidad, el trazo de la red consistió en: la captación, ruta de conducción y distribución, así como un reservorio de almacenamiento, conexiones hacia los hogares, construcción de buzones, redes de desagüe y construcción de tanques Imhoff. Según los autores en su estudio mencionan que:

Con infraestructura planificada para la limpieza, es posible mejorar la calidad de vida de los pobladores, mejorar su salud y estimular el desarrollo económico. El proyecto ya está en marcha, debe beneficiar, particularmente si las comunidades de Pampa Grande y Calvario logran un avance sustancial en su crecimiento (2018).

A fin de cumplir con los objetivos del estudio final de este trabajo, desarrollamos las siguientes acciones: estudio topográfico, trazo de las redes de conducción de agua, trazo del embalse, reservorio, y la red de desagüe. El periodo de diseño establecido se proyectó a 20 años, suponiendo 2.609 habitantes, y teniendo en cuenta un suministro de 50 litros por habitante diario, teniendo como Q.máx. de la demanda diaria 1.96l/s, una demanda horaria de 3.02 l/s y un volumen de reservorio de 41m<sup>3</sup>. Así mismo, para el tanque Imhoff se estableció un caudal de diseño 0.63 m<sup>3</sup>/hora, para el sedimentador se definió un área de 0.63 m<sup>2</sup>, un volumen de 1.26 m<sup>3</sup> y para el digestor consideramos un almacenamiento y digestión de 37m<sup>3</sup>.

De acuerdo con el MINSA (2019) mediante D.S. N°031-2010-SA, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, promovido por el MINSA a través de DIGESA, según el Artículos 60° Estándares microbiológicos establece lo siguiente; el agua debe estar libre de microorganismos como: quistes de protozoos patógenos, larvas y huevos de helmintos, otros virus, Escherichiacoli y bacterias coliformes totales, así como algas, protozoos, rotíferos, nematodos en todas las etapas de desarrollo de 500 UFC/ml para bacterias heterótrofas a 35°C. El Agua subterránea es la que se encuentra en el subsuelo y que por lo general requiere realizar excavación con la debida autorización de las entidades pertinentes al Ministerio de Agricultura en acorde con la Ley General referentes al tema del agua, para poder extraerla, finalizado la construcción se deberá solicitar una licencia de funcionamiento a las entidades correspondientes. El Q.max.d. se refiere al caudal más alto en un día, según la observación realizada durante un periodo de tiempo (1 año), despreciando las pérdidas generadas a través de incendios. La línea de conducción para llevar el agua del embalse al reservorio. Los conductores estarán diseñados a fin de conducir al menos el caudal max. requerido diariamente por los beneficiarios, entre los conductores podemos considerar los conductores por gravedad (canales y tuberías) y los conductores por bombeo y otras consideraciones especiales. Por otra parte, el levantamiento Topográfico tuvo como objetivo recoger datos cuantitativos tanto horizontales como de elevación, mediante esa data pudimos conocer el tipo y configuración del terreno, además nos permitió reconocer las diferentes estructuras ya sean artificiales o naturales que se encuentre en el lugar materia de investigación y permitan desarrollar un diseño adecuado según lo planificado en este proyecto. Por tanto, el reconocimiento y verificación se realizó de manera precisa teniendo en cuenta las diferentes características que presenta el terreno las mismas ayudaron a tomar decisiones favorables a nuestro estudio topográfico, ante esto consideramos que es importante realizar el reconocimiento de terreno en el Centro Poblado Bello Horizonte y registrar los datos topográficos que nos proporcionaron una idea general y precisa en el cual realizamos nuestro estudio a través del reconocimiento de calles, pasajes, jirones y anexos cercanos al lugar de estudio, esto nos permitió fijar, ubicar y elaborar el diseño integral

óptimo respecto a las redes de saneamiento. Por lo tanto, las redes planimétricas de apoyo nos proporcionarán la proyección de área del terreno en el cual se realizará el levantamiento mediante un plano horizontal imaginario el mismo que estará expresado en la superficie del suelo. La red planimétrica estima la distribución de los objetos sin considerar los desniveles del terreno, por ejemplo, el círculo de nivelación, que consiste en la medición de altimetría de la altura del terreno, que es una medición lineal del eje vertical con referencia a la superficie. La altura de la superficie plana incluye el punto a medir, comenzando desde la superficie de referencia. Además, el sistema de saneamiento abarca diferentes actividades en la construcción y tuberías útiles para evacuar las aguas negras que pueden ser domiciliarias, pluviales e industriales en una determinada población a partir de la cual son generadas hasta un determinado lugar que puede ser por medio natural o a través de una laguna de oxidación. Para fines de estudio todas las redes de alcantarillado evacuan aguas servidas hasta el lugar de tratamiento (planta), esta última se ubicará en una región específicamente escogida, conocida como el bosque de Cerro Blanco. Para esto, se define el sistema de alcantarillado como una línea de evacuación subterránea de conductores para eliminarlo descargando una variedad de materiales producidos por la población, que pueden pasar a través del agua a través del colector, que incluye tuberías que hacen Aguas residuales. El alcantarillado sanitario consiste en eliminar los siguientes desechos; domésticos, industriales y fluviales, estos se definen del siguiente modo: Las aguas servidas son generadas a partir del aseo personal, lavandería, cocina, excreción, limpieza en hogares y tiendas comerciales, por otro lado, las aguas residuales industriales provienen de partículas desechadas a partir de procesos industriales, es decir proceden tanto del uso doméstico como industrial y el drenaje de agua de lluvia mediante el alcantarillado permite evacuar la misma. Las redes públicas están compuestas por colectores y transmisores, todos conectados a bocas y cajas de voz llamadas vida, los buzones tienen forma de un cilindro con 1.20m de diámetro, está elaborado en base a hormigón armado o simple. Pueden ser prefabricados o contruidos en el mismo espacio donde están instalados. A continuación, se muestra una sección semicircular, que es responsable de la transición entre un colector y el



otro. Generalmente se usa al comienzo de la red, el cruce, el cambio de dirección, el cambio de diámetro, el cambio de deseo y la separación varían según el diámetro de la tubería.

La transición entre un colector y el otro es posible gracias a la parte semicircular, que se ilustra a continuación. Se emplea en los siguientes casos: cambio de dirección, de diámetro y separación dependen del diámetro de la tubería, generalmente se emplean al inicio de la red. Además, también permite una ventilación adecuada para limpiar y mantener las tuberías. La superficie es de 0.60m de diámetro, teniendo en ella orificios para su ventilación. Las redes de recolección se refieren a la red principal de recolección de tuberías y la rama que recolecta las aguas residuales domésticas producidas. Así mismo, el ramal colector se refiere al colector de tuberías ubicadas en la acera que recolectan agua de las viviendas y drenan hacia la tubería de mayor diámetro. Tubería principal, se trata de recolectores que reciben desechos de otras redes y/o sucursales de recolección, se considera la pendiente mínima que es el valor mínimo que se determina según los criterios de tensión y tracción, lo que garantiza una conducción limpia, una conexión domiciliaria implica un conjunto de accesorios sanitarios que permiten la evacuación de aguas servidas. A su vez, el interceptor es la parte donde el colector recibe la descarga del colector de inicio, donde se puede utilizar la zona de drenaje definida de acuerdo con la conformación topográfica. El colector general como parte del recaudador responsable de obtener la liberación de la aseguradora, esto se centra en uno o más puntos donde comienza el transmisor. Debe verificar las condiciones del flujo hidráulico, si corresponde. Cada sección corresponde al diseño y los emisores son tuberías que guían el conducto hacia la ruta de admisión o hacia la planta de tratamiento sin ninguna donación adicional.

En la tesis titulada: “El caserío San José de Japaime, Distrito de Nieva, Provincia de Condorcanqui, cuenta con un sistema integrado de agua potable y alcantarillado”:

En San José de Japaime no existe un sistema de alcantarillado que haga posible la evacuación de excretas; como resultado, los residentes actualmente defecan en pozos negros primitivos

construidos por cada hogar, o afuera en sus campos de cultivo o debajo de los árboles. De los hechos mencionados queda claro que existe una gestión insuficiente para la disposición de excretas; esto crea un foco infeccioso y promueve la propagación de enfermedades entre la población local (Zelada, 2019, p. 22).

El autor menciona que, frente a este escenario, la Municipalidad Provincial de Condorcanqui vio conveniente solicitar un estudio para encontrar una solución que pueda mitigar estos problemas, es así que se desarrolló el proyecto de tesis con la finalidad de dar acceso a las personas del sector rural a los servicios básicos. Este trabajo tuvo los siguientes objetivos a fin de conseguir el estudio final, realizamos las investigaciones: mapeo topográfico, mecánica de suelos, y sus efectos en el medio ambiente y economía, además, se crearon los siguientes diseños: En cuanto a detalles de los requisitos técnicos, tales como: el sistema de agua potable, eliminación de aguas residuales y excretas la norma técnica respecto al diseño hidráulico de la red de agua bebible y alcantarillado básico se consideró un antiguo sistema de gravedad con tratamiento básico. Por la cuenca fluiría agua que dará servicio de 596.82 l/s siendo el caudal efectivo para la investigación de 0,6 l/s, se instalará una línea de conducción de 1,100 metros lineales en su totalidad, el sistema conducirá el agua desde la captación con su caudal máximo pasando por el sedimentador y los filtros hasta llegar al reservorio el cual estará implementado a través del sistema clorado por goteo. Para la red de distribución se tuvo en cuenta un total de 32 acometidas domiciliarias, 1.447,90 metros de tubería de PVC y 340 metros lineales de tubería de PVC de 1/2" con sus correspondientes accesorios.

Para la red de saneamiento se consideró la instalación de 34 unidades básicas en su totalidad, las aguas servidas serán tratadas con biodigestores de 600 litros y estas aguas se verterán en 02 zanjas de infiltración. Finalmente, según el estudio topográfico se tiene una cota promedio de 320 msnm, el rango de las cotas va a partir de los 300 msnm - 407m.s.n.m, cuyas pendientes tienen valores menores al 3%, las curvas de nivel equidistantes son de 1 metro, así como para los perfiles. De la mecánica de suelos determinamos la resistencia

del suelo en el punto de ubicación de la vertiente de 1.15 Kg /cm<sup>2</sup>, en el reservorio 0.83 Kg /cm<sup>2</sup> y en los pases aéreos 0.86 Kg/cm<sup>2</sup>. Para la etapa final del diseño de saneamiento se utilizó UBS-AH, siendo este un sistema de gravedad estándar.

En la tesis de Quispe (2019, p. 80) que se titula “Diseño de la Red de Servicio de Agua bebible y desagüe sanitario con Biodigestores en la localidad Quinta Gloria, del C.P. Mocán –Distrito-Casa Grande –Ascope –La Libertad” en el presente trabajo de investigación el autor realizó estudios técnicos a fin de trazar los sistemas de agua y desagüe considerando los biodigestores, que consiste en extraer con una bomba sumergible el agua de la Napa Freática, la cual se impulsará hacia un reservorio y por medio de la gravedad se distribuirá a la población. Para este diseño se consideró 20 años y se utilizará para recolectar las excretas del sistema sanitario los biodigestores. Se tomaron en cuenta las definiciones de conceptos básicos, como sistema de captación, Manantial de Fondo Concentrado, que consiste en la ubicación específica del suministro se evaluó según condiciones obtenidas de la zona materia de estudio, considerando que en la zona se cuenta con una serie de puntos en los cuales es posible el brote de agua del subsuelo, para el presente trabajo la captación se ubicará en la zona de Menocucho, a 5.149 km aproximadamente del centro poblado de Bello Horizonte, lugar cercano al río-Moche, para esta estructura se consideró una cámara de concreto en su diseño la cual contara con fondo denominado cámara húmeda de almacenamiento, agregando filtros de gravilla de ½ " a una profundidad de 20 cm y piedra 2" formando una capa de 30 cm con el propósito de facilitar el brote y filtrado del agua hacia la superficie, luego de lo cual se almacena y se termina con la distribución del suministro a través de una cámara portadora de válvulas conocidas como cámara seca. El cálculo estructural de la captación implica tener en cuenta la fuerza de la tierra cuando la cámara húmeda está seca y debe adoptar una posición opuesta en todo el esquema de diseño y cuando la cámara húmeda esté en su capacidad máxima de llenado se ha considerado un empuje que favorezca la estabilidad de los muros que soportan la cámara de humedad. Para implementar esta estabilidad, se tuvo que hacer una prueba con la unidad de carga asociada a la capacidad portante del suelo sobre cual se construirá la

cámara de concreto garantizando así una mayor resistencia tanto al giro o torsión como al deslizamiento, adicionalmente se garantiza la seguridad con un factor de seguridad de 1,6. A su vez, la estructura que hace posible el fluido del líquido elemento desde el embalse hasta el siguiente punto (reservorio), se denominara línea de conducción y estará diseñada para un Q.m.d de 6.40, l/s, para lo cual consideramos necesario válvulas de purga, pases aéreos y cámaras rompe presión. La tubería será instalada a una profundidad de 0.60 metros considerándose la compactación del relleno, lo que no requerirá otro tipo de trabajo ya que la base básica de presión y velocidad de adherencia se cumplirán de manera correcta. La tubería considerada para el presente trabajo es de PVC según las condiciones de la zona de influencia (Bello Horizonte). El objeto del sistema dispersión es conducir el agua a cada domicilio a partir del punto de almacenamiento (reservorio). El diseño de esta red se considerará en base al Q.m.h. Este sistema está conformado por diferentes diámetros de tuberías desde 2", 1,1/2" y 1" respectivamente según las condiciones normativas, considerando al menos 1" para conexiones de redes cerradas y 3/4" para abiertas. Por otro lado, con respecto al sistema de saneamiento actual, los pobladores del C.P. Bello Horizonte están vertiendo sus aguas residuales al río Moche generando así un foco contaminante directo del agua y medio ambiente. Razón por la cual decidimos utilizar la red de alcantarillado para evacuar aguas residuales o un tanque Imhoff o laguna de oxidación puesto que se trata de una zona urbana y siendo necesario implementar estos sistemas para el tratado adecuado de aguas residuales. Para ello consideramos importante las características permeables del suelo y determinar el grado de depuración del agua para su disposición final en la respectiva laguna de oxidación o tanque Imhoff.

En la implementación del diseño para este proyecto se tuvieron en cuenta diversos procedimientos que nos permitieron elaborar los diseños de alcantarillado y agua potable incluidos en este proyecto los mismos que describimos a continuación. Entre los términos relacionados al sistema de agua bebible tenemos: la fuente del agua, que según norma técnica OS.010 es el punto donde se iniciará el abastecimiento de agua hacia una determinada comunidad para lo cual se deberá tener en cuenta el máximo caudal diario en

un periodo de diseño, el líquido elemento debe cumplir según requerimiento y la demanda poblacional para el consumo humano en acorde a lo indicado en la norma de vivienda, construcción y saneamiento, vigentes en nuestro país. Así mismo, la captación del agua, correspondiente al trazo de los sistemas agua bebibible deberá garantizar como mínimo la captación del agua a través del diseño de la cámara la cual garantizará un caudal máximo diario de abastecimiento hacia el centro poblado Bello Horizonte, así mismo es necesario proteger la fuente de todo factor que altere la calidad del agua. En ese sentido, tenemos que la calidad requerida del agua mediante este criterio se hace referencia tanto a las características bacteriológicas y fisicoquímicas, siendo estos factores los determinantes del agua para el consumo de las personas, a partir de esto determinamos la construcción de los sistemas de saneamiento.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación.

**Tipo de investigación:** La investigación fue descriptiva según los datos observados durante la investigación, por ello, concluimos que la siguiente investigación es aplicada.

**Diseño de Investigación:** El tipo de metodología que empleamos fue, NO EXPERIMENTAL – TRANSVERSAL – DESCRIPTIVA SIMPLE, puesto que el proyecto se realizó con fines de estudio.



**G:** Población del C.P. Bello Horizonte–Distrito Laredo–Provincia Trujillo – La Libertad.

**O:** Observación de resultados de la muestra realizada para obtener datos y realizar el diseño del proyecto.

#### 3.2 Variables y operacionalización:

##### 3.2.1 Variable:

Diseño de los sistemas agua potable y alcantarillado.

##### 3.2.2 Operacionalización (dimensiones):

Estudio topográfico del proyecto.

Investigación respecto a la mecánica de suelos del proyecto.

Estudio hidrológico.

Creación de la red agua bebible adecuadamente organizada.

Creación de un sistema de alcantarillado.

Mayor información en el cuadro de Operacionalización de la variable, en el anexo N°01.

### **3.3 Población y Muestra**

#### **3.3.1 Población:**

Toda la población de Bello Horizonte, distrito Laredo, Trujillo, La Libertad, representan la presente investigación.

#### **3.3.2 Muestra:**

Para fines de realizar este trabajo de investigación consideramos el conjunto de pobladores del C.P. Bello Horizonte, distrito Laredo, Trujillo, La Libertad.

### **3.4 Instrumentos y técnicas para recolectar datos e información necesaria.**

#### **3.4.1 Instrumentos y técnicas para recolectar datos (Cuantitativo)**

##### **✓ Técnicas usadas para recolectar los datos:**

- Observación y reconocimiento de la zona donde se encuentra el proyecto.
- Entrevista (Pobladores del Centro Poblado Bello Horizonte)
- Análisis documental.

##### **✓ Instrumentos de medición:**

- Cuestionarios
- Equipos Topográficos, nivel de ingeniero, estación total y GPS
- Wincha métrica
- Cronómetro.
- Equipos de ensayo para análisis de suelos.
- Cuaderno para recolectar datos.
- Listas de chequeo

- Hojas de procesamientos y cálculos de los datos.

### **3.4.2 Equipos y métodos para recolectar información (Cualitativa):**

#### **✓ Técnicas empleadas para recolectar información:**

- Observación profunda.
- Entrevistas.

#### **✓ Instrumentos:**

- Guía de observación.
- Test.
- Grabadora.
- Cuestionarios.

### **3.4.3 Validez y Confiabilidad:**

La validez de los resultados probados se evaluó mediante juicio de expertos, al igual que la confiabilidad del equipo empleado en esta investigación se estableció a través de mediciones repetidas para garantizar que los resultados sean iguales y consistentes. Los ensayos realizados, incluyendo la investigación hidrológica y análisis de la mecánica de suelos, fueron procesados en laboratorios acreditados contando con las certificaciones necesarias.

### **3.5 . Procedimientos:**

Para recolectar información para este trabajo de investigación, se utilizó un cuaderno de registro de información en el estudio topográfico, la toma de muestra de estratos del suelo para el análisis del suelo. Por otra parte, realizamos mediciones del aforo volumétrico del agua con la ayuda de un balde y un cronómetro realizando tres (05) mediciones, se entrevistó a algunos pobladores y se estableció comunicación con un representante municipal a fin de conocer la situación actual del centro poblado. Se estructuró la información recopilada con la finalidad de procesarla y obtener los resultados para el proyecto.

### **3.6 . Método de análisis de datos:**

En el presente trabajo de investigación aplicamos una estadística descriptiva, inferencial y análisis de contenido descriptivo, después se desarrolló una metodología que nos permitió diagnosticar y determinar la topografía, el análisis de suelos, la pureza del agua en sus aspectos físicos y químicos para determinar su abastecimiento al centro poblado Bello Horizonte; es decir, la información obtenida a partir de datos recolectados mediante instrumentos y técnicas en el lugar de influencia la información obtenida fue procesada mediante las (TICS) haciendo uso de los siguientes programas siguiendo los procedimientos correspondientes:

- Hoja de cálculo Excel: se procesaron datos cuantitativos a partir de los datos recolectados en los cuadernos de trabajo, hojas de apuntes, check list y otros con la finalidad de obtener valores ponderados.
- AutoCAD 2020, se usó para el procesamiento y elaboración de planos para el proyecto.
- AutoCAD Civil 3D 2018, se usó para el análisis y levantamiento topográfico.
- WaterCAD, software que empleamos como herramienta necesaria para la estimación de cálculos de velocidades y presiones en las tuberías que conducen el agua potable hacia los puntos de consumo.

La finalidad del procesamiento de datos es plasmarla en el diseño del proyecto de tesis a efecto de interpretar y sustentar posteriormente.

### **3.7 Aspectos éticos:**

El compromiso de los investigadores fue desarrollar el proyecto de tesis de manera adecuada, aplicando cálculos correctos de acuerdo a las normas vigentes, además se contó con la autorización de las entidades pertinentes al centro poblado Bello Horizonte con la intención de que la presente tesis pueda ser aplicada en algún momento a fin de generar un beneficio positivo en la sociedad.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1 Estudio de topografía**



#### 4.1.1 Generalidades:

En el área investigada, se realizaron levantamientos topográficos, teniendo en cuenta la infraestructura planificada, sistemas de distribución de agua bebible y canalizaciones. El correspondiente establecimiento de los sistemas de control altimétrico y planimétrico, los cuales están vinculados al sistema de coordenadas absolutas del Sistema Nacional, también se tomó en consideración la Carta del Instituto Geográfico (IGN).

#### 4.1.2 Análisis de resultados:

La **tabla 01**, muestra los 17 puntos georreferenciales tomados en el terreno con el propósito de evidenciar la obtención de datos para su posterior representación gráfica de la zona y el análisis de información que estén de acuerdo con la ubicación de la zona de incidencia del proyecto a través del tratamiento de datos.

**Tabla 1.- Puntos Topográficos**

PUNTOS	ESTE	NORTE	COTA
CAPTACIÓN	737610.00	9112442.00	300.00
E2	736360.94	9108512.36	200.00
E3	735764.59	9108741.38	260.00
RES PROY.	735727.00	9108287.00	273.27
E5	735723.68	9108833.08	260.00
RES EXIST.	735852.53	9108782.55	250.00
E7	735965.04	9108629.86	240.00
E8	735865.59	9108537.73	240.00
E9	735904.24	9108496.58	240.00
E10	735957.12	9108343.12	240.00
E11	735905.25	9108251.16	240.00
E12	736127.29	9108304.77	220.00
E13	736814.47	9108236.26	220.00
E14	735915.41	9108142.45	220.00
E15	735619.87	9107752.26	200.00
E16	735077.58	9107067.43	200.00
ZONA DESC.	733570.04	9105881.97	160.00

Fuente: Elaborado de forma independiente.

En la tabla evidenciamos que las curvas de nivel se generaron utilizando descripciones, coordenadas y elevaciones, en función de la pendiente del terreno, además estas se evidencian en los planos realizados a partir del levantamiento topográfico que adjuntamos en los anexos.

## **4.2 Investigación en mecánica de suelos:**

### **4.2.1 Generalidades:**

Durante el recorrido del terreno, localizamos e identificamos los puntos de referencia para un adecuado desarrollo de análisis de suelos, considerando fundamentales en la presente investigación, los puntos de referencia permitieron identificar las cualidades y características de los suelos a través de muestras tomadas de los tajos que se realizaron en lugares claves como: punto de recolección, punto de embalse, ubicación del reservorio y línea conductora. Seguidamente tomamos muestras de puntos estratégicamente ubicados con las designaciones C-1, C-2, C -3 y C-4. El análisis se realizó en el laboratorio certificado de Cerámica y Suelos de la Universidad Nacional de Trujillo para identificar las propiedades y características de los suelos.

### **4.2.2 Características del proyecto:**

#### **4.2.2.1 Perfil estratigráfico:**

En este trabajo realizamos 4 calicatas las cuales nos arrojaron las características que a continuación describiremos:

✓ **Calicata N ° 01 - C1:** Profundidad del embalse 0.00–3.00m:  
Clasificación: SUCS; Plasticidad arenosa arcillosa media, CL.  
Clasificación: AASHTO, Limoso-arenoso/suelo malo a pobre, mala como subrasante, con 57,70% de finos (A-6-arcilla suelo).  
Según AASHTO; el contenido de humedad es 7,60%.

✓ **Calicata N ° 02 - C2:** Profundidad del reservorio 0,00-3,00m.  
Clasificación: SUCS, suelo con arcilla y arena de plasticidad media y partículas finas (CL).

Clasificación: AASHTO, terreno limoso-arenoso /suelo pobre a malo-subgrado, con 72,4% de finos, (Suelo arcilloso, A-6), y 8,6% de humedad contenida.

- ✓ **Calicata N°03 - C3:** línea de conducción entre 0,00 y 1,50m.

Clasificación: SUCS, el suelo de partículas finas, arcilla de baja plasticidad arenosa CL.

Clasificación: AASHTO, limo arenoso /suelo pobre a malo-subgrado, con 68,90% de finesa. (A-6, suelo con arcilla), se contuvo 6,80% de humedad.

- ✓ **Calicata N ° 04 - C4:** Tanque Imhoff o laguna de Oxidación 0,00-3.00m: Clasificación: SUCS, Arcilla baja plasticidad con arena (CL.), suelo de partículas finas. Clasificación AASHTO, Limoso-arenoso/pobre a malo-subgrado, con 70.90% de finos (A-6, suelo arcilloso). 4.20% de humedad contenida.

**Tabla 2.- Resumen de Granulometría**

Tamices	Unidad	Calicatas – Porcentaje que pasa			
		C.1	C.2	C.3	C.4
3"	%	100,00	100,00	100,00	100,00
2½"	%	100,00	100,00	100,00	100,00
2"	%	100,00	100,00	100,00	100,00
1½"	%	100,00	100,00	100,00	100,00
1"	%	100.00	100.00	100.00	100.00
¾"	%	100.00	100.00	100.00	100.00
½"	%	100.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	%	100.00	100.00	100.00	100.00
Nº 4	%	99.80	100.00	96.30	97.40
Nº 10	%	99.10	99.00	94.30	95.80
Nº 16	%	97.80	94.50	89.70	91.20
Nº 30	%	96.00	91.10	86.30	87.80
Nº 40	%	93.70	89.30	83.50	85.00
Nº 50	%	87.40	86.80	81.00	82.50
Nº 100	%	71.40	79.20	74.00	76.10
Nº 200	%	57.70	72.40	68.90	70.90

Fuente: Elaboración Propia – L. Cerámicos y Suelos de la UNT.

#### 4.2.2.2 Resumen Contenido de Humedad:

Después del análisis en laboratorio de las muestras, obtuvimos los porcentajes de humedad del material, estos se detallan en (Tabla 4), los cuales muestran el agua contenida en el suelo extraído de las calicatas de prueba.

**Tabla 3.- Resumen del Contenido de Humedad**

<b>Resumen: Contenido de humedad</b>			
<b>Calicatas</b>	<b>Clasificación. SUCS.</b>	<b>Clasificación. AASHTO</b>	<b>% de Humedad</b>
C-1	CL	A-6	6.9 %
C-2	CL	A-6	8.3 %
C-3	CL	A-6	8.6 %
C-4	CL	A-6	7.0 %

Fuente: Elaboración propia - Laboratorio de Cerámicos y Suelos de la UNT.

#### 4.2.3 Parámetros y Análisis sismorresistentes:

Nuestro país está dividido en Cuatro Zonas Sísmicas según RNE en la Norma E.030 de diseño sismorresistente, según velocidad horizontal del suelo rígido. El centro poblado de Bello Horizonte materia de estudio está ubicado en La Libertad, Trujillo, Laredo, este último está ubicado en la Zona4, considerada como zona sísmica. A partir de estudios llevados a cabo en el "Laboratorio. Cerámicos y Suelos de la UNT", obteniéndose la capacidad portante y pesos unitarios (tabla 4), que fueron indispensables para determinar el diseño de las estructuras hidráulicas que comprenderán e implementarán este trabajo.

**Tabla 4.- Capacidad Portante**

<b>Calicatas</b>	<b>q-admisible</b>		<b>Carga-admisible</b>	<b>Asentamiento en zapatas corridas</b>
	<b>Kg./cm<sup>2</sup></b>	<b>tn/m<sup>2</sup></b>	<b>tn</b>	<b>cm</b>
Reservorio	1.41	13.81	35.43	1.27

Fuente: Lab. Cerámicos y Suelos de la UNT.

#### 4.2.4 Análisis

Se identificó los tipos de suelos a partir del material sacado de los pozos (calicata), realizados en el Centro Poblado Bello Horizonte llegando a

la conclusión que el suelo del sitio es principalmente arcilla con poca plasticidad y arena (CL), es decir el tipo-suelo que presenta la localidad de Bello Horizonte son: Limosos y Arcillosos.

También determinamos la resistencia del suelo a partir de las muestras extraídas (calicatas), obteniendo el “q admisible, siendo de 1.4” el mismo que determina la resistencia del suelo a la carga expresada en kg/cm<sup>2</sup>, lo cual es un indicador que garantiza la resistencia para la construcción de estructuras hidráulicas en este proyecto.

Determinamos que el % de humedad del total de muestras obtenidas es bastante bajo (7.7%), lo cual garantiza una buena resistencia del suelo tanto para las líneas de conducción como para las estructuras hidráulicas (captación, reservorio y tanque Imhoff).

La Granulometría a través del procedimiento tamizado de las diferentes muestras extraídas del suelo, las cuales fueron pasadas en el horno para el secado correspondiente, de esta manera se determinó el porcentaje promedio de suelo que pasó por los tamices requeridos. A partir de este procedimiento se determinó la clasificación AASHTO del suelo (Limoso- Arcilloso) y SUCS (arcilla de baja plasticidad con arena).

#### **4.3 Estudio-calidad del agua**

Consideramos importante analizar el suministro de agua que abastecerá al C.P. Bello Horizonte, por lo que tomamos una muestra de la fuente de captación proyectada, la cual fue analizada en el laboratorio LASACI de la U.N.T. con el fin de identificar las propiedades microbiológicas, físicas y químicas de esta manera concluimos el agua es apta el consumo poblacional.

**Figura 1.- Análisis Microbiológico**

ANALISIS MICROBIOLÓGICO		
DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Recuento Total de bacterias	UFC/ 100 mL	18
Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	Nº org./L	0
Escherichia coli	NMP/ 100 mL	0
Virus	UFC/mL	0
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	Negativos
Coliformes totales	NMP/ 100mL	Negativo

Conclusión: Cumple con las especificaciones establecidas para el consumo humano  
**TRUILLO 05 DE OCTUBRE DEL 2020**



**Fuente:** Lab. LASACI de la UNT.

**Interpretación:**

SUNASS señala que todo punto que abastece de agua bebible debe estar libre de diversas bacterias y virus, es por eso que realizamos estudio físico, químico, bacteriológico y microbiológico del embalse hacia el C.P. Bello Horizonte, a fin de asegurar que cumple con los parámetros requeridos de ser apta para el consumo de las personas. Se determinó que el resultado es negativo para coliformes totales y cero para Escherichiacoli, para el presente proyecto el estudio del agua demuestra que está dentro de los límites establecidos por SUNASS, y es apta para el consumo de los pobladores de Bello Horizonte.

Luego de haber realizado el análisis, concluimos que el agua tomada del suministro en el punto de captación si cumple con los lineamientos técnicos requeridos en la Categoría1: Subcategoría-A (Aguas aptas para el consumo humano).

## **4.4 Diseño del sistema de agua potable.**

### **4.4.1 Generalidades**

En este proyecto consideramos el diseño con varios componentes, los cuales poseen diversos parámetros de diseño, siendo estos necesarios para darle cobertura sostenible en su totalidad a los pobladores del centro poblado en el tiempo proyectado.

#### **4.4.1.1 Área de influencia**

Este trabajo abarca en su totalidad al C.P. Bello Horizonte, Laredo, Trujillo, La Libertad. La población comprendida actualmente 1667 habitantes quienes son los beneficiarios directos, existiendo 303 viviendas, abarcando 136,087 m<sup>2</sup> de área.

#### **4.4.1.2 Horizonte de planeamiento:**

Tomamos en cuenta (20) años como tiempo de diseño de los sistemas de agua potable y alcantarillado de acuerdo a DIGESA y el RNE, como año base se tomó el 2020, que será considerado como el año 0, y el 2040 como año 20 para el diseño estimado.

#### **4.4.1.3 Periodo de diseño**

El diseño fue calculado en base la vida útil estimada de la estructura hidráulica de la red de suministro, considerándose además la tasa de crecimiento poblacional.

**Tabla 5.- Periodo de Diseño**

DESCRIPCIÓN	PERIODO DE DISEÑO
Fuente-abastecimiento.	20-años
Obras-captación.	20-años
Pozos.	20-años
Plantas de tratamiento de agua potable (PTAP).	20-años
Reservorios	20-años
Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución.	20-años
Estación de bombeo.	10-años
Equipos de bombeo.	20-años
Unidad Básica de Saneamiento (UBS) con arrastre hidráulico.	10-años
Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado).	5-años

**Fuente:** OS 0.100–Consideraciones para el diseño de infraestructura básica.

#### 4.4.1.4 Población actual

Cálculo de la densidad poblacional.

$$D_p = N^{\circ} \text{ hab} / N^{\circ} \text{ Viv}$$

$$\text{Área} = 136,086 \text{ m}^2$$

**Tabla 6.- Densidad Poblacional**

Localidad	Habitantes	Viviendas	Densidad
Centro Poblado de Bello Horizonte	1667	303	5.5 hab /viv
<b>Densidad Poblacional Promedio</b>			

**Fuente:** elaboración propia.

#### 4.4.1.5 Tasa del crecimiento poblacional:

La población proyectada se determinó empleando métodos adecuados según la zona como es en este caso el C.P. Bello Horizonte. En la tabla evidenciamos información sobre el



crecimiento poblacional según los censos de 1993, 2007 y 2017, local, distrital, provincial y regional, además determinamos la tasa media de ascenso poblacional.

**TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL DEL C.P. BELLO HORIZONTE.**

**Tabla 7.- Método Aritmético**

<b>CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE</b>			
<b>Nivel</b>	<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Tasa Aritmética r</b>
<b>Local</b>	1993	583	39.57
	2007	1137	30.60
	2017	1443	
	2020	1667	
		<b>r prom =</b>	<b>35.10</b>
<b><math>P_f = P_o + r (t - t_o)</math></b>			
Población futura	2040	<b>2,369</b>	

**Fuente:** Datos INEI 1993, 2007 y 2017.

**Tabla 8.- Método Geométrico (Periodo de Saturación)**

<b>CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE</b>			
<b>Nivel</b>	<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Tasa Geométrica r</b>
<b>Local</b>	1993	583	1.0490
	2007	1137	1.0269
	2017	1443	
	2020	1667	
		<b>r prom =</b>	<b>1.0379</b>
<b><math>P = P_o * r^{(t - t_o)}</math></b>			
Población futura	2040	<b>2,834</b>	

**Fuente:** Datos INEI 1993, 2007 y 2017.

**Tabla 9.- Método de Interés Simple**

<b>CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE</b>			
<b>Nivel</b>	<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Tasa Interés Simple</b>
Local	1993	583	0.068
	2007	1137	0.027
	2017	1443	
	2020	1667	
		<b>r prom =</b>	<b>0.048</b>
<b><math>P = P_0 [1 + r (t - t_0)]</math></b>			
Población futura		<b>2,568</b>	

**Fuente:** Datos INEI 1993, 2007 y 2017.

#### 4.4.1.6 Población de diseño:

La población proyectada se determinó usando los métodos aritméticos, interés simple y geométrico (interés compuesto), la población inicial para su cálculo usamos la densidad poblacional y número de viviendas. Considerando que el método geométrico se aplica para poblaciones en periodo de inicio o en saturación, por tal razón la población futura fue determinada mediante este método haciendo uso de la expresión siguiente:

$$P_f = P_i * (1 + (r/100))^{\wedge}t$$

**Donde:**

$P_f$ : P. futura

$P_i$ : P. inicial

r: Tasa de crecimiento.

t: tiempo de diseño

La población futura se proyectará hasta el año 2040. (20 años)

$$P_f = P_i * \left(1 + \left(\frac{r}{100}\right)\right)^{\wedge}t$$

$$P_f = 1667 * \left(1 + \left(\frac{2.69}{100}\right)\right)^{\wedge}20$$

$$P_f = 2,834 \text{ hab.}$$

**Tabla 10.- Población Futura**

POBLACIÓN PROYECTADA		
Tiempo (Años)	Año	Población
0	2020	1,667
1	2021	1,712
2	2022	1,758
3	2023	1,805
4	2024	1,854
5	2025	1,904
6	2026	1,955
7	2027	2,007
8	2028	2,061
9	2029	2,117
10	2030	2,174
11	2031	2,232
12	2032	2,292
13	2033	2,354
14	2034	2,417
15	2035	2,482
16	2036	2,549
17	2037	2,618
18	2038	2,688
19	2039	2,760
20	2040	2,834

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **4.4.1.7 Dotación de agua hacia el C.P. Bello Horizonte.**

Los requerimientos de agua para la población se calcularon a partir del consumo independiente de cada habitante, considerando lo establecido por el R.N.E. que en zona costera es de 120 a 150 lts/hab/día. La asignación per cápita asumida para el presente trabajo fue de 120 lts/hab /d.

Se estableció 120 lts/hab/día debido a que el C.P. Bello Horizonte está ubicado en la región costera cuya deposición de excretas fue considerada con arrastre hidráulico hasta un tanque Imhoff.

#### **4.4.1.8 Variaciones en el consumo.**

##### **4.4.1.8.1 Consumo promedio diario anual:**

El consumo promedio de agua bebible se calculará en función a la población futura la cual fue determinada previamente.

$$Q_p = P_f \quad \text{-----} \quad Q_p = \frac{P_f * \text{Dotacion}}{86400}$$

**Donde:**

**Qp:** Caudal promedio.

**Pf:** P. futura.

Teniendo estos datos:

**Pf: 2,834 habitantes.**

**Dotación per cápita:** 120 lts/hab/ día. El resultado a partir de la dotación es un Caudal Total.

<b>Qp = 3.94 l/s</b>
----------------------

**4.4.1.8.2 Consumo máximo diario:**

El coeficiente de variación diario es un porcentaje importante, que se suma al caudal promedio diario anual para determinar el día de consumo más alto durante el año, al no contar con datos específicos consideramos el valor estimado 1.3 como constante (K) en zonas rurales. K1 = 1.3

$$Q_{md} = Q_p \cdot 1.3, \text{-----} \quad Q_{md} = 3.94 \text{ l/s} \cdot 1.3$$

<b>Qmd = 5.12 l/s</b>
-----------------------

**4.4.1.8.3 Consumo horario máximo:**

El consumo Máx. horario fue determinado por un multiplicador para calcular el consumo horario máximo en un año, lo que denominamos Coeficiente de Variación Horaria, es un factor y se le atribuye un valor de 1.7@2.0 en comunidades rurales.

K2 = 1.7 ò también puede considerarse k2 = 2.0. En este caso consideraremos k2 = 2.0

$$Q_{mh} = Q_p \cdot 2.0, \text{-----} \quad Q_{mh} = 3.94 \text{ l/s} \cdot 2.0$$

<b>Qmh = 7.88 l/s</b>
-----------------------

**4.4.1.8.4 Captación proyectada**

La captación proyectada fue determinada mediante el método del aforo volumétrico, utilizamos un recipiente de 20 litros y se controló qué tiempo demoró en llenar el depósito con el fin de

determinar el caudal en l/s. Se realizaron 5 tomas de llenado y los datos se detallan en la tabla siguiente con los datos extraídos a partir de la medición volumétrica, este aforo se realizó en el mes de septiembre del 2020. Para este tipo de abastecimiento consideramos una captación tipo manantial para su posterior distribución, en los cálculos hidráulicos se tuvo en cuenta lo siguiente:

**Tabla 11.- Caudal de Captación**

Nº DE REPETICIONES	RECIPIENTE (l)	TIEMPO (s)	CAUDAL (l/s)
1	20	3.52	5.682
2	20	3.45	5.797
3	20	3.55	5.634
4	20	3.42	5.848
5	20	3.49	5.731

Fuente: Elaboración Propia.

$$Q_{of} = 5.74 \text{ l/s}$$

**Donde:**

$Q_{of}$  = Caudal Ofertado.

Es decir, la toma se realizó en temporada de aforo promedio, por ello, se consideró como caudal promedio proyectado: 5.74 l/s.

#### 4.4.1.8.5 Datos y criterios de diseño:

##### **Datos Proyectados:**

- El manantial concentrado en la ladera servirá como captación.
- Realización de cálculos para determinar diámetros en la red de dispersión.
- Observación de presiones a fin que cumplan con el rango de las mínimas y máximas que son 10m y 50m columna de agua según el RNE.
- Acoplamiento de tubería para la entrada, salida, desbordamiento y drenaje a partir de las válvulas de control del reservorio.

- Ubicación e instalación de conexiones de agua en los hogares.

**Parámetros de Diseño:**

De acuerdo a la norma OS.050 sobre redes de distribución de agua potable consideramos lo siguiente:

**4.4.2 Captación:**

Al menos se debe tener en cuenta el Q.máx. diario en el diseño de obras en captaciones, así mismo realizamos el diseño cuyo propósito es proteger la fuente de abastecimiento ante cualquier agente contaminante, según las consideraciones de la O.S 010, respecto a las aguas superficiales, calidad del agua, etc.

**4.5 Diseño de la captación:**

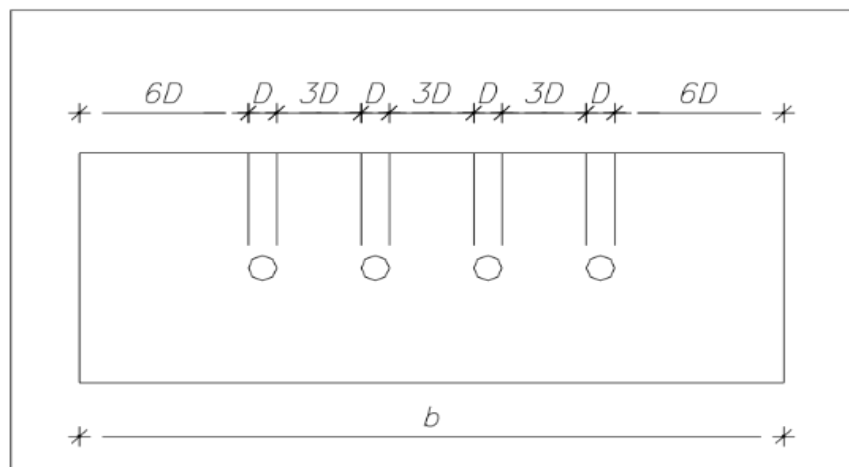
**4.5.1 Determinación del ancho de pantalla:**

El diámetro y número de orificios para hacer posible la circulación adecuada del flujo del agua desde la fuente hasta la cámara de humedad deben entenderse para definir el ancho de pantalla.

Nº de orificios considerados = 9 orificios (mín. recomendado 3)

Conociendo el número y diámetro de los orificios en tubería de ingreso determinamos la base de pantalla (**b**), mediante la expresión siguiente:

**Figura 2.- Distribución de Orificios**



**Fuente:** Agüero, Roger; Guía de diseño y construcción de captaciones en manantiales.

### Ancho de la pantalla.

$$b = 2 \times (6D) + N^{\circ} \text{orif} \times D + 3D(N^{\circ} \text{orif} - 1)$$

entonces ancho de pantalla es igual a:

$$b = 2(6 \times 0.0508) \times 9 \times 0.0508 + 3 \times 0.0508 \times (9 - 1)$$

$b = 2.286 \text{ m}$
-----------------------

para lo cual asumimos que:  $b = 2.30 \text{ m}$

### Definición de la distancia entre cámara húmeda y el afloramiento:

Es fundamental saber la rapidez del flujo, así como la degradación de descarga en el orificio de salida.

Consideraremos esta expresión matemática:

$$H_f = H - h_o$$

### Donde:

$H = 0.40 \text{ m}$ ; H, presión (carga) en el centro del orificio.

$$h_o = 1.56 \left( \frac{0.60 \wedge 2}{2 \times 9.81} \right)$$

entonces tenemos que:  $h_o = 0.029 \text{ m}$

El siguiente paso es calcular el descenso de carga en la cuenca-afloramiento.

$$H_f = 0.40 - 0.029$$

$$\Rightarrow H_f = 0.371 \text{ m}$$

Distancia entre afloramiento y cuenca (captación):

$$L = \left( \frac{H_f}{0.30} \right); \text{ al reemplazar valores tenemos que: } L = \left( \frac{0.371}{0.30} \right),$$

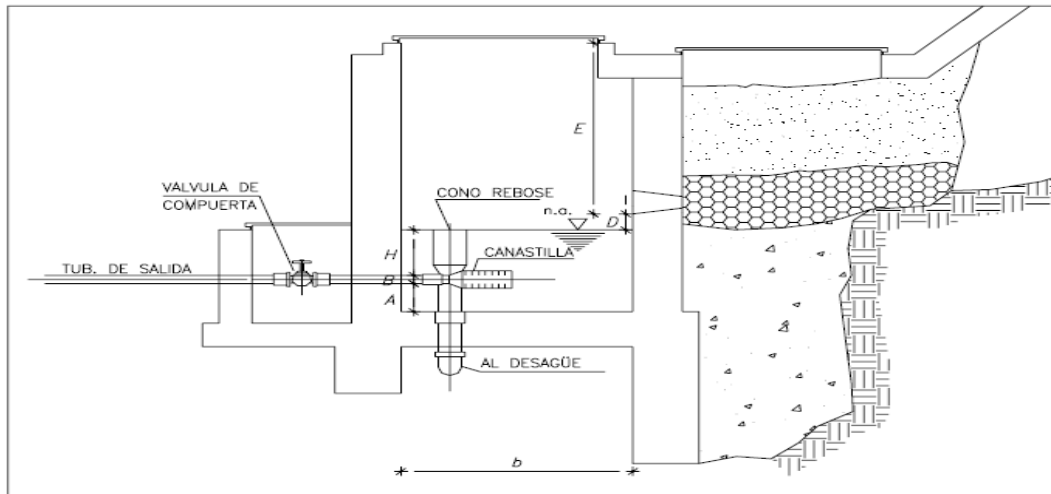
Entonces asumimos que:

$$L = 1.24 \text{ m} \approx 1.30 \text{ m}$$

### Altura de la cámara húmeda:

Al usar la presente expresión gráfica, determinaremos la altura de la cámara húmeda:

**Figura 3.- Alto de Cámara**



**Fuente.** Agüero, Roger; manual para el diseño y construcción de captaciones de manantiales.

**Donde:**

**A:** Alt. mín. de 10cm, para facilitar la sedimentación de arena.

$$\mathbf{A = 10cm}$$

**B:** Se tiene en cuenta la media parte del diámetro de la canastilla de salida.

$$\mathbf{B = 10.16 \text{ cm} \leftrightarrow 4.0 \text{ plg}}$$

**D:** El nivel de entrada de agua entre afloramiento y nivel de agua en la cámara húmeda deben estar separados por un mínimo de 5 cm de nivel.

$$\mathbf{D = 10,00 \text{ cm}}$$

**E:** Se recomienda un mín. de 30cm como borde libre.

$$\mathbf{E = 30.00cm}$$

**C:** Para permitir que el flujo de salida de la captación viaje a través del tubo de conducción, sugerimos una altura mínima del agua de 30 cm.

**Altura total:**

$$\mathbf{Ht = A + B + C + D + E}$$

**Ht = 90.16cm**, redondeando tenemos

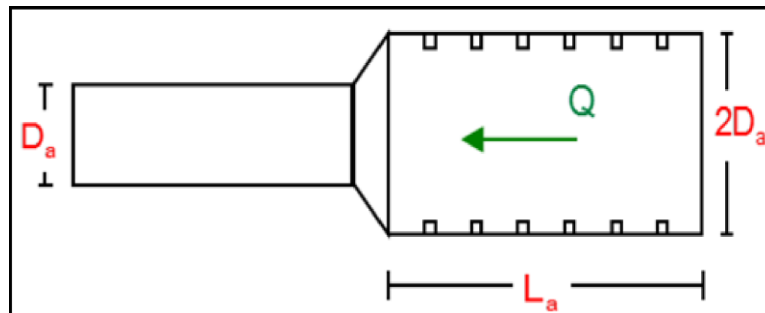
$$\mathbf{Ht = 0.916m}$$

Para el presente caso asumimos una altura total de: **Ht = 1.00m**



## Cálculo de canastilla:

Figura 4.- Dimensión de la Canastilla



Fuente: Elaboración propia

## Diámetro de canastilla:

Para evitar la escasez provocada por sedimentación, el diámetro sugerido de la canastilla es que sea el doble ( $2D_a$ ) de la tubería de conducción.

## Por tanto:

$$D_c = 2 * D_a \quad \square \quad D_c = 2 * 4'' \quad \square \quad D \text{ canastilla} = 8 \text{ pulg}$$

## Distancia a considerar en canastilla:

En el presente trabajo asumimos para la canastilla una Longitud de:

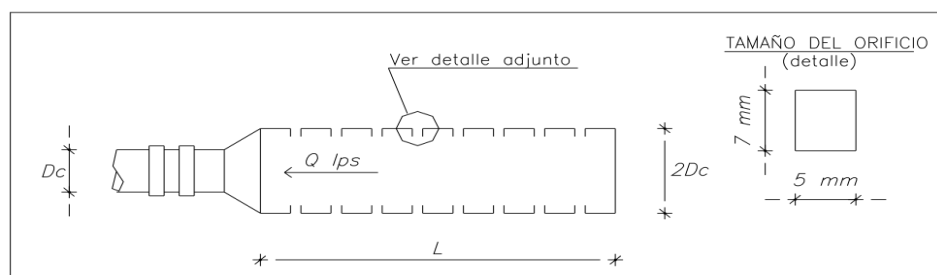
$$L_c = 30.00 \text{ cm}$$

Recomendamos las siguientes medidas en el diseño de las ranuras de la canastilla:

L = Largo del orificio = 7 mm

A = Ancho del orificio = 5 mm

Figura 5.- Detalle del Área del Orificio



Fuente: Agüero, Roger; Manual para el diseño y construcción de captaciones en manantiales.

Área agujeros en la canastilla= 7mm \* 5mm

$$Ar = 0.000035m^2$$

Para la determinación del número de ranuras se consideró la siguiente expresión matemática:

$$N^{\circ}ranuras = \frac{Area\ total\ de\ ranuras}{Area\ de\ ranura}$$

$$\Rightarrow N^{\circ}ranuras = 458$$

Para determinar el cálculo de Rebose usamos la siguiente expresión:

$$Dr = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

$$Dr = 3\ pulg$$

#### **Tubería de Mantenimiento:**

Tomar en cuenta pendientes del 1 al 1,5% en el diseño de las tuberías de desagüe y limpieza, así como el caudal máximo, cuyo diámetro se calculará a través de la ecuación de Hazen y Williams.

$$DL = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{S^{0.21}}$$

**Q.máx. en la fuente:** =====  $\square$  **Q.máx.** =6.9l/s

El valor sugerido respecto a la pérdida de carga unitaria expresada en m/m debe considerarse el siguiente:

**Pérdida de carga unitaria:** =====  $\square$  **hf**= 0.015m/m

**Diámetro de la tubería de limpieza:**

Asumimos una tubería de limpieza de diámetro:

$$DL = 3\ pulg$$

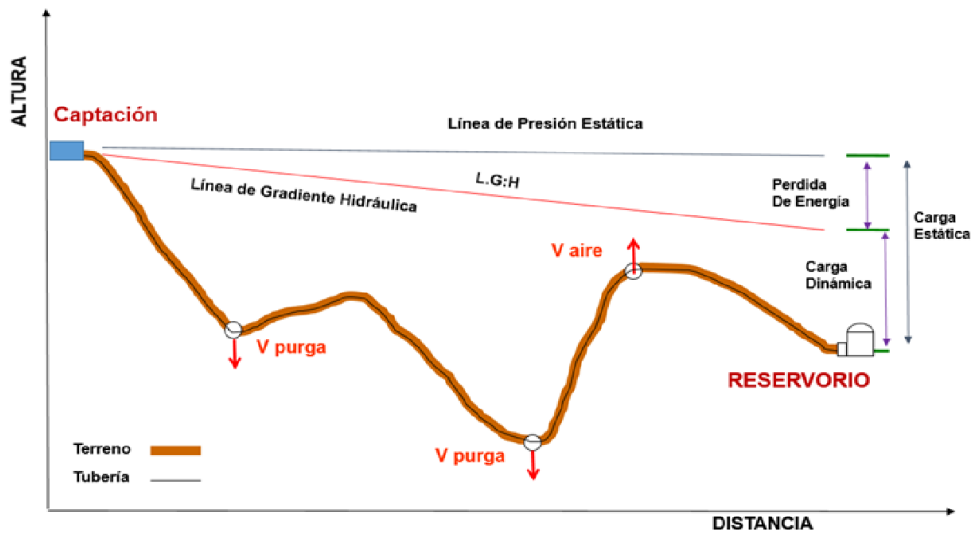
#### **4.5.2 Criterios de diseño:**

Creamos los perfiles de la gradiente y longitudinal con el objeto de crear la línea conductora porque valoramos determinados criterios en el diseño, que incluyen:

#### **Carga Disponible:**

Ubicada entre las elevaciones de la fuente y el almacenamiento.

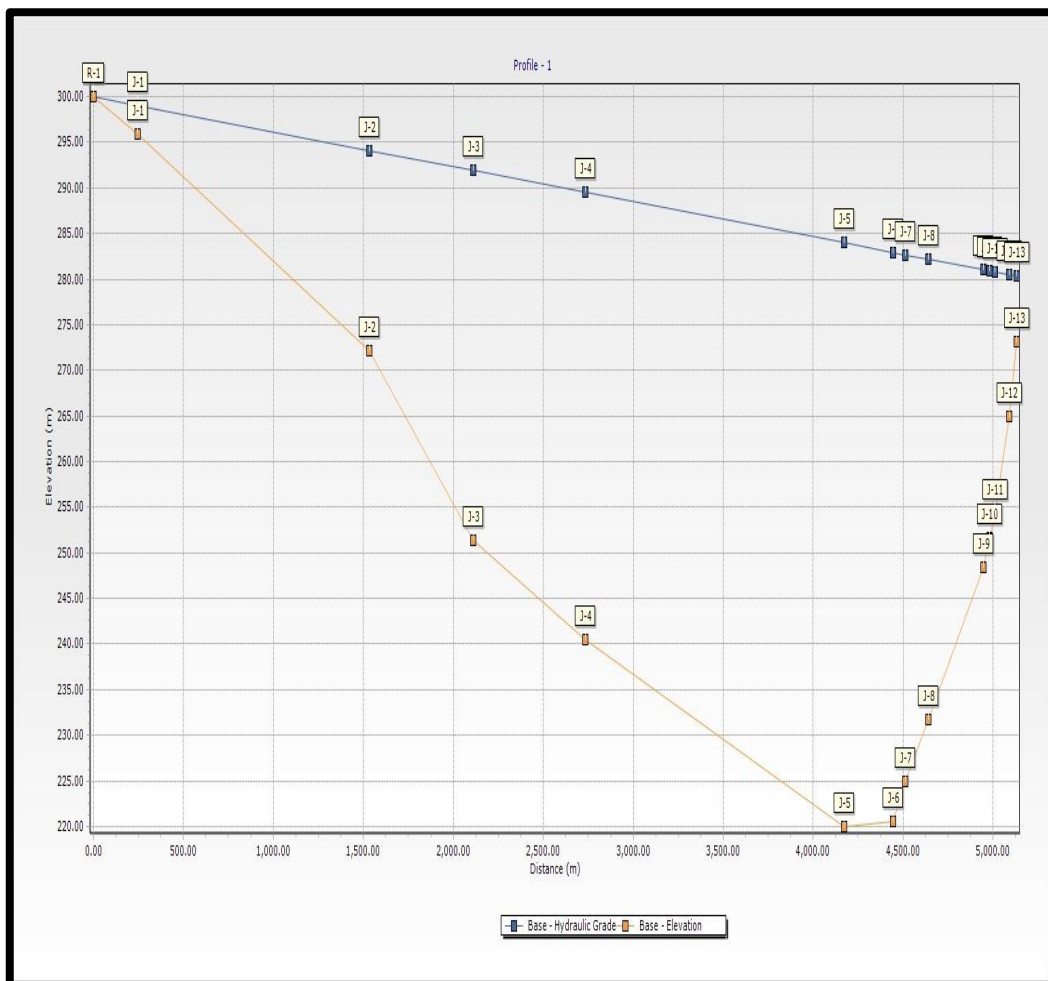
**Figura 6.- Línea Conectora**



Fuente: R.M. vivienda-192-2018.

**4.5.3 Trazado de la línea conectora:**

**Figura 7.- Perfil de la Línea Gradiente**



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12.- Trazado de Línea Conductor**

<b>LÍNEA DE CONDUCCION</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
(Qmd) caudal de diseño	5.12	lts/s
(L) longitud de conducción	5131	m.
Cota de captación	300.00	m.
Cota de caseta	272.54	m.
Material (C)	150	-
Carga disponible	27.46	m.
Pérdida de carga unitaria (hf )	0.0054	%
Diámetro (tentativo)	0.0952	m.
	3.75	Pulg.
Diámetro (elegido)	4.00	Pulg.
	<u>0.102</u>	m.
Área de diámetro (elegido)	0.00817	m <sup>2</sup>

**Tabla 13.- Verificación del Tramo Total**

<b>VERIFICACIÓN A LO LARGO DEL TRAMO</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
	0.0039	
Pérdida (hF) de carga unitaria	1	m /m
Perdida de carga (HF) todo el tramo	20.06	m.
Cota piezométrica del reservorio	272.30	m.
Presión final del tramo	217.00	m.
Velocidad en tubería	0.63	m/s

Verificación en el tramo de la línea conductora a fin de determinar en caso que las presiones excedan el máximo permitido de 50 m.c.a.

**Tabla 14.- Presiones en Puntos de la Línea de Agua Potable**

TRAMO	PROGRESIVA		LONGITUD	COTAS		ALTURA (m)	Perdida hf (m)	Perdida carga tramo HF	Cota piez. (metros)	PRESION (metros)	Obs.	VELOCIDAD (m/seg)
	inicial	final		inicial	final							
1 Cap.	0+000.00	0+244.95	244.95	300	295.9	4.1	0.00391	0.96	299.04	3.14	UF CL. 7.5	0.63
2	0+244.95	1+534.11	1289.16	295.9	272.2	23.7	0.00391	5.04	290.86	21.80	UF CL. 7.5	0.63
3	1+534.11	2+111.77	577.66	272.2	251.41	20.79	0.00391	2.26	269.94	40.33	UF CL. 7.5	0.63
4	2+111.77	2+733.15	621.38	251.41	240.47	10.94	0.00391	2.43	248.98	48.84	UF CL. 7.5	0.63
5	2+733.15	4+173.72	1440.57	240.47	220	20.47	0.00391	5.63	234.84	63.68	UF CL. 7.5	0.63
6	4+173.72	4+443.25	269.53	220	220.5	0.5	0.00391	1.05	218.95	62.13	UF CL. 10	0.63
7	4+443.25	4+513.88	70.63	220.5	225	4.5	0.00391	0.28	220.22	57.35	UF CL. 10	0.63
8	4+513.88	4+641.59	127.71	225	231.7	6.7	0.00391	0.50	224.50	50.15	UF CL. 10	0.63
9	4+641.59	4+946.85	305.26	231.7	248.48	16.78	0.00391	1.19	230.51	32.18	UF CL. 7.5	0.63
10	4+946.85	4+981.26	34.41	248.48	251.63	3.15	0.00391	0.13	248.35	28.90	UF CL. 7.5	0.63
11	4+981.26	5+010.81	29.55	251.63	254.52	2.89	0.00391	0.12	251.51	25.89	UF CL. 7.5	0.63
12	5+010.81	5+090.94	80.13	254.52	265	10.48	0.00391	0.31	254.21	15.10	UF CL. 7.5	0.63
13 Reserv.	5+090.94	5+131.33	40.39	265	273.2	8.2	0.00391	0.16	264.84	6.74	UF CL. 7.5	0.63

**Fuente:** Elaboración propia.

Consideramos tubería con diámetro de 4 **pulgadas** en la línea de conducción y nos da una velocidad **0.63 m/s** la cual es admisible para nuestra tubería clase 7.5 que utilizaremos entre los tramos del 1 al 5 y del 8 al 13 y se consideró tubería de 4" de clase 10 para los siguientes tramos: 5 – 6, 6 – 7 y 7 – 8, lo cual se encuentra dentro de los parámetros permitidos y admisibles

para la tubería que se propuso de 102 mm Así mismo, se verificó las presiones de los diferentes tramos a fin de que estas no excedan a las máximas permitidas por el R.N.E. caso contrario aplicaremos una cámara rompe presión.

#### 4.6 Reservorio de almacenamiento:

Este elemento estructural es importante pues garantiza el funcionamiento del sistema hidráulico y hace posible el uso del agua proyectado en el diseño, siendo este aceptable. El abastecimiento hacia el reservorio será a través de 01 captación que proviene de la localidad de Menocucho, la cual conducirá el agua a hasta la cámara húmeda siendo este el punto inicial, a partir del cual se conducirá el agua hasta el reservorio ubicado en el C.P. Bello Horizonte.

##### 4.6.1 Consideraciones Básicas:

Al momento de diseñar el reservorio consideramos ubicación, capacidad y tipo.

**Ubicación del reservorio:** Se consideró un sistema de distribución por gravedad razón por la cual se ubicó en la parte alta del pueblo el reservorio.

**Tipo de reservorio:** Consideramos un reservorio apoyado.

##### 4.6.2 Determinación – capacidad del reservorio:

Adoptar al menos el 25% del promedio anual del reglamento anual capacidad de demanda, siempre y cuando se haya previsto el suministro de la fuente para un día completo de funcionamiento de acuerdo con la norma OS.030 de RNE.

##### 4.6.3 Cálculo del volumen del reservorio

**Tabla 15.- Dimensiones del Reservorio**

Caudal promedio día:	Qpd= 3.94 l/s	340.06 m <sup>3</sup> /día
Caudal máx. día:	Qmd= 5.12l/s	442.07 m <sup>3</sup> /día
Caudal máx. hora:	Qmh= 7.88l/s	680.11 m <sup>3</sup> /día

- **Volumen de Almacenamiento:**  
**Valm = 129.11 m<sup>3</sup>**
- **Dimensiones del reservorio con cúpula:**  
Radio: ----- > 4.5 m  
H de agua= 2.4 m  
H reserv= 2.7 m  
Ar = 63.62 m<sup>2</sup>  
Vr = -----> (4.5×2.7) +129.11 =152.06  
Redondeando tenemos que: Vr = 150.00 m<sup>3</sup>

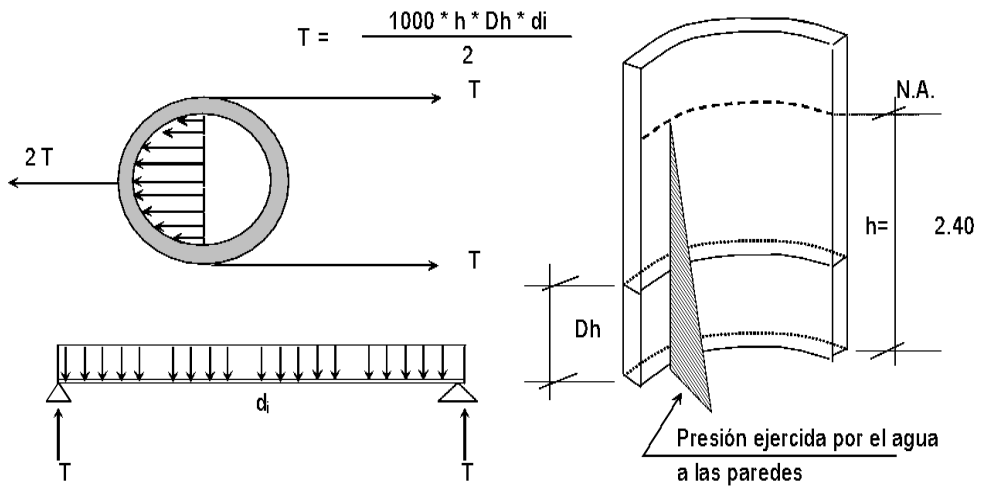
#### **4.6.4 Diseño estructural del reservorio:**

El RNE sugiere considerar las siguientes normas para diseño de reservorios: E.030 (sismorresistente), E. 060 (concreto armado), E.020 (cargas), y E.050 (suelos y cimientos) según sean necesarios para fines de cálculos.

##### **Criterios de diseño:**

- ✓ Para fines de nuestro proyecto el reservorio fue diseñado en base los tipos superficialmente apoyados.
- ✓ La estructura del reservorio (paredes) estarán sometidas a los esfuerzos generados mediante presión del agua.
- ✓ La cubierta (techo) de hormigón armado tendrá forma de bóveda estará sostenida por una viga perimetral que actúa como zuncho y distribuye el peso a los muros del reservorio.
- ✓ Sobre una capa de hormigón básico previamente rellenado, se apoyará la losa inferior.
- ✓ El peso de las paredes, techo y viga perimetral será soportado por una cimentación continua que desarrollamos.
- ✓ En el borde del depósito, construiremos una caja que contendrá accesorios que permitirán la regulación de entrada, salida y mantenimiento.

**Figura 8.- Espesor de la Pared**



Considerar que el valor del espesor de la pared debe cumplir los criterios siguientes:

$$e_p \geq 15.00 \text{ c.m.}$$

En tal sentido, consideramos:  $e_p = 30.00 \text{ c.m.}$

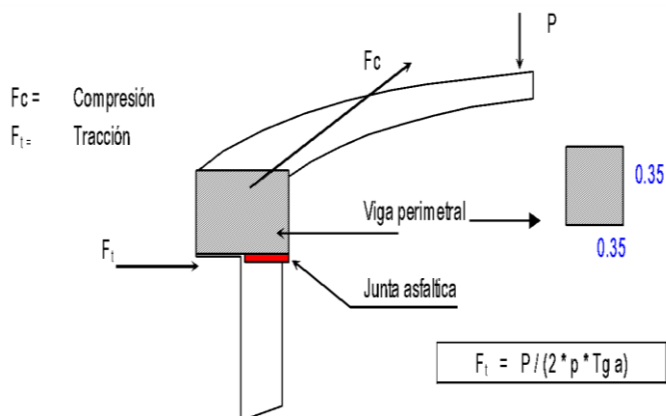
**Cálculo del  $d_e$ :** ----->  $d_e = d_i + 2 * e_p = 9.60 \text{ c.m.}$

**Cálculo espesor del techo de losa e:**

Con la ayuda de una junta asfáltica, el techo se apoyará sobre las paredes y será en forma de bóveda, evitando que los empotramientos provoquen fracturas por flexión en los muros.

La viga perimetral, por su parte, funcionará como zuncho y su función será resistir los empujes que provoca la cubierta. La fuerza horizontal general de la cúpula de la revolución es:

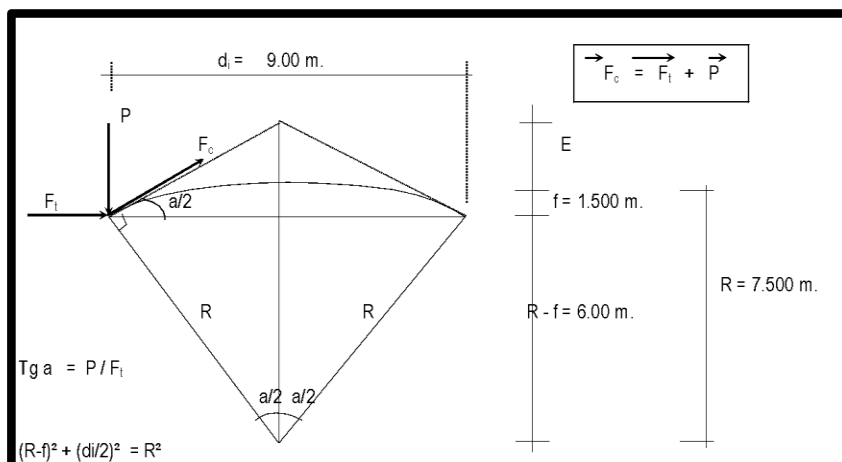
**Figura 9.- Espesor de Losa de Techo**





Calculamos dos valores respecto al espesor, considerando esfuerzos a compresión y cortante del concreto. Primero calculamos esfuerzos a tracción y compresión generados por peso y forma de la cúpula ( $F_c$  y  $F_t$ ).

**Figura 10.- Esfuerzos a Tracción y Compresión**



**Tabla 16.- Medrado de Cargas**

P. propio	=168Kg /m <sup>2</sup>
S/C.	=150 Kg/m <sup>2</sup>
Acabados	=100 Kg/m <sup>2</sup>
Otros	=50 Kg/m <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>=468Kg /m<sup>2</sup></b>

**Área de cúpula**  $=2 \times \pi \times r \times f$   $\square$   **$A_c = 42.41 \text{ m}^2$**  (Casquete esférico)

**Peso:**  $P = 468 \text{ Kg/m}^2 \times 42.41 \text{ m}^2$

**$P = 19,8480.58 \text{ kg}$**

Al reemplazar datos obtenemos:

<b><math>F_t = 4,212.00 \text{ Kg.}</math></b>
<b><math>F_c = 33,080.97 \text{ Kg.}</math></b>

Distancia de la circunferencia, (línea de arranque)  $= L_c$ :

**$L_c = \pi \times d_i = 9.00 \times \pi = 28.27 \text{ m.}$**

**En la circunferencia hay una presión por ml:**

**$P / \text{ml} = F_c / L_c = 33,080.97 / 28.27$**

$$P / ml = 1,170.179 \text{ Kg/ml}$$

$$P / ml = \frac{F_c / L_c \cdot 33080.9}{7 \cdot 28.27} = 1,170.00 \text{ Kg/ml}$$

### Resistencia a la compresión del concreto $P_c$ :

Usamos el factor de seguridad:  $P_c = 0.45 \cdot f'_c \cdot b \cdot e_t$

Para un ancho de  $b = 100.00 \text{ cm}$ .

$e_t$  = espesor-techo.

Igualando la ecuación a la presión por ML:  $P / ml$ .

$$0.45 \cdot 245 \cdot e_t = 1,170.179$$

**1º Espesor:**  $e_t = 0.11 \text{ cm}$ .

En nuestra opinión, este espesor es insuficiente para la estructura, y mucho más para soportar los pesos especificados anteriormente.

**Cortante por ml en el zuncho** (Viga perimetral):

$$V / ml: P / L_c = 19,848.58 / 28.27 = 702.00 \text{ Kg/ml}$$

**Esfuerzo admisible cuando el concreto lo corta:**

$$V_u = 0.5 \cdot (f'_c)^{1/2} \cdot b \cdot e_t$$

Ancho of  $b = 100.00 \text{ cm}$ .

Igualando la ecuación con el valor del cortante por ml se tiene:

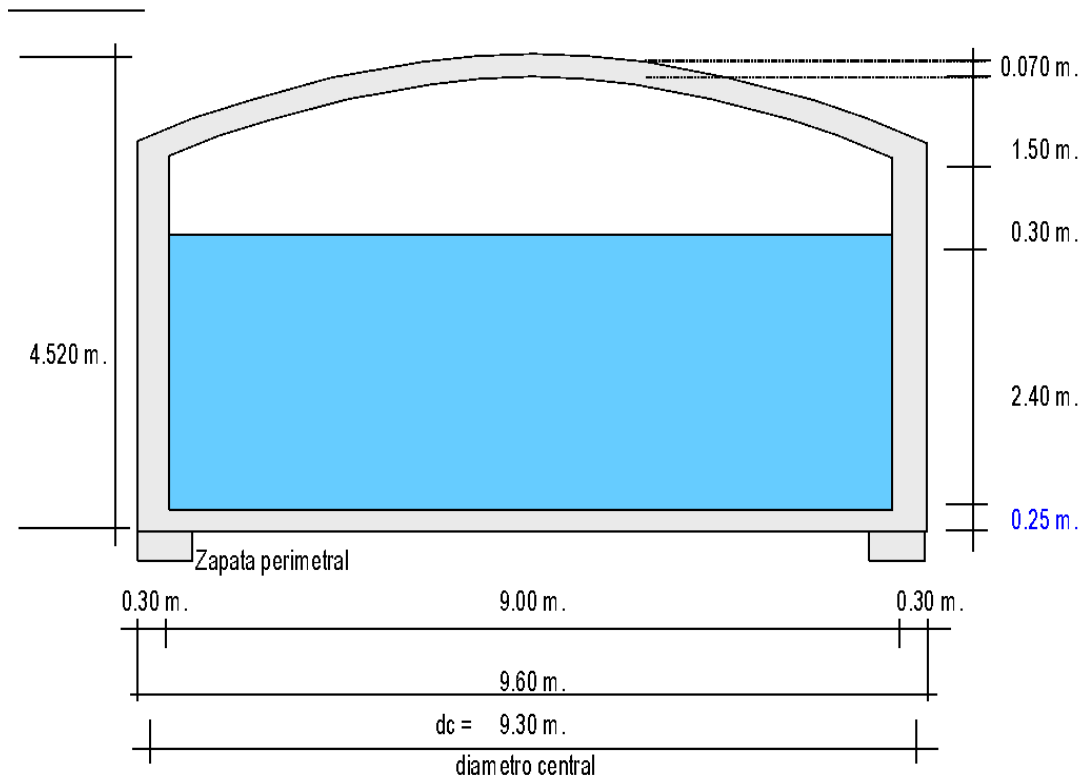
**V/ml**

**2ª espesor:**  $e_t = 0.878 \approx 0.90 \text{ cm}$ .

Creemos que el espesor es insuficiente; el RNE recomienda un espesor mín. de losa de 5cm, para esta situación utilizamos un espesor de losa como se detalla a continuación:

$$e_t = 7.00 \text{ cm}.$$

**Figura 11.- Valor de Predimensionamiento**



Carga específica del hormigón:  $\gamma_c = 2.40 \text{ Tn/m}^3$ .

Carga específica de agua:  $\gamma_a = 100 \text{ Tn/m}^3$

**Zapata limítrofe (perimetral):**

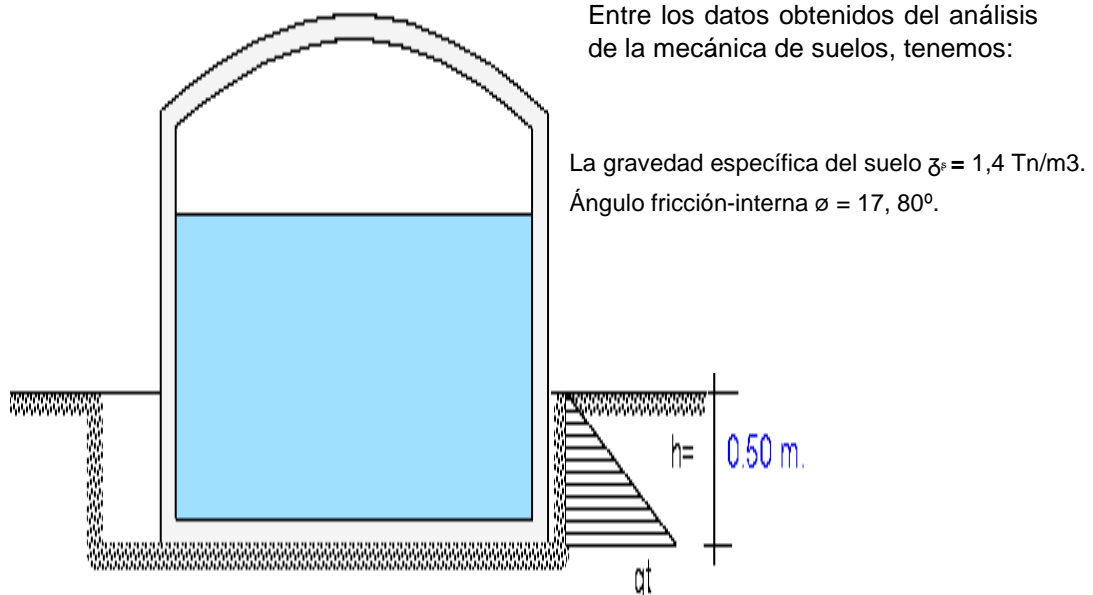
**B** = 0,75m.

**h** = 0,40m

**Tabla 17.- Metrado del Embalse (Reservorio)**

Techo-reservorio	$e = 7.00 \text{ cm}$	$(\pi * d_i * f) * e * \gamma_c = 7.60 \text{ Tn}$
Perimetral-viga		$\pi * d_c * b * d * \gamma_c = 8.59 \text{ Tn}$
Muros-laterales		$\pi * d_c * e * h * \gamma_c = 56.80 \text{ Tn}$
Carga de zapata extendida		$\pi * d_c * b * h * \gamma_c = 21.04 \text{ Tn}$
Carga de losa inferior		$\pi * d_i^2 * e * \gamma_c / 4 = 38.17 \text{ Tn}$
Carga de agua		$\pi * d_i^2 * h * \gamma_a / 4 = 152.68 \text{ Tn}$
<b>Carga total considerada:</b>		<b>284.88 Tn</b>

**Figura 12.- Embalse de Reservorio**

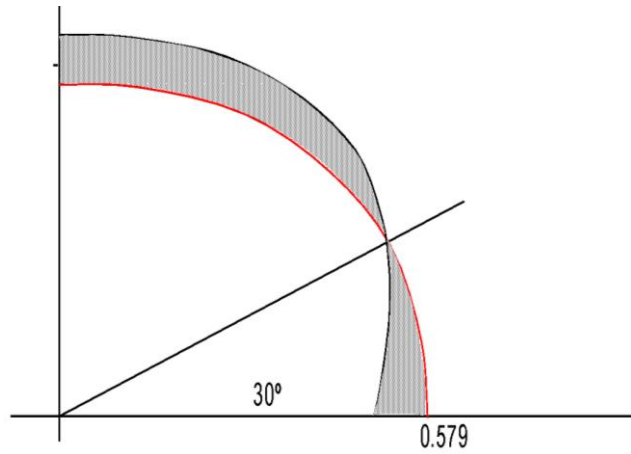


Teniendo en cuenta la presión del suelo que actúa sobre los muros del reservorio a 0,50m de altura, podemos concluir que dicha estructura está a esa profundidad.

**Tabla 18.- Momentos Flectores**

$\phi$	Mu(T-m/anillo)	Mu(T-m/m-anillo)	$\phi$	Mu(T-m/anillo)	Mu(T-m/m-anillo)
0.00°	-7.947	-0.264	0.00°	17.453	0.579
10.00°	-7.585	-0.251	5.00°	17.296	0.573
20.00°	-6.509	-0.216	10.00°	16.826	0.558
30.00°	-4.753	-0.158	15.00°	16.046	0.532
40.00°	-2.369	-0.079	20.00°	14.963	0.496
48.15°	-0.012	0.000	25.00°	13.584	0.450
60.00°	3.974	0.132	30.00°	11.921	0.395

**Figura 13.- Diagramas de Momentos**



**Tabla 19.- Fuerzas Cortantes**

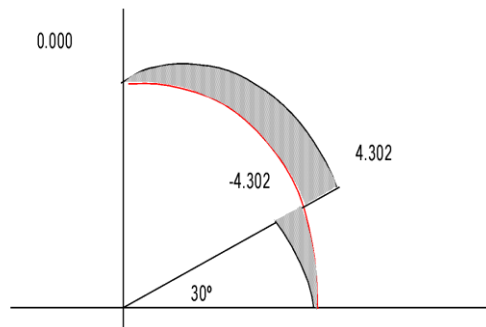
Cuando  $0 \leq \theta \leq \pi/3$   
 $Q = (1/r) * dM/d\theta = qtu \cdot r \cdot \text{sen}\theta / 2$

Cuando  $0 \leq \theta \leq \pi/6$   
 $M_u = qtu \cdot r [-\cos\theta/2 + \text{sen}(30 - \theta)]$

$\theta$	$M_u$ ( T-m / anillo)
0.00°	0.000
10.00°	0.863
20.00°	1.699
30.00°	2.483
40.00°	3.193
50.00°	3.805
60.00°	4.302

$\theta$	$M_u$ ( T-m / anillo)
0.00°	0.000
5.00°	-0.750
10.00°	-1.494
15.00°	-2.227
20.00°	-2.942
25.00°	-3.636
30.00°	-4.302

**Figura 14.- Diagrama de Cortantes**



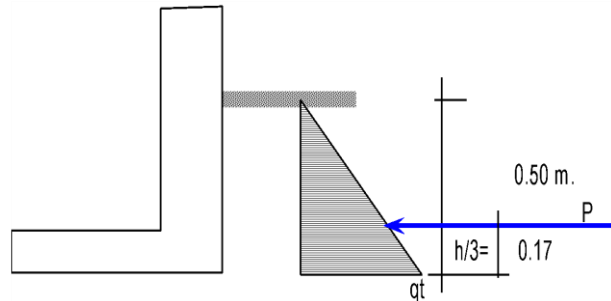
**Tabla 20.- Determinación de Acero**

M(Tn-m)	b( cm)	d( cm)	a( cm)	As(cm2)	As min	As diseño	$\phi$	Total	Disposición
0.58	100.00	26.00	0.119	0.59	5.20	5.20	1/2"	5.63	$\emptyset 1/2 @ 0.23$

**Acero Vertical:**

Momento de volteo ( $M_v$ ) ayuda a determinar el acero vertical.

**Figura 15.- Momento de Volteo**



$P = q_t \times h/2$	$P = 0.517 \text{ Tn}$
$M_v = P \times h/3$	$P = 0.086 \text{ Tn} \cdot \text{m}$
$M_{vu} = 1.6 \times M_v$	$P = 0.138 \text{ Tn} \cdot \text{m}$

M(Tn-m)	b(cm)	d(cm)	a(cm)	As(cm <sup>2</sup> )	As min	P=As/bd	Ø	Total	Disposición
0.14	100.00	26.00	0.028	0.14	5.20	0.0020	½"	5.63	Ø1/2@0.23

a) **Diseño-reservorio (Lleno):** teniendo en cuenta que la unión entre el fondo y pared rígidos (empotrados).

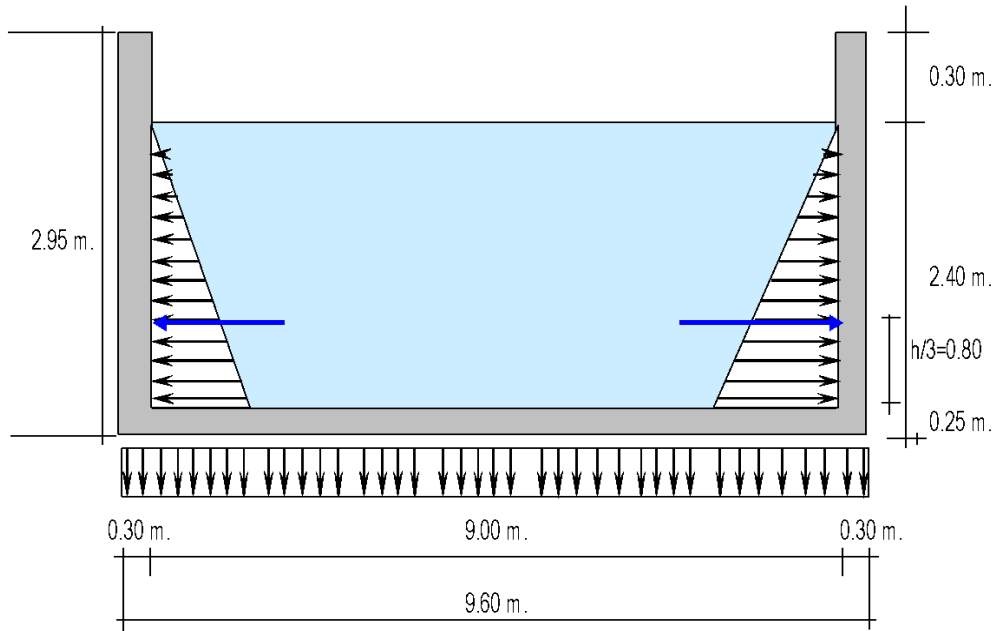
Considerando muros y fondo empotrados se originan momentos flectores en ambos elementos por lo que deberían compartir una armadura para evitar posibles agrietamientos. Por tanto, consideramos necesario dejar sin efecto la presión del suelo (en caso de ser semi enterrado) y para aumentar la seguridad en el diseño estructural, supondremos que el reservorio está lleno y consideraremos 2 estructuras resistentes a fuerza del agua en los muros y fondo de la losa.

Consideraremos lo siguiente:

- Elementos estructurales (anillos) resistentes a la tracción.
- Marcos invertidos en "U", son tiras verticales expuestas a esfuerzos flexibles y a tracción al fondo de la pieza; como resultado, la

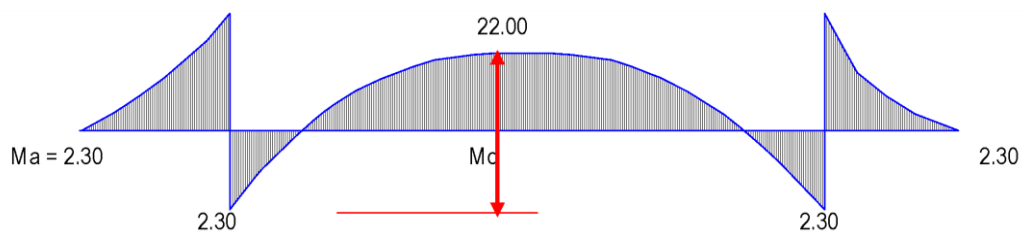
distribución de la presión se da entre los anillos (guías) y marcos (generatrices).

**Figura 16.- Reservoirio Lleno**



El siguiente diagrama de momentos que se muestra a continuación es el obtenido después de examinar una tira de marcos en "U" que tiene un metro de ancho:

**Figura 17.- Diagrama - Momentos**



**Calculando:**

$$\begin{aligned}
 P &= (\delta a \times H^2 / 2) \times 1.00m \\
 &= 2.88\text{Ton.} \\
 Ma &= PH / 3 \\
 &= 2.30\text{Ton-m} \\
 Mu &= Ma \times 1.55 \\
 &= 3.57\text{Ton-m}
 \end{aligned}$$

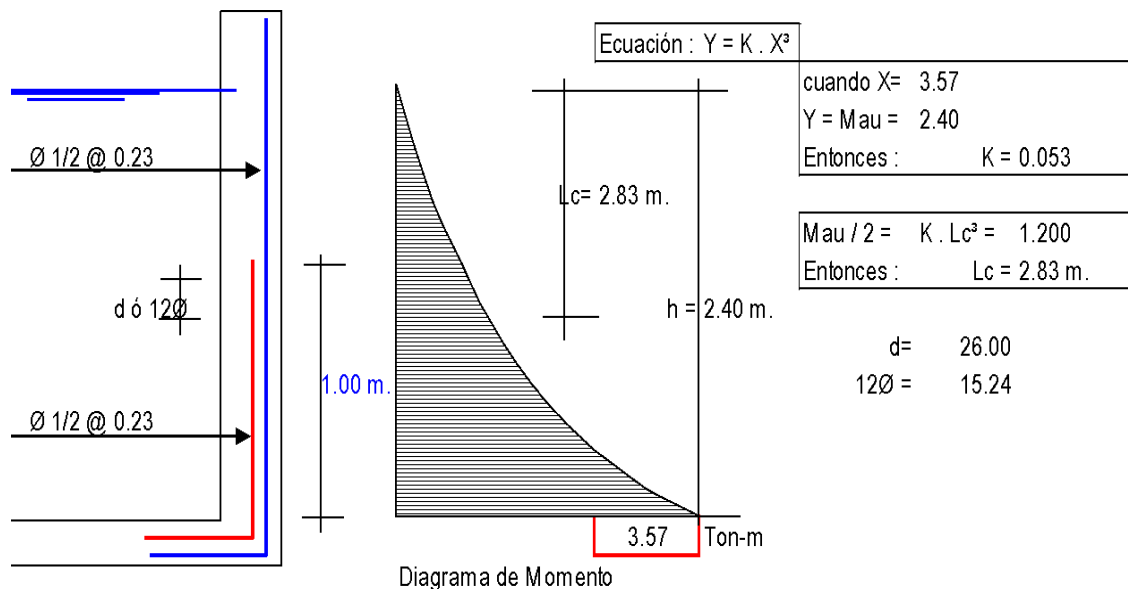
Al calcular en la base de losa el momento, despreciamos la capacidad portante del suelo.

**Acero Vertical:**

**Mau= 3.57Tn-m**

M (Tn-m)	b(cm)	d(cm)	a(cm)	As(cm2)	As min	P= As/bd	ø	Total	Disposición
3.57	100.00	26.00	0.74	3.69	5.20	0.0020	½"	5.63	Ø1/2 @ 0.23

**Figura 18.- Diagrama de Momentos y Cortantes**



Asumiendo una cortante del concreto en una franja de 1m de ancho:

$$Vc = \phi * 0.5 \sqrt{210} * b * d, \text{ siendo } b = 100 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.85 \quad d = 0.26 \text{ cm}$$

$$Vc = 17.30 \text{ tn}$$

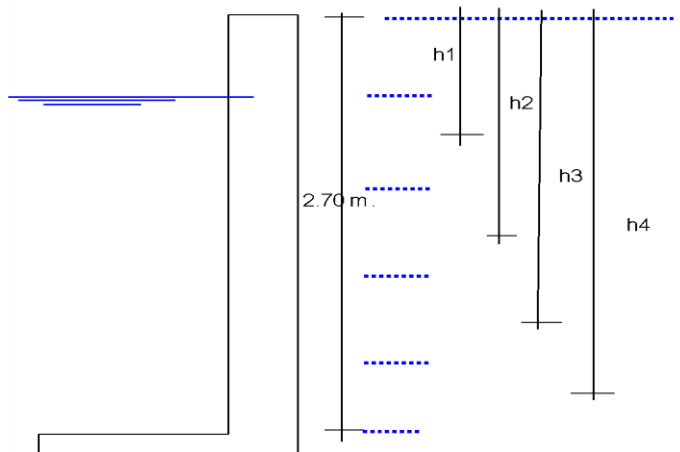
Tensión en el fondo de la estructura (losa),  $Vu = T = 10.80 \text{ Tn} \text{ -- } T < Vc, \text{ Ok}$

**Acero Horizontal:**

Usamos las presiones máximas en cada uno de los anillos para determinar sus tensiones, que luego se ajustaron al espesor de la pared. El anillo total se dividió en 5 anillos, cada uno de 0,54 cm de alto, porque las tensiones varían según la profundidad en cada uno de los anillos.



**Figura 19.- División en Anillos**



**Tabla 21.- Tracciones**

$T = \frac{1000 * h * di}{2}$	<b>h =0.54m</b> <b>di =9.00m</b>
-------------------------------	-------------------------------------

Se consideró como un solo anillo a los dos primeros.

$h_i = L.(m)$
$h_1 = 0.81$
$h_2 = 1.35$
$h_3 = 1.89$
$h_4 = 2,43$

Reemplazando en la ecuación tenemos:

N.º de Anillo	T (Tn)
1	1.968
2	3.281
3	4.593
4	5.905

$$T = F_s \times A_s \quad F_s = 0.5 \times F_y = 2100$$

$$A_{s.mín.} = 0.002 \times 0.54m \times 0.26m = 2.81cm^2$$

Distancia As. **Máx.** =  $1.5 \times e = 0.450\text{m}$

La tensión de tracción está representada por:

N.º Anillo	T (Kg)	As (cm²)	As (usar)	∅	Total, cm²	Disposición
1	1968.30	0.94	2.81	3/8"	3.08	∅ 3/8 @ 0.25
2	3280.50	1.56	2.81	1/2"	3.04	∅ 1/2 @ 0.23
3	4592.70	2.19	2.81	1/2"	3.04	∅ 1/2 @ 0.23
4	5904.90	2.81	2.81	1/2"	3.91	∅ 1/2 @ 0.18

Consideración del **As. mín.** en la otra cara del muro.

**Acero Longitudinal:** cuenta como acero de montaje.

$\varnothing 1/2 @ 0.30$

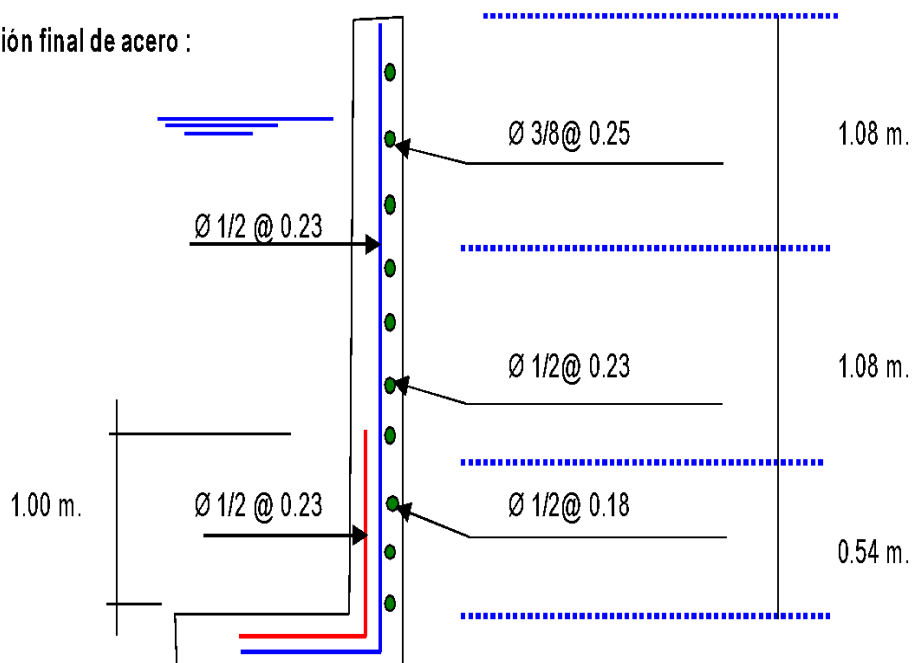
**Acero Horizontal:** asumimos 2/3 del Acero mínimo:

$2/3 * 2.81\text{cm}^2 = 1.87\text{cm}^2$

$\varnothing 1/2 @ 0.50 \text{ m.}$

**Figura 20.- Distribución de Fierro**

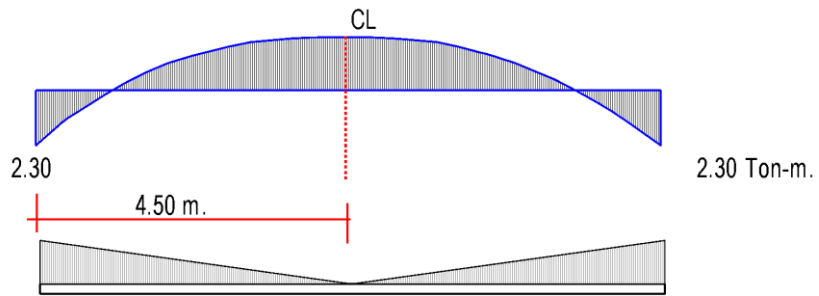
Disposición final de acero :



De donde la cuantía será:

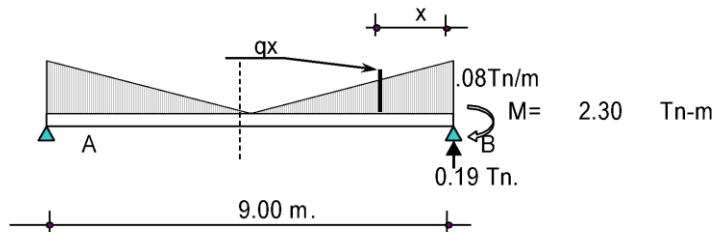
$4 \varnothing 1/2 @ 0.18, 6 \varnothing 1/2 @ 0.23, \text{ Resto } \varnothing 3/8 @ 0.25$

**Figura 21.- Diagrama de Momento en Losa**



<b>Peso Total = <math>\delta a \times H \times R^2</math></b>	<b>=====<math>\square</math> Peso Total = 152.68Ton.</b>
Unidad de longitud por unidad de carga unitaria = $q = H \times \delta a / Lc = 0.08Tn/m$	

**Figura 22.- Diagrama de Cortantes y Momentos**



**Tabla 22.- Valores de Cortantes y Momentos**

X(m) =	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75	4.50
V(Ton) =	0.19	0.26	0.34	0.43	0.53	0.64	0.76
M(Tn-m) =	-2.30	-2.18	-2.10	-2.05	-2.03	-2.02	-2.02

**Comprobación de cortante:**

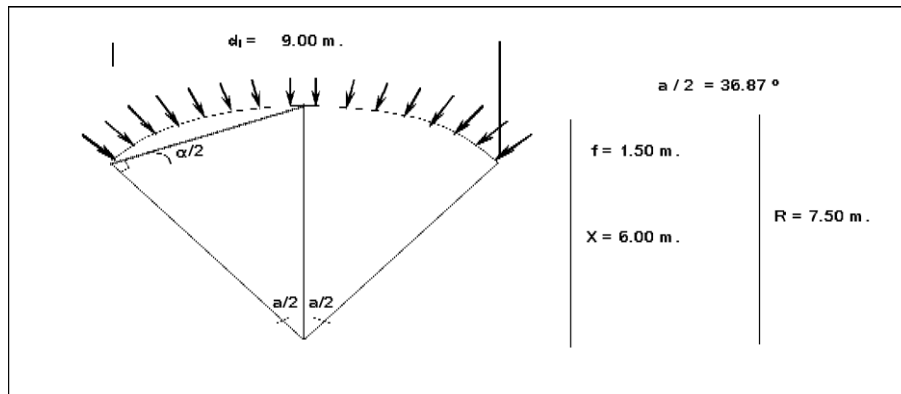
<b>Mau = 1.55 * 2.02 = 3.13Tn- m</b>									
Recubrimiento = 4.00cm									
M (Tn - m)	b (cm)	d (cm)	a (cm)	As (cm <sup>2</sup> )	As min	p=As/b d	Ø	Total	Disposición
3.13	100.0 0	21.00	0.81	4.02	4.20	0.0020	5/8 "	11.00	Ø5/8@0.18
Acero de repartición, Usaremos el As min =				4.20			Ø	Total	Disposición
							1/2 "	4.22	Ø1/2@0.30

**Tabla 23.- Diseño de Cimentación y Cálculo de Acero**

Acero negativo		Mau =3.57Ton-m				Longitud = Lc= (12 Ø ó d) = 3.55m.			
								d = 21.00cm	
								12 Ø = 354.58cm	
M (Tn -m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm <sup>2</sup> )	As min	P =As/bd	Ø	Total	Disposición
3.57	100.0 0	21.00	0.93	4.60	4.20	0.0022	5/8 "	11.64	Ø5/8 @0.17

## Diseño de la cúpula:

Figura 23.- Diseño de Cúpula



### Analizando la estructura tenemos:

$$M = 0$$

$NT = W * r$ , aquí reconocemos que la estructura tiene un esfuerzo natural.

Las complejidades del efecto de excentricidad producido por la fuerza resultante de la cúpula y la fuerza transmitida por las paredes del reservorio se evidencian en el gráfico adjunto, que muestra al momento que chocan la cúpula y la viga.

### 4.7 Red de distribución y su diseño:

Conjunto de tuberías cuyas dimensiones varían según se requieran, además incluyen válvulas de control, cámaras rompe presión, etc. las cuales tienen su inicio en el reservorio a partir del cual se distribuyen por todas las calles del centro poblado de Bello Horizonte. El caudal se determinó en base a las variaciones de consumo para lo cual consideramos el Qmd. Respecto a las presiones asumimos que se deben cumplir con los estándares máximos y mínimos de tal manera que se garantice el asistimiento de agua a las viviendas de dicho centro poblado.

#### 4.7.1 Consideraciones Básicas para el diseño:

Las velocidades del agua en las tuberías son los principales factores a considerar al determinar el sistema de distribución. Para evitar problemas de sedimentación o daño a los diferentes accesorios y tuberías, considere valores de vel. Mín. de  $0,6 \text{ m/s}$  y vel. Máx. de  $3,0 \text{ m/s}$ .

#### 4.7.2 Caudal de Diseño:

Para conocer su flujo de agua respecto a la repartición realizamos cálculos a través de la fórmula conocida de Hazen y Willams representada a través mediante la ecuación:

$$Q = 0,2788 CD^{2,63} \left(\frac{J}{L}\right)^{0,54} = 0,2788 * 150 * 69.4^{2,63} \left(\frac{20.06}{L}\right)^{0,54}$$

**Donde:**

**Q**= Caudal en m<sup>3</sup>/s

**C**= 150(Coeficiente de flujo)

**D**= Diámetro interno de la tubería en m.

**J**= Pérdida de carga en m.

**L**= Longitud de tubería en m.

El factor C= 150 fue necesario considerarlo al hacer uso de la fórmula de Hazen y Willams, porque es sugerido por todos los productores de tubería de PVC.

#### 4.7.3 Método de la longitud unitaria:

El máximo caudal horario debe dividirse por la longitud total de la red para determinar el caudal unitario. Posteriormente multiplicamos el flujo unitario por la longitud de cada sección coincidente para obtener el flujo en esa sección.

**Entonces:**

$$Q_i = q * L_i$$

$$\text{Entonces, } q = \frac{Q_{mh}}{L_t}$$

**Donde:**

q: Caudal unitario (l/s/m) para una tubería por /ml.

Q<sub>i</sub>: Caudal / tramo-"i"-(l/s).

Q<sub>mh</sub>: (l/s).

L<sub>t</sub>: Representa el total de longitud de la tubería (m).

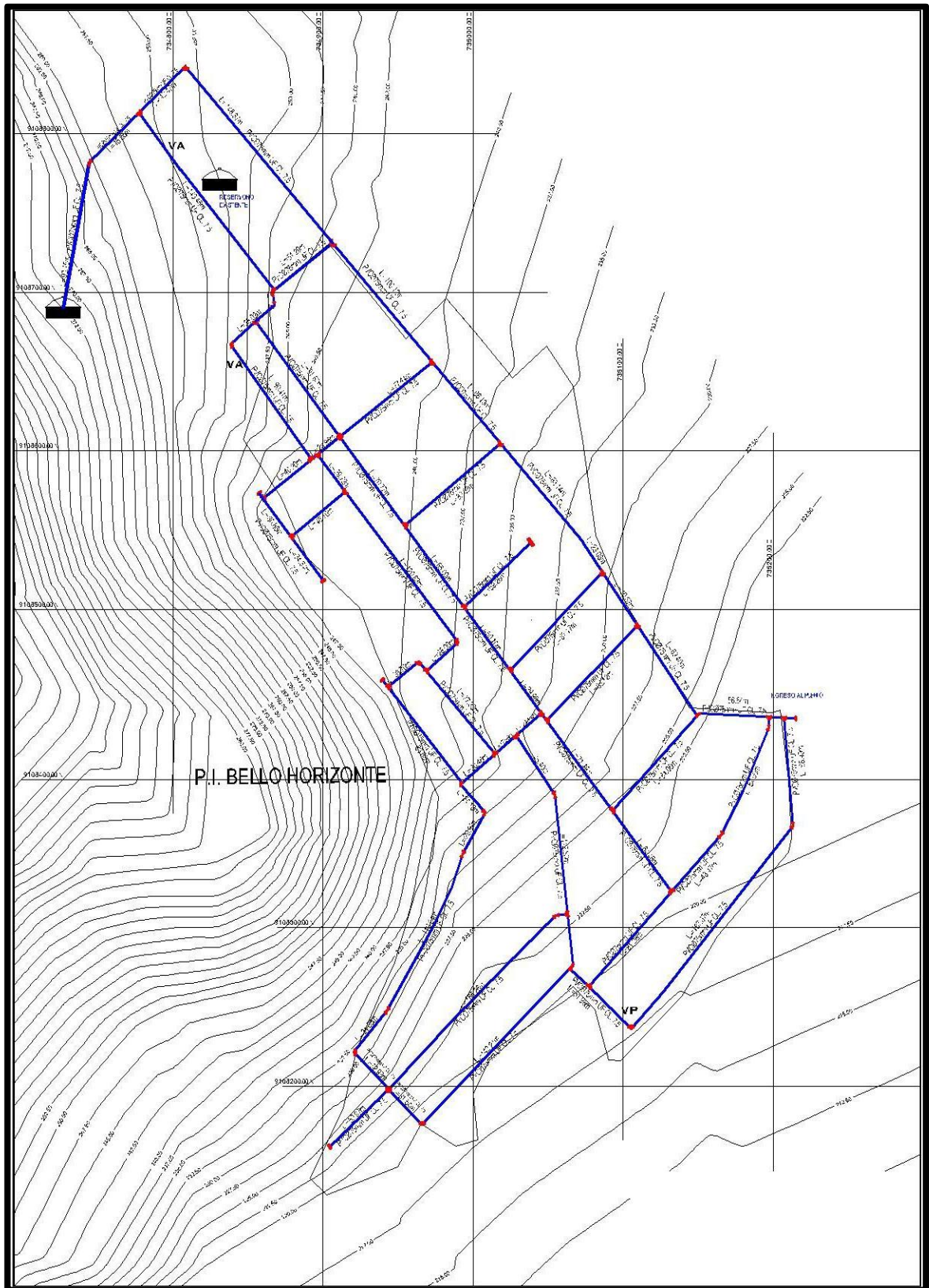
L<sub>i</sub>: "i" (m) longitud/tramo.

**Tabla 24.- Presiones de Tubería de Red de Dstribución**

ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
33	N3	254.80	0.47	269.26	14.43
35	N4	251.80	0.20	269.03	17.19
37	N5	243.30	0.30	268.82	25.47
39	N6	238.90	0.25	268.71	29.75
41	N7	235.10	0.26	268.64	33.48
43	N8	229.20	0.24	268.58	39.30
45	N9	227.20	0.20	268.56	41.28
47	N10	222.30	0.20	268.55	46.16
49	N11	219.15	0.19	268.54	49.29
51	N12	219.11	0.25	268.53	49.32
53	N13	245.80	0.22	268.86	23.02
55	N14	247.80	0.14	268.66	20.82
57	N15	239.20	0.27	268.47	29.21
59	N16	238.90	0.22	268.37	29.41
61	N17	235.80	0.18	268.29	32.43
63	N18	233.30	0.17	268.25	34.88
65	N19	230.80	0.07	268.22	37.34
67	N20	230.30	0.17	268.21	37.84
69	N21	223.60	0.22	268.19	44.50
71	N22	219.30	0.28	268.17	48.77
76	N23	232.80	0.06	268.21	35.34
85	N25	216.55	0.28	266.31	49.66
87	N26	250.80	0.12	268.61	17.78
89	N27	239.30	0.14	268.44	29.09
91	N28	239.30	0.06	268.31	28.96
93	N29	239.10	0.20	268.22	29.07
95	N30	236.30	0.15	267.92	31.56
97	N31	237.50	0.13	267.78	30.22
99	N32	239.80	0.11	267.74	27.88
101	N33	235.30	0.14	267.67	32.30
103	N34	231.30	0.20	267.64	36.27
107	N35	241.30	0.07	268.39	27.04
109	N36	239.05	0.11	268.37	29.26
111	N37	239.05	0.03	268.35	29.24
114	N38	233.80	0.12	267.71	33.85
117	N39	231.80	0.16	267.55	35.68
120	N40	221.80	0.33	266.77	44.88
122	N41	219.80	0.20	266.43	46.53
124	N42	230.80	0.21	266.04	35.17
126	N43	222.80	0.29	265.92	43.03
128	N44	218.30	0.17	265.92	47.52
130	N45	218.80	0.14	266.51	47.61
141	N48	223.30	0.05	265.86	42.47

Fuente: Elaboración propia (Tuberías en PVC, y para el cálculo las fórmulas de Hazen-Willians)

Figura 24.- Sistema de Distribución de Agua Potable



Fuente: Elaboración propia.

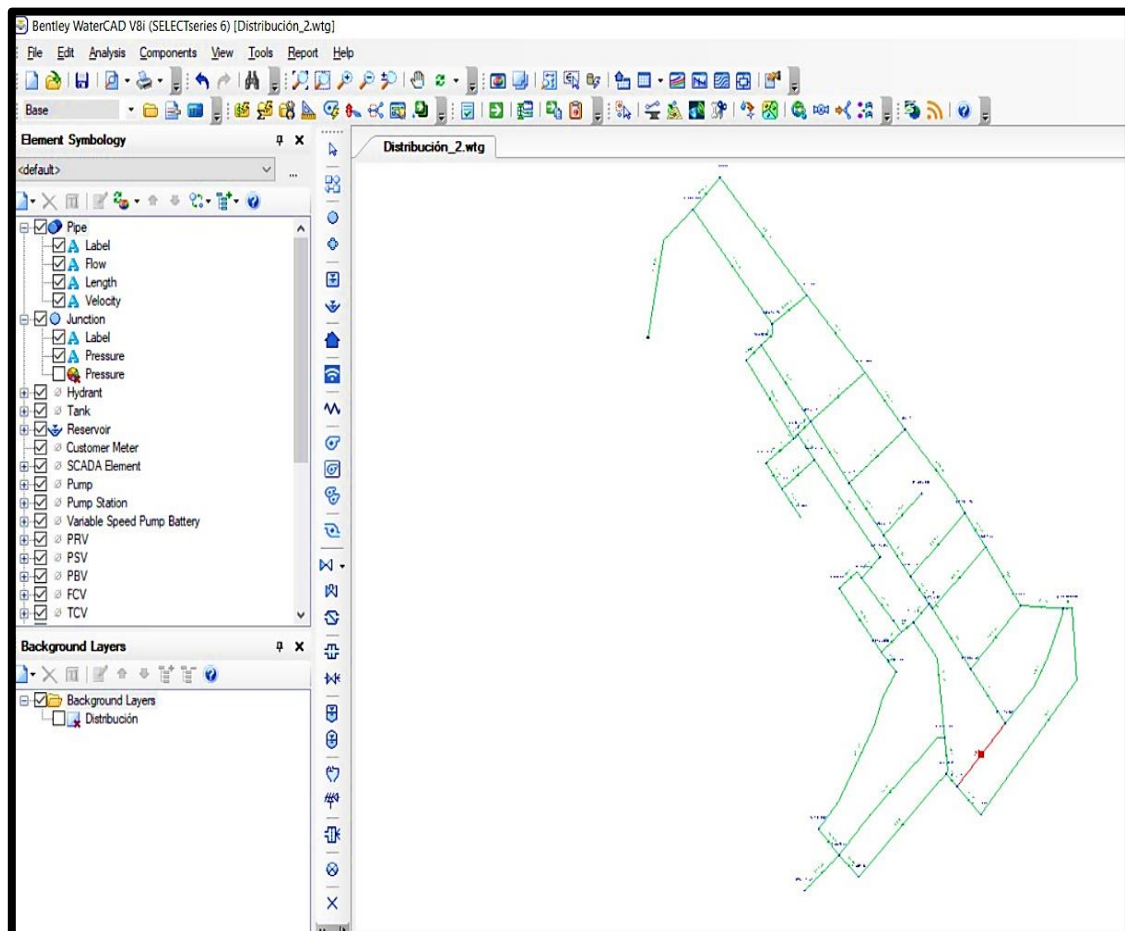
**Figura 25.- Altura de Reservorio**

Label	R-1
Notes	
GIS-IDs	<Collection: 0 items>
Hyperlinks	<Collection: 0 items>
<b>&lt;Geometry&gt;</b>	
X (m)	735,726.69
Y (m)	9,108,692.48
<b>Active Topology</b>	
Is Active?	True
<b>Operational</b>	
Controls	<Collection>
<b>Physical</b>	
Elevation (m)	272.50
Zone	<None>

Fuente: Elaboración Propia.

Luego de dibujar la tubería de la red e ingresar las cotas en cada nudo y caudales procedemos a diseñar la red.

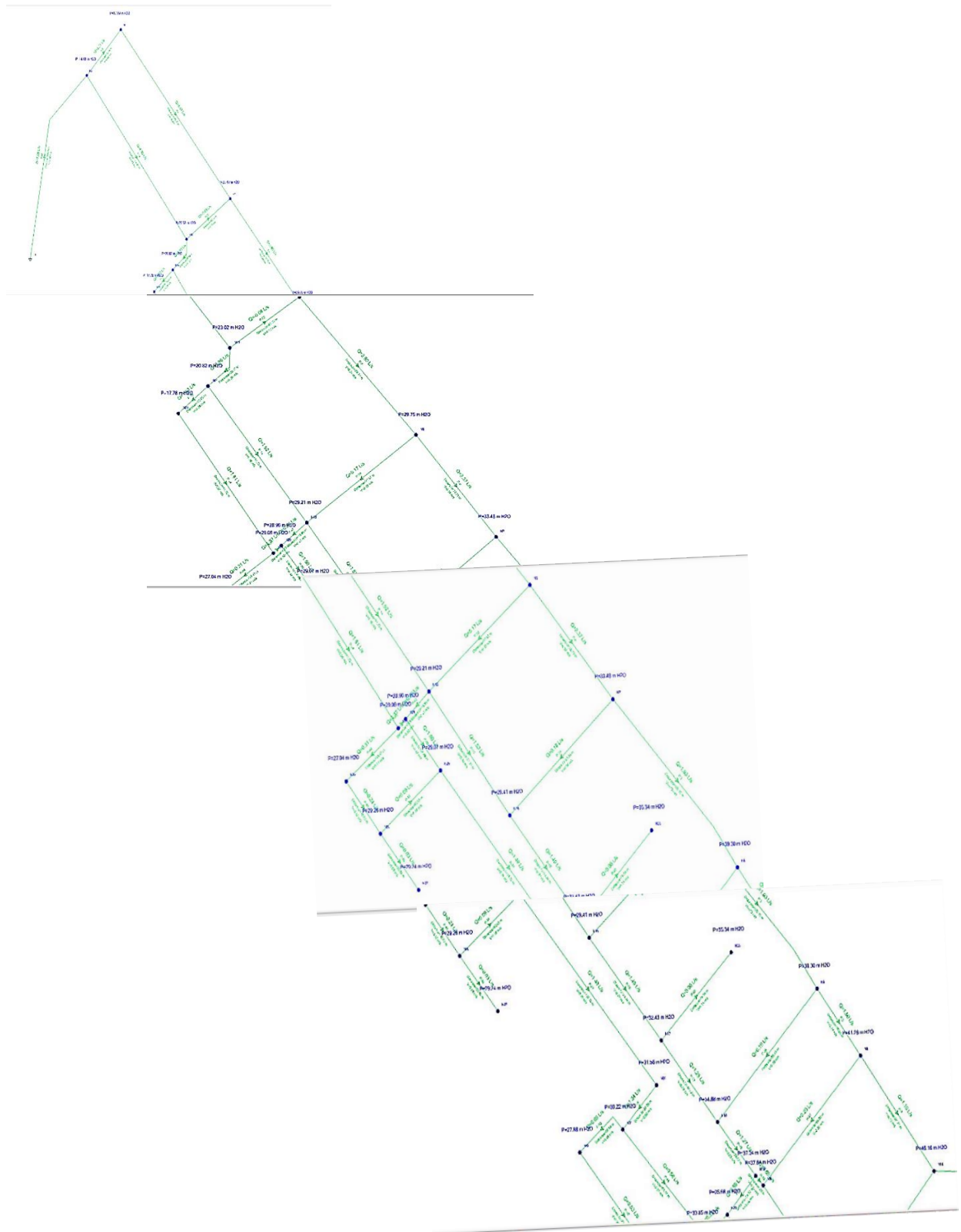
**Figura 26.- Diseño de Sistema de Tuberías de Distribución**



Fuente: Elaboración propia.

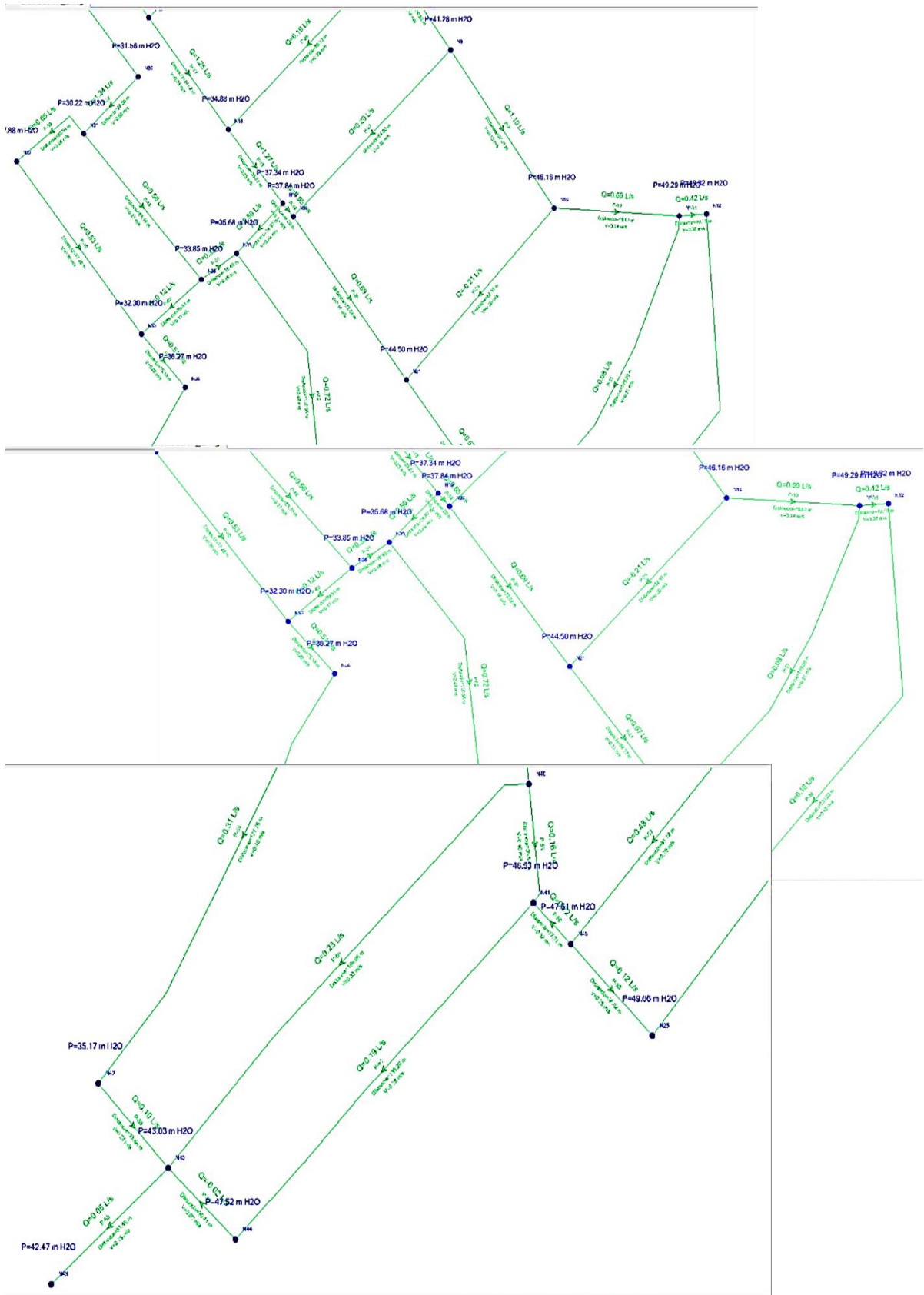


Figura 27.- Plano de Velocidades y Presiones



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 28.- Plano de Velocidades y Presiones**



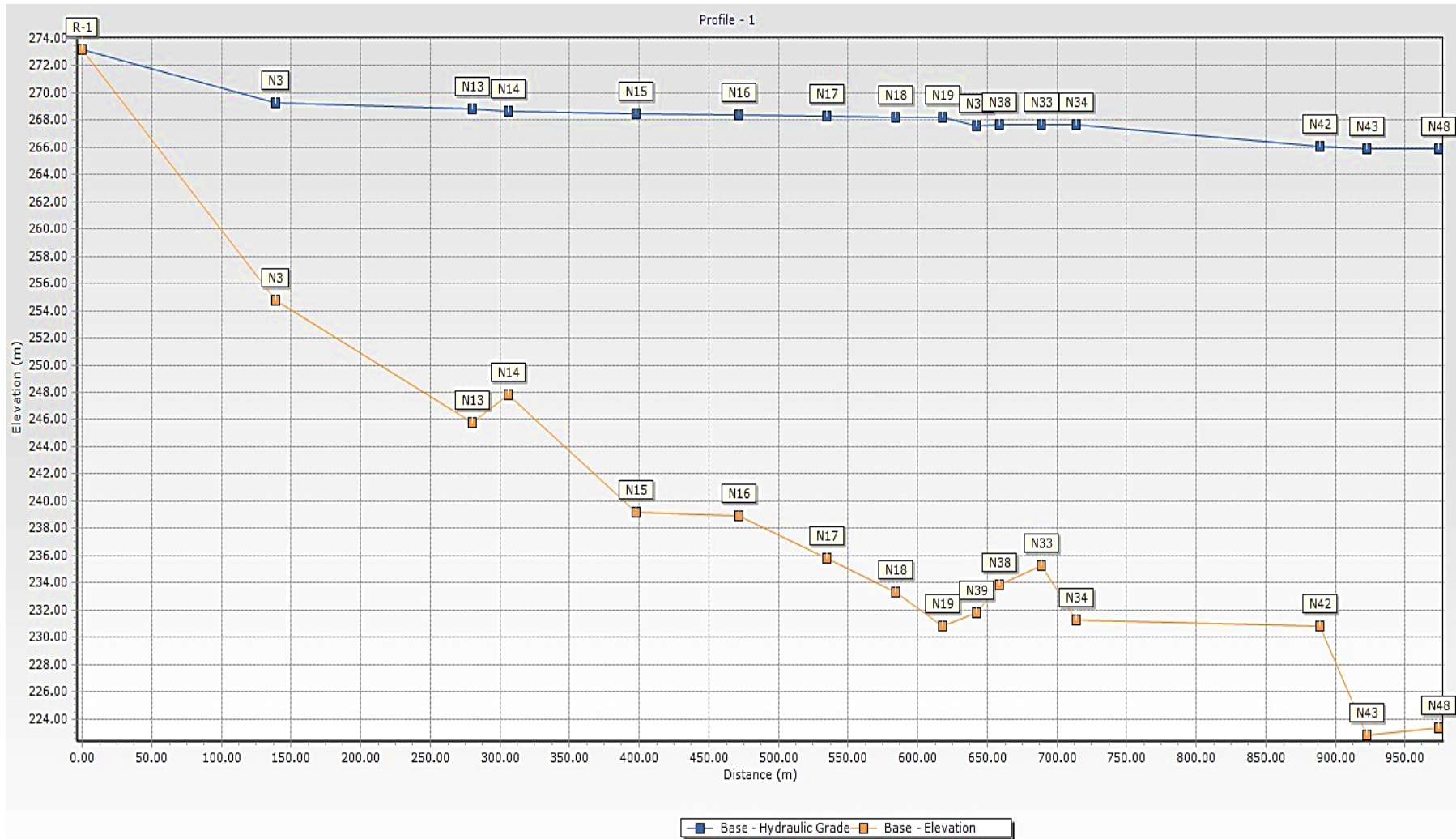
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 25.- Velocidades en Tramos del Sistema de Distribución**

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
36	P-3	43.18	N3	N4	80.10	PVC	150.0	3.21	0.64
38	P-4	149.43	N4	N5	103.00	PVC	150.0	3.01	0.36
40	P-5	98.70	N5	N6	103.00	PVC	150.0	2.80	0.34
42	P-6	70.73	N6	N7	103.00	PVC	150.0	2.37	0.28
44	P-7	105.15	N7	N8	103.00	PVC	150.0	1.93	0.23
46	P-8	39.93	N8	N9	103.00	PVC	150.0	1.50	0.18
48	P-9	68.31	N9	N10	103.00	PVC	150.0	1.10	0.13
50	P-10	48.03	N10	N11	80.10	PVC	150.0	0.69	0.14
52	P-11	10.45	N11	N12	80.10	PVC	102.0	0.42	0.08
54	P-12	141.23	N3	N13	102.00	PVC	150.0	4.30	0.53
56	P-13	26.12	N13	N14	80.10	PVC	150.0	3.99	0.79
58	P-14	91.73	N14	N15	80.10	PVC	150.0	1.92	0.38
60	P-15	73.21	N15	N16	80.10	PVC	150.0	1.53	0.30
62	P-16	63.24	N16	N17	80.10	PVC	150.0	1.49	0.30
64	P-17	49.82	N17	N18	80.10	PVC	150.0	1.25	0.25
66	P-18	33.27	N18	N19	80.10	PVC	150.0	1.27	0.25
68	P-19	6.20	N19	N20	80.10	PVC	150.0	0.65	0.13
70	P-20	72.02	N20	N21	80.10	PVC	150.0	0.69	0.14
72	P-21	64.77	N21	N22	80.10	PVC	150.0	0.67	0.13
73	P-22	47.74	N5	N13	29.40	PVC	150.0	-0.08	0.12
74	P-23	77.51	N6	N15	29.40	PVC	150.0	0.17	0.25
75	P-24	81.44	N7	N16	29.40	PVC	150.0	0.18	0.26
77	P-25	58.54	N17	N23	22.90	PVC	150.0	0.06	0.14
78	P-26	86.22	N8	N18	29.40	PVC	150.0	0.19	0.29
79	P-27	84.09	N9	N20	29.40	PVC	150.0	0.20	0.30
82	P-29	82.87	N21	N10	29.40	PVC	150.0	-0.21	0.30
84	P-31	129.20	N11	N22	29.40	PVC	150.0	0.08	0.21
86	P-32	237.23	N12	N25	22.90	PVC	150.0	0.16	0.40
88	P-33	22.20	N14	N26	80.10	PVC	150.0	1.93	0.38
90	P-34	91.73	N26	N27	80.10	PVC	150.0	1.81	0.36
92	P-35	6.08	N27	N28	43.40	PVC	150.0	1.37	0.92
94	P-36	30.88	N28	N29	69.40	PVC	150.0	1.60	0.42
96	P-37	118.78	N29	N30	69.40	PVC	150.0	1.49	0.39
98	P-38	28.96	N30	N31	58.40	PVC	150.0	1.34	0.50
100	P-39	33.94	N31	N32	58.40	PVC	150.0	0.65	0.24
102	P-40	77.28	N32	N33	58.40	PVC	150.0	0.53	0.20
104	P-41	25.18	N33	N34	54.20	PVC	150.0	0.51	0.22
105	P-42	18.80	N15	N28	29.40	PVC	150.0	0.29	0.43
108	P-44	39.47	N27	N35	43.40	PVC	150.0	0.31	0.21
110	P-45	30.93	N35	N36	43.40	PVC	150.0	0.24	0.16
112	P-46	33.83	N36	N37	22.90	PVC	150.0	0.03	0.08
113	P-47	46.08	N36	N29	22.90	PVC	150.0	0.09	0.22
115	P-48	68.35	N31	N38	58.40	PVC	150.0	0.56	0.21
116	P-49	29.91	N38	N33	29.40	PVC	150.0	0.12	0.17
118	P-50	24.87	N19	N39	29.40	PVC	150.0	0.56	0.82
119	P-51	16.40	N38	N39	29.40	PVC	150.0	0.33	0.48
121	P-52	119.58	N39	N40	43.40	PVC	150.0	0.72	0.49
123	P-53	35.57	N40	N41	22.90	PVC	150.0	0.16	0.40
125	P-54	174.76	N34	N42	29.40	PVC	150.0	0.31	0.46
127	P-55	33.88	N42	N43	22.90	PVC	150.0	0.10	0.24
129	P-56	30.44	N43	N44	29.40	PVC	150.0	-0.02	0.02
131	P-57	81.72	N22	N45	54.20	PVC	150.0	0.48	0.70
132	P-58	17.31	N45	N41	29.40	PVC	150.0	0.22	0.32
133	P-59	38.02	N45	N25	22.90	PVC	150.0	0.12	0.29
134	P-60	166.06	N40	N43	29.40	PVC	150.0	0.23	0.33
140	P-64	139.28	N41	N44	29.40	PVC	150.0	0.19	0.28
142	P-65	51.49	N43	N48	22.90	PVC	150.0	0.05	0.13
144	P-66	139.05	R-1	N3	80.10	PVC	150.0	7.98	1.58

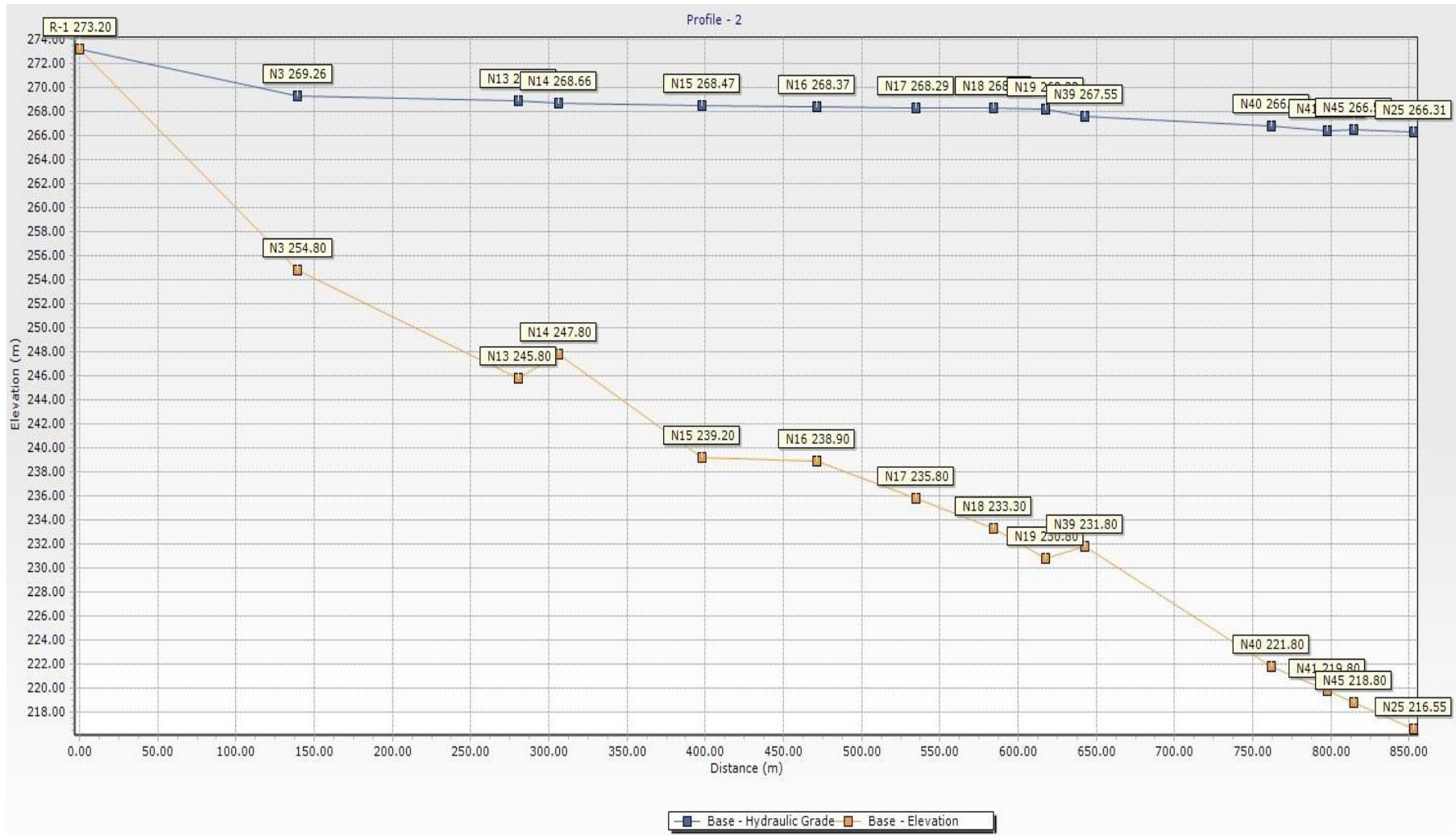
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 29.- Gradiente del Sistema de Distribución**



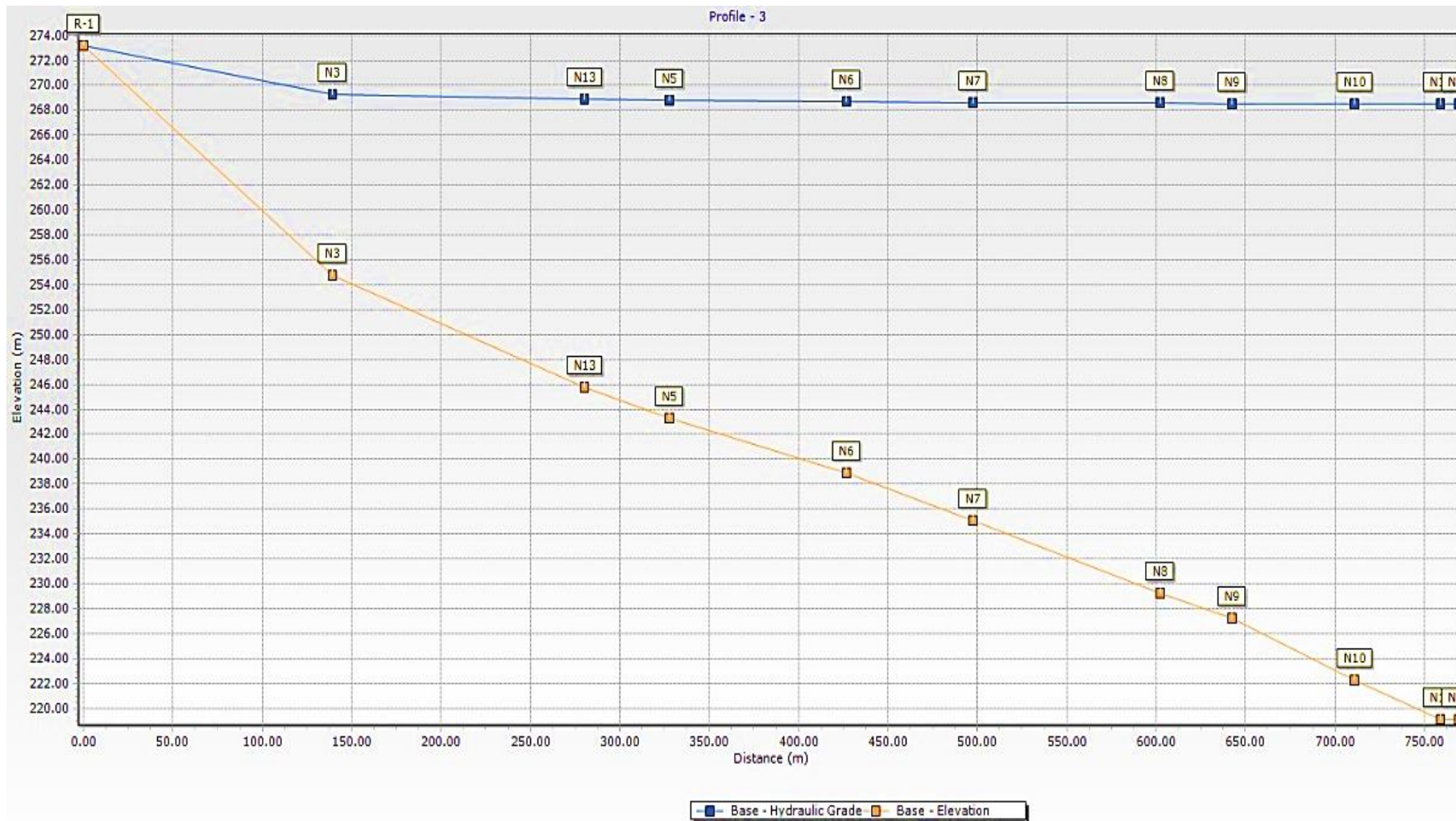
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 30.- Gradiente del Sistema de Distribución**



Fuente: Elaboración propia.

Figura 31.- Gradiente del Sistema de Distribución



Fuente: Elaboración propia.

#### Datos a considerar para determinar la demanda de agua.

Qmh	7.87	L / s
Longitud total del proyecto	3,911.4 3	m
Caudal unitario por metro	<b>0.0020</b>	<b>l/s/m</b>

#### 4.8 Diseño del sistema de alcantarillado.

Los habitantes del C.P. Bello Horizonte evacuan sus aguas negras mediante tubería hacia el río Moche lo cual es un contaminante directo debido a que a los alrededores se encuentran terrenos de cultivo, además la población está expuesta a cualquier tipo de enfermedad, por este motivo optamos por el uso de un sistema sanitario uniéndose al sistema de alcantarillado.

**Consideraciones para el diseño:** Entre las consideraciones más relevantes tenemos población, caudal, pendiente y periodo de diseño.

**Población:** consideramos una población futura a un tiempo determinado de 20 años, considerando el índice de aumento poblacional.

**Caudal de aporte:** Para este flujo, se ha adoptado un 80% del Q<sub>máx</sub>/h.

**Caudal de diseño:** De acuerdo a la norma OS.070, se utilizó el Q<sub>máx</sub>/h para diseñar las redes de desagüe.

**Pendiente:** Para determinar la pendiente hidráulica en las redes de desagüe entre tramos implicó dividir la cota entre los dos puntos comprometidos, el resultado fue dividido entre la distancia de los puntos indicados anteriormente. Usamos la siguiente expresión:

$$S = \frac{H1 - H2}{L}$$

Donde:

S =Pendiente.

H1 =Elevación aguas arriba.

H2 =Elevación aguas abajo.

L = Distancia horizontal entre dos cotas expresadas en metros.

La pendiente cumple con los criterios de la fuerza de tracción a partir de la cual la velocidad de salida en algunos tramos sea equivalente a 5 m/s para ser considerada como pendiente máxima.

**Máxima Velocidad:**

Es importante evitar que las partículas arrastradas por las aguas grises actúen de forma agresiva al llegar a los buzones del sistema.

**Velocidad mínima:**

Permitirá que el sistema se limpie automáticamente durante las horas de menor consumo. La velocidad mín. evitará la sedimentación exagerada de material sólido.

**Tensión tractiva:**

Alude al esfuerzo tangencial vinculado a la escorrentía por gravedad en las tuberías del sistema. Usando los criterios de tensión tractiva, las pendientes deben satisfacer el criterio de autolimpieza. Cada sección ( $\sigma$ ) el caudal inicial ( $Q_i$ ) debe tener un valor mínimo de  $\sigma = 1,0$  Pa; y un valor del coeficiente de Manning de  $n = 0,013$ . para verificar esto. Esta expresión puede ser útil para determinar la pendiente mínima que cumple con este requisito:

$$S_{omin} = 0.0055 * Q_i^{-0.47}$$

**Donde:**

$$S_{o min} = \text{Pendiente minima } \left(\frac{m}{m}\right)$$

$$Q_i = \text{Caudal inicial } \left(\frac{L}{s}\right)$$

La pendiente máxima permitida para la velocidad final  $V_f = 5$  m/s. Asegurar una adecuada ventilación de la sección cuando  $V_f$  sea mayor que  $V_c$ , la altura del nivel freático permitido debe ser 50% mayor que el diámetro del colector.

$$V_c = 6 * \sqrt{g} * R_h$$



**Donde:**

Crítico velocidad (m/s) =  $V_c$

Aceleración gravitacional (m/s<sup>2</sup>) =  $g$

Radio hidráulico en metros =  $R_h$

El valor final del caudal máximo debe ser inferior o igual al 75% del diámetro del colector.

**Planificación del sistema de alcantarillado:**

Año: -----→ 20

N.º viviendas: -----→ 303

Densidad de población: --→ 5,5 Hab/viv.

La tasa de crecimiento: --→ 2,69

Dotación per cápita: -----→ 120,00 l/hab/d

**Q<sub>m</sub>** = 6.9 l/s

**K<sub>2</sub>** = 2

Q<sub>mh.</sub> = 5.12 l/s.

Q<sub>alc</sub> = 2,14 l/s.

Q<sub>uni</sub> = 0.015 l/s/viv.

**Tabla 26.- Cálculo Hidráulico de Redes de Alcantarillado**

PROYECTO: ALCANTARILLADO CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE										
ZONA: RED COLECTORA										
PARÁMETROS DE DISEÑO										
Observación	Manning	Serie	Diámetro	Infiltración	Tipo Tubería	Dotación	120 l/s	Longitud de Tuberías	3,704.91	m
Inicio de tramo	0.009	25	110	NO	PVC	Población Proyectada	2,834.00 Hab			
Primeros 300 m	0.009	20	160	NO	PVC	Coficiente Máximo Horario	2.03	Caudal metro de tubería	0.00172	l/s/m
Red colectora		16.7	200			Aporte al Alcantarillado	80.00 %			
			315			Caudal Máximo Horario	6.38 l/s			

Datos Generales y Caudales de Diseño							Régimen Hidráulico										Régimen Hidráulico										Observación																	
Buzón		Longitud		CAUDAL (lps)			Cotas de Tapa		Pendiente Terreno		Cotas de Fondo		Altura Bz. de Inicio		Pendiente Tubería		Diámetro No Minimal		Tipo de Tubería		Serie		Diámetro Interno		Coficiente de Manning		Sección Llena		Sección Parcial		Tirante		Ángulo		Área Mojada		Perímetro Mojado		Velocidad Real		Velocidad Crítica		Fuerza Tractiva	
De	A	TUBERIA	L	PROP IO	LATE RAL	TOT AL	m.s.n.m.		m.s.n.m.		m		%		mm										Velocidad		Caudal		Q <sub>DIS</sub> /Q <sub>MAX</sub>		h/D		h		%									
N°	N°		(m)				Inicial	Final	%	Inicial	Final	m	%	mm	s	mm	η	m/s	l/s	Q <sub>DIS</sub> /Q <sub>MAX</sub>	h/D	mm	h/D	°	m²	m	m/s	m/s	Pascal															
BzN 1	BzN 2	TUBERIA 01	43.92	0.08	0.00	0.08	256.04	254.96	24.59	254.84	253.76	1.20	2.46	200	PVC	20	195.1	0.009	0.74	21.99	0.003	0.043	8.29	4.25	47.59	0.00044	0.08	0.17	1.38	13.07													Red colectora	
BzN 2	BzN 6	TUBERIA 02	98.30	0.17	0.08	0.24	254.96	247.40	76.91	253.76	246.20	1.20	7.69	200	PVC	20	195.1	0.009	1.30	38.89	0.006	0.056	10.93	5.60	54.75	0.00066	0.09	0.36	1.58	53.49														Red colectora
BzN 2	BzN 3	TUBERIA 03	66.31	0.11	0.00	0.11	254.96	248.40	98.93	253.76	247.20	1.20	9.89	200	PVC	20	195.1	0.009	1.48	44.11	0.003	0.037	7.12	3.65	44.06	0.00035	0.08	0.31	1.28	45.27														Red colectora
BzN 3	BzN 4	TUBERIA 04	73.40	0.13	0.11	0.24	248.40	242.98	73.84	247.20	241.78	1.20	7.38	200	PVC	20	195.1	0.009	1.27	38.10	0.006	0.056	10.93	5.60	54.75	0.00066	0.09	0.35	1.58	51.36														Red colectora
BzN 4	BzN 5	TUBERIA 05	78.90	0.14	0.24	0.38	242.98	240.00	37.77	241.78	238.80	1.20	3.78	200	PVC	20	195.1	0.009	0.91	27.25	0.014	0.082	15.90	8.15	66.35	0.00115	0.11	0.32	1.90	37.76														Red colectora
BzN 6	BzN 7	TUBERIA 06	31.30	0.05	0.24	0.30	247.40	246.60	25.56	246.20	245.40	1.20	2.56	200	PVC	20	195.1	0.009	0.75	22.42	0.013	0.081	15.75	8.08	66.04	0.00114	0.11	0.26	1.89	25.33														Red colectora
BzN 7	BzN 11	TUBERIA 07	72.59	0.12	0.30	0.42	246.60	240.00	90.92	245.40	238.80	1.20	9.09	200	PVC	20	195.1	0.009	1.41	42.28	0.010	0.070	13.71	7.03	61.48	0.00092	0.10	0.45	1.77	78.78														Red colectora
BzN 8	BzN 10	TUBERIA 08	51.81	0.09	0.00	0.09	248.42	240.63	150.36	247.22	239.43	1.20	15.04	200	PVC	20	195.1	0.009	1.82	54.37	0.002	0.030	5.80	2.98	39.73	0.00026	0.07	0.33	1.16	56.26														Red colectora
BzN 10	BzN 11	TUBERIA 09	29.92	0.05	0.14	0.19	240.63	240.00	21.06	239.43	238.80	1.20	2.11	200	PVC	20	195.1	0.009	0.68	20.35	0.009	0.068	13.27	6.80	60.46	0.00088	0.10	0.21	1.74	17.68														Red colectora

BzN 9	Bz N 10	TUBERIA 10	28.49	0.05	0.00	0.05	242.20	240.63	55.11	241.00	239.43	1.20	5.51	200	PVC	20	195.1	0.009	1.10	32.92	0.001	0.028	5.37	2.75	38.18	0.00023	0.07	0.19	1.12	19.08	Red colector a
BzN 5	Bz N 18	TUBERIA 11	67.91	0.12	0.38	0.49	240.00	236.44	52.42	238.80	235.24	1.20	5.24	200	PVC	20	195.1	0.009	1.07	32.11	0.015	0.086	16.78	8.60	68.21	0.00125	0.12	0.39	1.95	55.18	Red colector a
BzN 11	Bz N 15	TUBERIA 12	70.36	0.12	0.61	0.73	240.00	240.00	0.00	238.80	237.39	1.20	2.00	200	PVC	20	195.1	0.009	0.66	19.85	0.037	0.131	25.56	13.10	84.88	0.00231	0.14	0.32	2.38	31.41	Red colector a
BzN 13	Bz N 12	TUBERIA 13	39.89	0.07	0.00	0.07	240.00	240.00	0.00	238.80	238.20	1.20	1.50	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.20	0.004	0.045	8.83	4.53	49.13	0.00048	0.08	0.14	1.43	8.50	Red colector a
BzN 12	Bz N 14	TUBERIA 14	59.98	0.10	0.07	0.17	240.00	240.00	0.00	238.20	237.30	1.80	1.50	200	PVC	20	195.1	0.009	0.57	17.18	0.010	0.070	13.71	7.03	61.48	0.00092	0.10	0.18	1.77	13.00	Red colector a
BzN 14	Bz N 19	TUBERIA 15	59.98	0.10	0.17	0.28	240.00	237.57	40.51	237.30	236.37	2.70	1.55	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.46	0.016	0.087	16.97	8.70	68.62	0.00127	0.12	0.21	1.96	16.50	Red colector a
BzN 15	Bz N 18	TUBERIA 16	75.39	0.13	0.00	0.13	240.00	236.44	47.22	237.39	235.24	2.61	2.85	200	PVC	20	195.1	0.009	0.79	23.68	0.005	0.053	10.34	5.30	53.24	0.00061	0.09	0.21	1.54	18.80	Red colector a
BzN 15	Bz N 16	TUBERIA 17	69.83	0.12	0.73	0.85	240.00	236.78	46.11	237.39	235.58	2.61	2.59	200	PVC	20	195.1	0.009	0.76	22.58	0.038	0.132	25.75	13.20	85.22	0.00234	0.15	0.36	2.38	40.91	Red colector a
BzN 16	Bz N 17	TUBERIA 18	51.88	0.09	0.00	0.09	236.78	234.08	52.04	235.58	232.88	1.20	5.20	200	PVC	20	195.1	0.009	1.07	31.99	0.003	0.038	7.41	3.80	44.96	0.00037	0.08	0.23	1.31	24.78	Red colector a
BzN 18	Bz N 22	TUBERIA 19	85.11	0.15	0.62	0.77	236.44	231.67	56.05	235.24	230.47	1.20	5.60	200	PVC	20	195.1	0.009	1.11	33.20	0.023	0.105	20.49	10.50	75.63	0.00167	0.13	0.46	2.14	71.34	Red colector a
BzN 22	Bz N 23	TUBERIA 20	20.43	0.04	0.77	0.80	231.67	230.61	51.88	230.47	229.41	1.20	5.19	200	PVC	20	195.1	0.009	1.07	31.94	0.025	0.109	21.27	10.90	77.11	0.00177	0.13	0.45	2.18	68.42	Red colector a
BzN 25	Bz N 23	TUBERIA 21	26.69	0.05	0.25	0.30	231.87	230.61	47.21	230.67	229.41	1.20	4.72	200	PVC	20	195.1	0.009	1.02	30.47	0.010	0.070	13.56	6.95	61.14	0.00091	0.10	0.32	1.76	40.48	Red colector a
BzN 17	Bz N 25	TUBERIA 22	41.50	0.07	0.09	0.16	234.08	231.87	53.25	232.88	230.67	1.20	5.33	200	PVC	20	195.1	0.009	1.08	32.36	0.005	0.050	9.76	5.00	51.68	0.00056	0.09	0.28	1.50	33.17	Red colector a
BzN 26	Bz N 25	TUBERIA 23	54.05	0.09	0.00	0.09	234.56	231.87	49.77	233.36	230.67	1.20	4.98	200	PVC	20	195.1	0.009	1.05	31.28	0.003	0.040	7.71	3.95	45.85	0.00039	0.08	0.23	1.33	24.61	Red colector a
BzN 16	Bz N 26	TUBERIA 24	43.93	0.08	0.85	0.93	236.78	234.56	50.53	235.58	233.36	1.20	5.05	200	PVC	20	195.1	0.009	1.05	31.52	0.030	0.117	22.83	11.70	80.01	0.00196	0.14	0.47	2.25	71.25	Red colector a
BzN 19	Bz N 20	TUBERIA 25	28.13	0.05	0.28	0.32	237.57	239.06	-52.97	236.37	235.94	1.20	1.53	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.34	0.019	0.095	18.44	9.45	71.61	0.00143	0.12	0.22	2.04	17.60	Red colector a
BzN 20	Bz N 29	TUBERIA 26	70.73	0.12	0.32	0.45	239.06	235.40	51.75	235.94	234.20	3.12	2.46	200	PVC	20	195.1	0.009	0.74	21.99	0.020	0.098	19.02	9.75	72.78	0.00150	0.12	0.29	2.07	29.19	Red colector a
BzN 21	Bz N 30	TUBERIA 27	61.62	0.11	0.00	0.11	240.79	236.44	70.59	239.59	235.14	1.20	7.22	200	PVC	20	195.1	0.009	1.26	37.68	0.003	0.038	7.41	3.80	44.96	0.00037	0.08	0.27	1.31	34.38	Red colector a
BzN 23	Bz N 24	TUBERIA 28	40.66	0.07	1.10	1.17	230.61	228.67	47.71	229.41	227.47	1.20	4.77	200	PVC	20	195.1	0.009	1.02	30.63	0.038	0.133	25.95	13.30	85.55	0.00236	0.15	0.49	2.39	75.84	Red colector a
BzN 27	Bz N 24	TUBERIA 29	78.69	0.14	0.00	0.14	231.77	228.67	39.40	230.57	227.47	1.20	3.94	200	PVC	20	195.1	0.009	0.93	27.83	0.005	0.050	9.76	5.00	51.68	0.00056	0.09	0.24	1.50	24.54	Red colector a
BzN 26	Bz N 27	TUBERIA 30	40.00	0.07	0.93	1.00	234.56	231.77	69.75	233.36	230.57	1.20	6.98	200	PVC	20	195.1	0.009	1.24	37.03	0.027	0.112	21.85	11.20	78.21	0.00184	0.13	0.53	2.21	94.37	Red colector a
BzN 24	Bz N 39	TUBERIA 31	69.49	0.12	1.31	1.43	228.67	223.88	68.93	227.47	222.68	1.20	6.89	200	PVC	20	195.1	0.009	1.23	36.82	0.039	0.134	26.14	13.40	85.89	0.00239	0.15	0.59	2.40	110.34	Red colector a
BzN 37	Bz N 39	TUBERIA 32	75.60	0.13	0.00	0.13	225.00	223.88	14.81	223.80	222.68	1.20	1.48	200	PVC	20	195.1	0.009	0.57	17.07	0.008	0.062	12.10	6.20	57.67	0.00077	0.10	0.17	1.66	11.37	Red colector a
BzN 27	Bz N 37	TUBERIA 33	71.38	0.12	1.00	1.12	231.77	225.00	94.84	230.57	223.80	1.20	9.48	200	PVC	20	195.1	0.009	1.44	43.18	0.026	0.110	21.46	11.00	77.48	0.00179	0.13	0.62	2.19	126.16	Red colector a

BzN 28	Bz N 36	TUBERIA 34	45.89	0.08	0.48	0.56	233.45	229.49	86.29	232.25	228.29	1.20	8.63	200	PVC	20	195.1	0.009	1.38	41.19	0.013	0.081	15.75	8.08	66.04	0.00114	0.11	0.48	1.89	85.50	Red colector a
BzN 29	Bz N 28	TUBERIA 35	18.11	0.03	0.45	0.48	235.40	233.45	107.68	234.20	232.25	1.20	10.77	200	PVC	20	195.1	0.009	1.54	46.01	0.010	0.071	13.85	7.10	61.81	0.00094	0.11	0.50	1.78	94.26	Red colector a
BzN 30	Bz N 29	TUBERIA 36	24.23	0.04	0.00	0.04	236.44	235.40	42.92	235.14	234.20	1.30	3.88	200	PVC	20	195.1	0.009	0.92	27.62	0.002	0.028	5.37	2.75	38.18	0.00023	0.07	0.16	1.12	13.43	Red colector a
BzN 30	Bz N 31	TUBERIA 37	5.80	0.01	0.15	0.16	236.44	236.46	-3.45	235.14	234.96	1.30	3.10	200	PVC	20	195.1	0.009	0.83	24.70	0.006	0.057	11.12	5.70	55.25	0.00068	0.09	0.23	1.60	21.96	Red colector a
BzN 31	Bz N 34	TUBERIA 38	24.98	0.04	0.16	0.20	236.46	232.80	146.52	234.96	231.60	1.50	13.45	200	PVC	20	195.1	0.009	1.72	51.43	0.004	0.045	8.83	4.53	49.13	0.00048	0.08	0.41	1.43	75.99	Red colector a
BzN 34	Bz N 32	TUBERIA 39	28.06	0.05	0.20	0.25	232.80	231.37	50.96	231.60	230.17	1.20	5.10	200	PVC	20	195.1	0.009	1.06	31.66	0.008	0.062	12.10	6.20	57.67	0.00077	0.10	0.31	1.66	39.13	Red colector a
BzN 32	Bz N 33	TUBERIA 40	23.55	0.04	0.25	0.29	231.37	229.89	62.85	230.17	228.69	1.20	6.28	200	PVC	20	195.1	0.009	1.18	35.15	0.008	0.064	12.49	6.40	58.62	0.00081	0.10	0.35	1.69	49.76	Red colector a
BzN 33	Bz N 47	TUBERIA 41	42.65	0.07	0.29	0.36	229.89	231.77	-44.08	228.69	228.05	1.20	1.50	200	PVC	20	195.1	0.009	0.57	17.18	0.021	0.100	19.51	10.00	73.74	0.00156	0.13	0.23	2.09	18.24	Red colector a
BzN 48	Bz N 47	TUBERIA 42	40.58	0.07	0.00	0.07	231.14	231.77	-15.52	229.94	228.05	1.20	4.66	200	PVC	20	195.1	0.009	1.01	30.26	0.002	0.035	6.83	3.50	43.13	0.00033	0.07	0.21	1.26	20.45	Red colector a
BzN 36	Bz N 35	TUBERIA 43	68.00	0.12	0.56	0.67	229.49	223.33	90.59	228.29	219.81	1.20	12.47	200	PVC	20	195.1	0.009	1.66	49.52	0.014	0.082	15.90	8.15	66.35	0.00115	0.11	0.58	1.90	124.67	Red colector a
BzN 39	Bz N 40	TUBERIA 44	57.17	0.10	1.56	1.66	223.88	220.00	67.87	222.68	218.80	1.20	6.79	200	PVC	20	195.1	0.009	1.22	36.53	0.045	0.145	28.29	14.50	89.53	0.00268	0.15	0.62	2.49	116.89	Red colector a
BzN 40	Bz N 41	TUBERIA 45	49.63	0.09	1.66	1.74	220.00	220.00	0.00	218.80	218.20	1.20	1.21	200	PVC	20	195.1	0.009	0.52	15.42	0.113	0.226	44.00	22.60	113.54	0.00507	0.19	0.34	3.04	31.07	Red colector a
BzN 41	Bz N 38	TUBERIA 46	32.24	0.06	1.74	1.80	220.00	220.00	0.00	218.20	217.57	1.80	1.95	200	PVC	20	195.1	0.009	0.66	19.60	0.092	0.204	39.75	20.38	107.33	0.00437	0.18	0.41	2.91	45.84	Red colector a
BzN 38	Bz N 45	TUBERIA 47	46.32	0.08	1.80	1.88	220.00	220.00	0.00	217.57	216.87	2.43	1.51	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.24	0.109	0.222	43.36	22.23	112.51	0.00495	0.19	0.38	3.02	38.28	Red colector a
BzN 42	Bz N 43	TUBERIA 48	75.31	0.13	0.00	0.13	220.00	218.95	13.94	218.80	216.32	1.20	3.29	200	PVC	20	195.1	0.009	0.85	25.45	0.005	0.051	9.95	5.10	52.21	0.00058	0.09	0.22	1.51	20.91	Red colector a
BzN 45	Bz N 43	TUBERIA 49	36.13	0.06	3.12	3.18	220.00	218.95	29.06	216.87	216.32	3.13	1.52	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.30	0.184	0.289	56.38	28.90	130.08	0.00716	0.22	0.44	3.38	48.27	Red colector a
BzN 37	Bz N 44	TUBERIA 50	70.51	0.12	1.12	1.24	225.00	220.00	70.91	223.80	216.87	1.20	9.83	200	PVC	20	195.1	0.009	1.47	43.96	0.028	0.115	22.44	11.50	79.29	0.00191	0.14	0.64	2.23	136.33	Red colector a
BzN 43	Bz N 54	TUBERIA 51	84.30	0.15	3.31	3.46	218.95	217.49	17.32	216.32	215.18	2.63	1.35	200	PVC	20	195.1	0.009	0.55	16.31	0.212	0.313	60.97	31.25	135.95	0.00798	0.23	0.43	3.49	45.73	Red colector a
BzN 45	Bz N 44	TUBERIA 52	86.19	0.15	0.00	0.15	220.00	219.71	3.36	216.87	215.57	3.13	1.51	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.22	0.009	0.066	12.83	6.58	59.43	0.00084	0.10	0.18	1.71	12.26	Red colector a
BzN 44	Bz N 54	TUBERIA 53	38.88	0.07	2.05	2.12	219.71	217.49	57.10	215.57	215.18	4.14	1.00	200	PVC	20	195.1	0.009	0.47	14.04	0.151	0.262	51.19	26.24	123.26	0.00626	0.21	0.34	3.24	29.33	Red colector a
BzN 46	Bz N 44	TUBERIA 54	17.32	0.03	1.88	1.91	220.34	219.71	36.37	216.00	215.57	4.34	2.48	200	PVC	20	195.1	0.009	0.74	22.09	0.086	0.197	38.43	19.70	105.40	0.00417	0.18	0.45	2.86	56.52	Red colector a
BzN 35	Bz N 46	TUBERIA 55	44.94	0.08	1.56	1.64	223.33	220.34	66.53	219.81	216.00	3.52	8.48	200	PVC	20	195.1	0.009	1.37	40.83	0.040	0.136	26.48	13.58	86.48	0.00243	0.15	0.66	2.42	137.36	Red colector a
BzN 51	Bz N 35	TUBERIA 56	82.46	0.14	0.74	0.89	222.25	223.33	-13.10	221.05	219.81	1.20	1.50	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.20	0.052	0.154	30.09	15.43	92.50	0.00293	0.16	0.30	2.56	27.42	Red colector a
BzN 52	Bz N 46	TUBERIA 57	68.82	0.12	0.12	0.24	219.90	220.34	-6.39	217.04	216.00	2.86	1.51	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.24	0.014	0.082	16.05	8.23	66.66	0.00117	0.11	0.20	1.91	15.24	Red colector a

BzN 47	Bz N 51	TUBERIA 58	46.43	0.08	0.43	0.51	231.77	222.25	205.04	228.05	221.05	3.72	15.08	200	PVC	20	195.1	0.009	1.82	54.45	0.009	0.068	13.27	6.80	60.46	0.00088	0.10	0.57	1.74	126.59	Red colector a	
BzN 53	Bz N 52	TUBERIA 59	70.22	0.12	0.00	0.12	219.30	219.90	-8.54	218.10	217.04	1.20	1.51	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.23	0.007	0.059	11.51	5.90	56.23	0.00071	0.10	0.16	1.62	11.05	Red colector a	
BzN 49	Bz N 51	TUBERIA 60	79.26	0.14	0.10	0.23	224.14	222.25	23.85	222.63	221.05	1.51	1.99	200	PVC	20	195.1	0.009	0.66	19.80	0.012	0.076	14.73	7.55	63.79	0.00103	0.11	0.22	1.83	18.52	Red colector a	
BzN 50	Bz N 49	TUBERIA 61	55.55	0.10	0.00	0.10	224.67	224.14	9.54	223.47	222.63	1.20	1.51	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.24	0.006	0.053	10.34	5.30	53.24	0.00061	0.09	0.15	1.54	9.97	Red colector a	
BzN 54	Bz N 55	TUBERIA 62	55.92	0.10	5.58	5.68	217.49	216.45	18.60	215.18	214.55	2.31	1.13	315	PVC	20	307.3	0.009	0.67	49.99	0.114	0.227	69.83	22.73	113.88	0.01267	0.31	0.45	3.83	45.83	Red colector a	
BzN 55	Bz N 56	TUBERIA 63	24.16	0.04	5.68	5.72	216.45	215.45	41.39	214.55	214.25	1.90	1.24	315	PVC	20	307.3	0.009	0.71	52.48	0.109	0.222	68.30	22.23	112.51	0.01227	0.30	0.46	3.79	49.54	Red colector a	
BzN 56	Bz N 57	TUBERIA 64	20.89	0.04	5.72	5.75	215.45	214.45	47.87	214.25	213.25	1.20	4.79	315	PVC	20	307.3	0.009	1.39	103.04	0.056	0.160	49.01	15.95	94.16	0.00763	0.25	0.75	3.27	141.77	Red colector a	
BzN 57	Bz N 58	TUBERIA 65	70.74	0.12	5.75	5.87	214.45	213.70	10.60	213.25	212.50	1.20	1.06	315	PVC	20	307.3	0.009	0.65	48.49	0.121	0.235	72.14	23.48	115.92	0.01327	0.31	0.44	3.88	44.37	Red colector a	
BzN 58	I M H O F F 01	TUBERIA 66	291.50	0.50	5.87	6.38	213.70	200.00	47.00	212.50	199.00	1.20	4.63	315	PVC	20	307.3	0.009	1.37	101.35	0.063	0.170	52.24	17.00	97.40	0.00836	0.26	0.76	3.36	145.38	Red colector a	
		SUMATORIA	3704.91	6.38																												

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 28.- Coeficiente de Manning**

TUBERIA	Longitud (m)	CAUDAL (l/s)	Diámetro Nominal (mm)	Tipo de Tubería	Coeficiente de Manning (n)	Diámetro Interno
TUBERIA 01	43.92	0.08	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 02	98.30	0.24	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 03	66.31	0.11	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 04	73.40	0.24	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 05	78.90	0.38	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 06	31.30	0.30	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 07	72.59	0.42	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 08	51.81	0.09	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 09	29.92	0.19	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 10	28.49	0.05	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 11	67.91	0.49	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 12	70.36	0.73	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 13	39.89	0.07	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 14	59.98	0.17	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 15	59.98	0.28	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 16	75.39	0.13	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 17	69.83	0.85	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 18	51.88	0.09	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 19	85.11	0.77	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 20	20.43	0.80	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 21	26.69	0.30	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 22	41.50	0.16	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 23	54.05	0.09	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 24	43.93	0.93	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 25	28.13	0.32	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 26	70.73	0.45	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 27	61.62	0.11	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 28	40.66	1.17	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 29	78.69	0.14	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 30	40.00	1.00	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 31	69.49	1.43	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 32	75.60	0.13	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 33	71.38	1.12	200	PVC	0.009	195.1

BUZON	DIAMETRO (m)	Cotas de Tapa	Cotas de Fondo	PROFUNDIDAD
		m.s.n.m.	m.s.n.m.	
Bz 01	1.2	256.04	254.84	1.20
Bz 02	1.2	254.96	253.76	1.20
Bz 03	1.2	248.40	247.20	1.20
Bz 04	1.2	242.98	241.78	1.20
Bz 05	1.2	240.00	238.80	1.20
Bz 06	1.2	247.40	246.20	1.20
Bz 07	1.2	246.60	245.40	1.20
Bz 08	1.2	248.42	247.22	1.20
Bz 09	1.2	242.20	241.00	1.20
Bz 10	1.2	240.63	239.43	1.20
Bz 11	1.2	240.00	238.80	1.20
Bz 12	1.2	240.00	238.20	1.80
Bz 13	1.2	240.00	238.80	1.20
Bz 14	1.2	240.00	237.30	2.70
Bz 15	1.2	240.00	237.39	2.61
Bz 16	1.2	236.78	235.58	1.20
Bz 17	1.2	234.08	232.88	1.20
Bz 18	1.2	236.44	235.24	1.20
Bz 19	1.2	237.57	236.37	1.20
Bz 20	1.2	239.06	235.94	3.12
Bz 21	1.2	240.79	239.59	1.20
Bz 22	1.2	231.67	230.47	1.20
Bz 23	1.2	230.61	229.41	1.20
Bz 24	1.2	228.67	227.47	1.20
Bz 25	1.2	231.87	230.67	1.20
Bz 26	1.2	234.56	233.36	1.20
Bz 27	1.2	231.77	230.57	1.20
Bz 28	1.2	233.45	232.25	1.20
Bz 29	1.2	235.40	234.20	1.20
Bz 30	1.2	236.44	235.14	1.30
Bz 31	1.2	236.46	234.96	1.50
Bz 32	1.2	231.37	230.17	1.20
Bz 33	1.2	229.89	228.69	1.20

TUBERIA 34	45.89	0.56	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 35	18.11	0.48	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 36	24.23	0.04	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 37	5.80	0.16	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 38	24.98	0.20	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 39	28.06	0.25	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 40	23.55	0.29	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 41	42.65	0.36	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 42	40.58	0.07	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 43	68.00	0.67	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 44	57.17	1.66	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 45	49.63	1.74	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 46	32.24	1.80	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 47	46.32	1.88	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 48	75.31	0.13	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 49	36.13	3.18	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 50	70.51	1.24	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 51	84.30	3.46	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 52	86.19	0.15	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 53	38.88	2.12	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 54	17.32	1.91	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 55	44.94	1.64	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 56	82.46	0.89	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 57	68.82	0.24	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 58	46.43	0.51	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 59	70.22	0.12	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 60	79.26	0.23	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 61	55.55	0.10	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 62	55.92	5.68	315	PVC	0.009	307.3
TUBERIA 63	24.16	5.72	315	PVC	0.009	307.3
TUBERIA 64	20.89	5.75	315	PVC	0.009	307.3
TUBERIA 65	70.74	5.87	315	PVC	0.009	307.3
TUBERIA 66	291.50	6.38	315	PVC	0.009	307.3

Bz 34	1.2	232.80	231.60	1.20
Bz 35	1.2	223.33	219.81	3.52
Bz 36	1.2	229.49	228.29	1.20
Bz 37	1.2	225.00	223.80	1.20
Bz 38	1.2	220.00	217.57	2.43
Bz 39	1.2	223.88	222.68	1.20
Bz 40	1.2	220.00	218.80	1.20
Bz 41	1.2	220.00	218.20	1.80
Bz 42	1.2	220.00	218.80	1.20
Bz 43	1.2	218.95	216.32	2.63
Bz 44	1.2	219.71	215.57	4.14
Bz 45	1.2	220.00	216.87	3.13
Bz 46	1.2	220.34	216.00	4.34
Bz 47	1.2	231.77	228.05	3.72
Bz 48	1.2	231.14	229.94	1.20
Bz 49	1.2	224.14	222.63	1.51
Bz 50	1.2	224.67	223.47	1.20
Bz 51	1.2	222.25	221.05	1.20
Bz 52	1.2	219.90	217.04	2.86
Bz 53	1.2	219.30	218.10	1.20
Bz 54	1.2	217.49	215.18	2.31
Bz 55	1.2	216.45	214.55	1.90
Bz 56	1.2	215.45	214.25	1.20
Bz 57	1.2	214.45	213.25	1.20
Bz 58	1.2	213.70	212.50	1.20

DESCARGA	Cotas de Tapa	Cotas de Fondo	PROFUNDIDAD
	m.s.n.m.	m.s.n.m.	
IMHOFF	200.00	199.00	1.00



**Procedimiento de Selección:**

elegimos tanque Imhoff, como punto de instalación de saneamiento de excretas.

**Componentes****Caseta:**

Aquí se encuentran los artículos sanitarios además facilitará el uso de los diferentes aparatos sanitarios.

**Tubería de evacuación:**

Para este trabajo se tomó en consideración tubería PVC de 6" con pendientes de al menos 3 por mil hasta 116 en dirección a la caja de registro y posteriormente en dirección a la laguna de oxidación o petar anticipado.

**Caja de registro:**

Una caja de registro reconocida, donde se almacenarán las aguas residuales provenientes del inodoro y del lavadero multiusos cuyas medidas serán de 0,60 x 0,30 m. con tapa se puede quitar para hacer el mantenimiento necesario.

**4.9 Tratamiento de agua con residuos:**

Implica una serie de procedimientos químicos, físicos, bacterianos y biológicos, cuyo objetivo es eliminar los contaminantes del agua.

**Tratamiento preliminar:**

Los desarenadores son unidades que se pueden utilizar en la preparación de aguas servidas y posteriormente tratarlas y darle un uso adecuado.

**4.9.1 Desarenadores:**

Estructura diseñada con el propósito de retener la arena a fin de evitar su ingreso al tratamiento y causan problemas serios en el sistema. El uso de desarenadores es obligatorio en lagunas de estabilización.

#### 4.9.2 Tanque Imhoff:

Sirve como una instalación de tratamiento primario para deshacerse de los sólidos en suspensión. Ofrecen beneficios como el control de líquidos con residuos domésticos para localidades de 5.000 hab. o menos. Aunque este tipo de tanque opera de manera simple y no necesita ningún componente mecánico, las aguas residuales primero deben someterse a tratamiento de remoción y eliminación de arena para un adecuado de este.

##### Datos:

<b>Población-futura</b>	2, 834habitantes
<b>Periodo-diseño</b>	20años
<b>Dotación</b>	120 l/Hab/d
<b>% de abastecimiento</b>	80%
<b>Temperatura</b>	20°C

##### Componentes:

Sus tres divisiones de forma rectangular, son: La cámara digestora de lodos, la zona de aireación y la zona de acumulación de natas.

##### Ventajas:

Ayuda a la digestión de los lodos y produce un líquido residual con cualidades excelentes.

##### Desventajas:

Debido a su 90 a 95% de humedad, el lodo depositado es evacuado con dificultad.

El desarenador suele ser el único tratamiento previo necesario para introducir aguas residuales en los tanques Imhoff.

La diferencia con una laguna de oxidación es que la retención en estas unidades es más corta y los gastos operativos son inferiores.

Son adecuados para áreas densamente pobladas con menos de 5,000 habitantes, donde no es necesaria una supervisión permanente.

**Desventajas:** Tienen más de 6 metros de profundidad, lo que hace que construirlos sea un desafío.

La mala calidad orgánica y microbiológica caracteriza el afluente del tanque Imhoff.

A pesar que puede funcionar bien, sin embargo, puede emitir olores desagradables.

#### DISEÑO DEL TANQUE IMHOFF

**Tabla 29.- Diseño del Tanque Imhoff**

<b>A. TANQUE IMHOFF</b>	
Población futura:	2834 Hab
Dotación per cápita:	120 Lts/Hab/día
Temperatura:	Máxima Promedio: 23.00 °C
	Mínima Promedio: -1.7.00 °C
	Promedio Anual: 20.00 °C
Temperatura de Diseño:	20°C
Contribución de aguas residuales	80%
Contribución de infiltr. por long de tub.	0.0002xlong.tub
Contribución de infiltr. por N° de buzones.	0.0044xnro buzones
<b>Caudal de Diseño:</b>	
QPromedio anual =	0.80*Dotación*P <sub>futura</sub> + Q <sub>infil.</sub>
=	272044 lt/día
Qpromedio anual =	4.36 lt/seg
QMáximoDiario =	Qpromedio anual*1.3
QMáximoDiario =	5.30 lt/seg
QMáximoHorario =	Qpromedio anual*2.5
QMáximoHorario =	9.08 lt/seg
=	32697.9 lt/hora
=	32.698 m <sup>3</sup> /hora
=	8638.79 gal/hora
=	143.979753 gal/min
<b>Temperatura de Diseño:</b>	25 °C
Factor de Capacidad Relativa:	0.50
Volumen de Lodos:	70 lt / Hab / día
Volumen de sedimentación:	1m <sup>3</sup> / (m <sup>2</sup> * h)
Tiempo de retención:	1.5 h
Nro. de Unidades:	2.00
Caudal Máximo de Diseño:	9.08 lt /seg.
Caudal-Diseño Unitario (Qu):	4.54 lt /seg.
Caudal Promedio Unitario (Qpu):	7.85 m <sup>3</sup> / h

### SEDIMENTADOR (C/U):

Está construido similarmente a un digestor; la parte baja será en forma " V", con pendiente que generará un ángulo de 50° y 60° aprox., sus lados se ensancharán de 0.15 a 0.20m, y tiene una entrada que puede variar de 0,15 a 0,20 metros.

**Tabla 30.- Diseño de Sedimentador**

<b>Sedimentación:</b>	<b>24.52 m<sup>3</sup></b>
Área de Sedimentación:	$Q_{pu} / 1 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$
A =	<b>7.85 m<sup>2</sup></b>
Espesor de muro:	0.15 m
Relación de Área (L/B):	1.00
Largo =	4.80 m
Ancho =	1.20 m
<b>Área Asumida:</b>	<b>5.76 m<sup>2</sup> &gt; 4.33 ----- &gt; OK</b>
Angulo fondo sedimentador	53.13° ----- > (50° - 60°)
<b>Tirante Sedimentación:</b>	
	h1+ h2
Altura de Sección Rectangular (h1):	0.60 m
Altura Sección Triangular (h2):	$\text{Tan } 50^\circ * (\text{Lado}/2)$
=	3.20 m
Asumido =	0.80 m
<b>Borde Libre:</b>	0.30 m
Tirante total Sedimentación:	<b>1.70 m</b>
Espaciamiento Libre:	1.00 m min 1 m ---- > OK
Superficie Libre:	2.40 m <sup>2</sup>
Porcentaje Sup. Libre:	14.3% m <sup>2</sup> --- > 30% --- > OK

### DIGESTOR:

Es necesario considerar en el digestor el volumen de almacenamiento además de la digestión de lodos en tal sentido consideraremos los aspectos siguientes:

Los ángulos de las paredes laterales oscilarán entre 15° y 30° con respecto a la horizontal.

Para evitar que los gases se acumulen, consideramos tubería fundida de hierro de 200mm de diámetro quedando colocado verticalmente y tiene abierto el extremo inferior a una profundidad de 150 mm en el fondo del tanque. La cota máxima que puede alcanzar el lodo será de 0,50m por debajo del sedimentador.

**Tabla 31.- Digestor**

<b>DIGESTOR (C/U)</b>	
<b>Volumen Comp. Digestor:</b>	<b>= 49.59 m<sup>3</sup></b>
Cálculo del Tirante Digestor:	Volumen Digestor/Área total Tanque
Largo Digestor	<b>= 4.80m</b>
Ancho Digestor	<b>= 3.50m</b>
<b>Medidas de fondo del sedimentador:</b>	
Altura máx. de lodos (zona-neutral), en m.	<b>=0.75m</b>
Área Tanque Digestor	<b>= 16.80m<sup>2</sup></b>
Tirante Digestor	<b>= 2.95m</b>
Tirante Asumido	<b>= 1.20m</b>
Periodo de Digestión:	<b>= 30días</b>

**Lecho secado de lodos:**

Este método es simple y económico además servirá para deshidratar lodos estancados, consideramos adecuado para poblaciones pequeñas.

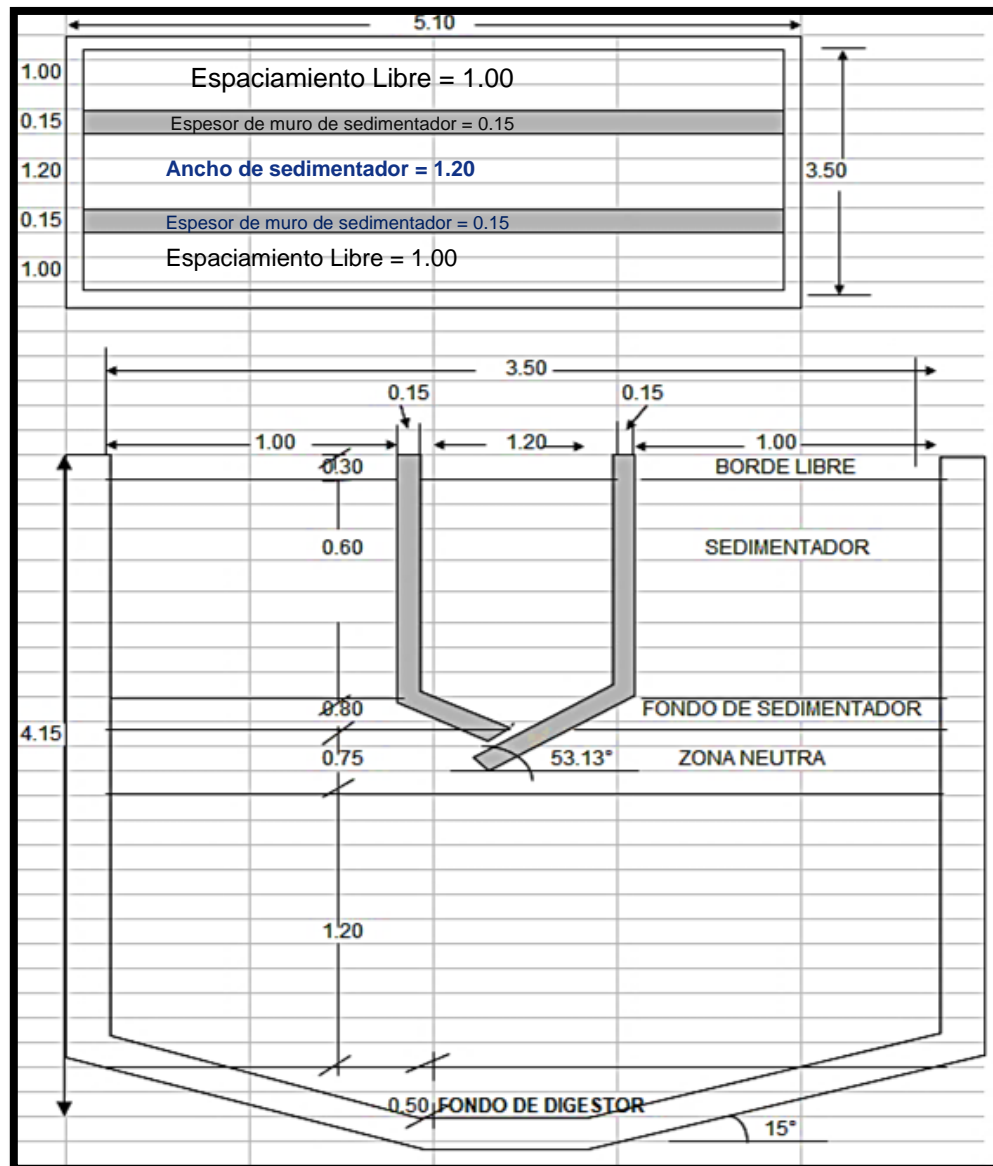
C, en Kg de SS/día. Sólidos ingresantes al sedimentador.

**Tabla 32.- Lodos**

<b>LODOS (C/U)</b>	
Sección:	Variable
Periodo de Acumulación:	<b>= 7 días</b>
<b>Datos de Diseño:</b>	
Sólidos Totales:	<b>= 710 mg/L</b>
DBO:	<b>= 320 mg/L</b>
S S:	<b>= 710 mg/L</b>
Gesp sólidos:	<b>= 1.05 Kg/L</b>
% sólidos:	<b>= 12.50 al peso</b>
Cont. Per cápita SS:	<b>= 90.00 g SS/hab. Día</b>
Carga-Sólidos (C):	<b>= 2011.99 g SS/día</b>
Masa-Sólidos:	<b>= 0.654 Kg SS/día</b>
Volumen-Diario-Lodos:	<b>= 4.98 lt/día</b>
Volumen a extraerse:	<b>= 0.15 m<sup>3</sup></b>
Tirante lodos (mínimo):	<b>= 2.67 cm</b>
Inclinar tolva en el digestor	<b>= 15° (15° - 30°)</b>

Diámetro en Radianes	= 0.2618 radianes
Tirante Lecho de Lodos:	= 0.47 m
Tirante Asumido:	= 0.50 m
Altura Total Tanque:	= 4.15 m

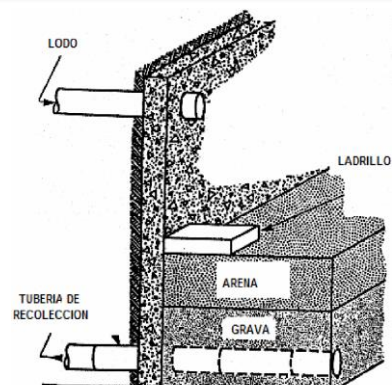
**Figura 32.- Diseño del Tanque Imhoff**



Área de secado del lecho ( $A_s$ ):

$$A_{ls} = \frac{V_{el}}{H_a}$$

Donde



**Ha:** aplicación entre 0.20 y 0.40 m de profundidad.

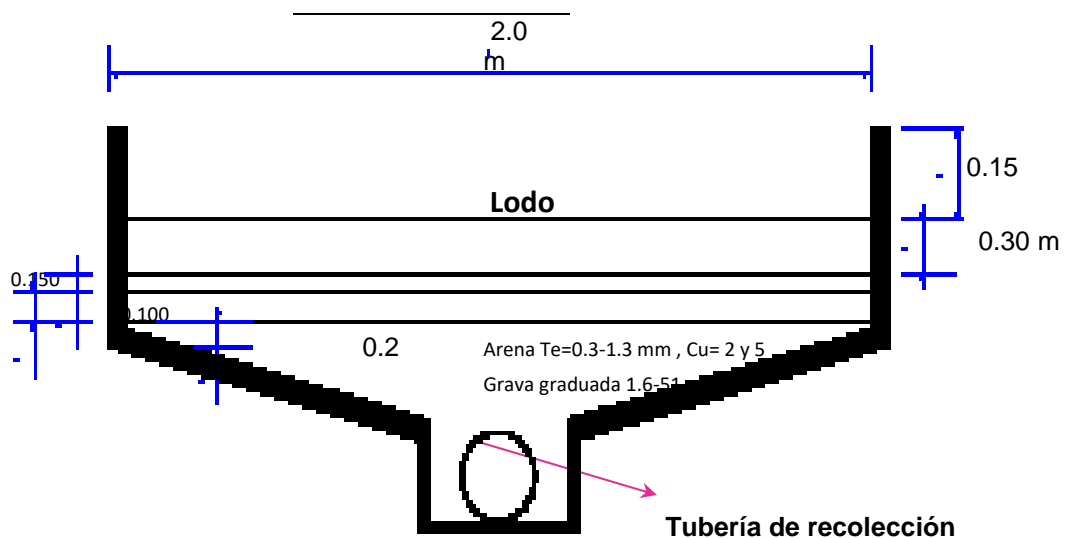
**He =** 0.300m

**AIs =** 10.627 m<sup>2</sup>

**L =** 4.00 m

**A =** 2.00 m

**Figura 33.- Tubería de Recolección**



**Diseño de rejas finas:**

**Criterios de diseño:**

Caudal de diseño:

**Q<sub>prom.</sub> =** 0.0039 m<sup>3</sup>/s \* 1000 = 3.936 l/s

**Q<sub>max</sub> =** 0.0051 m<sup>3</sup>/s \* 1000 = 5.1 l/s

**Cálculo de rejas para el Q<sub>máx.</sub>:**

Caudal máximo (Q) = 0.0051 m<sup>3</sup>/s

Ángulo de inclinación: OS.090 <45°-60°>, consideramos 50°

(e) = 0.0075m, para espesor de barra.

(a) = 0,015 mm, separación entre barras.

E = (a/ (e + a)) = 0,67, eficiencia de una barra.

V, (m / s) < 0,60 - 0,75>, considerando 0.75m/s; velocidad en rejas.

(Vo): < 0,3 – 0,6> = 0,50 m/s; Velocidad de aproximación

(b) = 1,00m; valor asumido para el ancho del canal.

(n) = 0.014m; coeficiente de Manning.

"n" = (b - a) / (e + a) = 43; número de barras.

### **Determinación del caudal máximo:**

Al determinar el caudal máximo usamos el área útil en rejillas (Au) = 0,0068m<sup>2</sup>

$$Au = \frac{Q}{V}$$

Área total (At) = 0.0102m<sup>2</sup>

$$At = Au * E$$

Profundidad calculada (tirante), (y) = 0,010m

Radio hidráulico calculado, (Rh) = 0,010m

Pérdida de carga, S (m / m) = 0,0227

### **Cálculo de la pérdida de carga:**

Aplicando la siguiente fórmula tenemos:

$$H_f = \frac{1.143(V^2 - V_o^2)}{2g}, H_f = \frac{1.143(0.75^2 - 0.50^2)}{2 * 9.81}$$

**Perdiendo Carga Hf (m) = 0.018m**

### **Diseño de filtro circular anaeróbico de flujo ascendente:**

**FAFA** (Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente):

**Población** = 2834 hab.

**Dotación per cápita** = 120 lt/ Hab\*día, 1.197 lt/sg, 103.39m<sup>3</sup> /día, 4.31m<sup>3</sup> /hora

**D.Q.O** (Demanda química de oxígeno del agua) = 182 mg/Lt; 103, 392. 00 lt/día

**D.B.O<sub>5</sub>** (Demanda biológica de oxígeno, valores máximos de las aguas residuales) = **290mg/Lt.**



Retorno de AS = 80,00% en coeficiente.

1,80m es la profundidad mínima útil, = 1.80m ----□Ok.

# Reacciones = 2.00

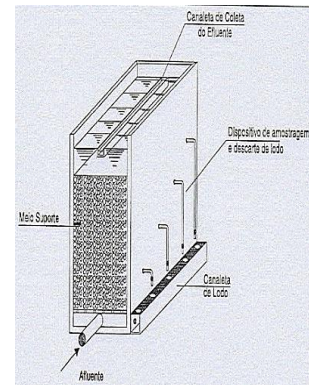
**Porosidad del material empacado = 0.5**, la arena o grava bien graduados de 0,40 a 0,50 aros de graduadas = 0.78.

T.R.H, el filtro (depende de la temperatura) debe establecerse = 0,15.

12,41m<sup>3</sup> es el volumen total del filtro.

El área horizontal total = 6,98 m<sup>2</sup>

Diámetro máximo puede ser de 5,40m; asumimos = 2.96m -----□ Ok.



### EMPAQUE:

**Tiempo de retención hidráulico empacado td = 5.25 horas**, definido según tablas.

22.62m<sup>3</sup> = volumen de vacíos.

0.50 = porosidad.

22.62m<sup>3</sup>, representa el volumen de empaque.

6.89m<sup>2</sup> = área horizontal total/filtro.

3.30 m; (min 1.20 m) = altura de empaque ----- > OK.

5.40 m = (diámetro máx.); diámetro / filtro= 2.96m

3.00m = diámetro asumido.

7,07 m<sup>2</sup> = área horizontal real.

El tiempo de retención hidráulica (TRH) = 0,12 días; el parámetro mín. 0.75 días.

El tiempo de retención hidráulica de cada filtro TRH se estima en 0,75 días.

Cada filtro original tiene un volumen útil de 27,57 m<sup>3</sup>.

3.900m = profundidad actual útil.

(máx. 1,00m/h) Velocidad superficial = 0,63m/h ----- > OK.

Figura 34.- Empaque

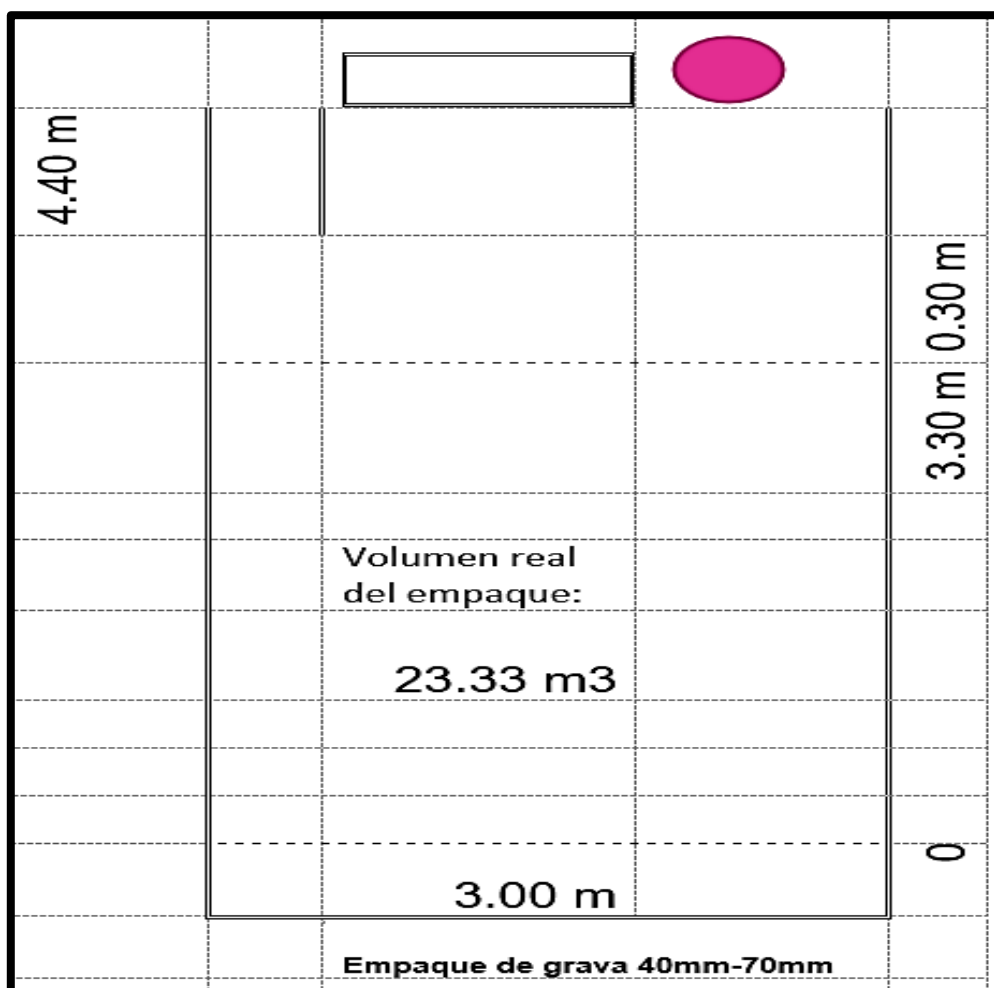


Tabla 33.- Tiempo de Descomposición de Materia Orgánica

Conc. Materia Orgánica Afluente (DBO <sub>5</sub> total, mg/l)	Rango de tiempo de retención hidráulico (horas)	Tiempo recomendado para el diseño, td (horas)
50 –80	3 –12	5.25
80 –300	2.5 –12	5.25
300 –1000	2.5 –12	5.25
1000 -5000	3 -12	7

**Cámara de Limpieza e Inspección:**

Las buzonetas utilizadas en tuberías principales y pasos de peatones para una profundidad inferior a 1,00 m por encima de la clave del tubo en cumplimiento de la norma OS.070 Aguas Residuales. La proyección de

buzonetas será para tubería principal de hasta 200mm diámetro, y tendrán un diámetro de 0,60m.

Se deberán utilizar cajas de inspección para profundidades superiores a 1,00m por encima de la llave de la tubería, según norma de aguas residuales OS.070. Las tuberías de mayor diámetro necesitarán su propia cámara de inspección, que tiene un diámetro interior de 1,20 metros para tuberías de hasta 800 milímetros de diámetro y de 1,50 metros para tuberías de hasta 1200 milímetros. Las tapas de buzones de las alcantarillas tienen un diámetro de 0,60 metros.

Para efectos de inspección y limpieza tanto buzones como en buzonetas se considerarán en los casos siguientes:

- Al inicio del colector, cuando cambia la dirección, pendiente, diámetro y tipos de tuberías.

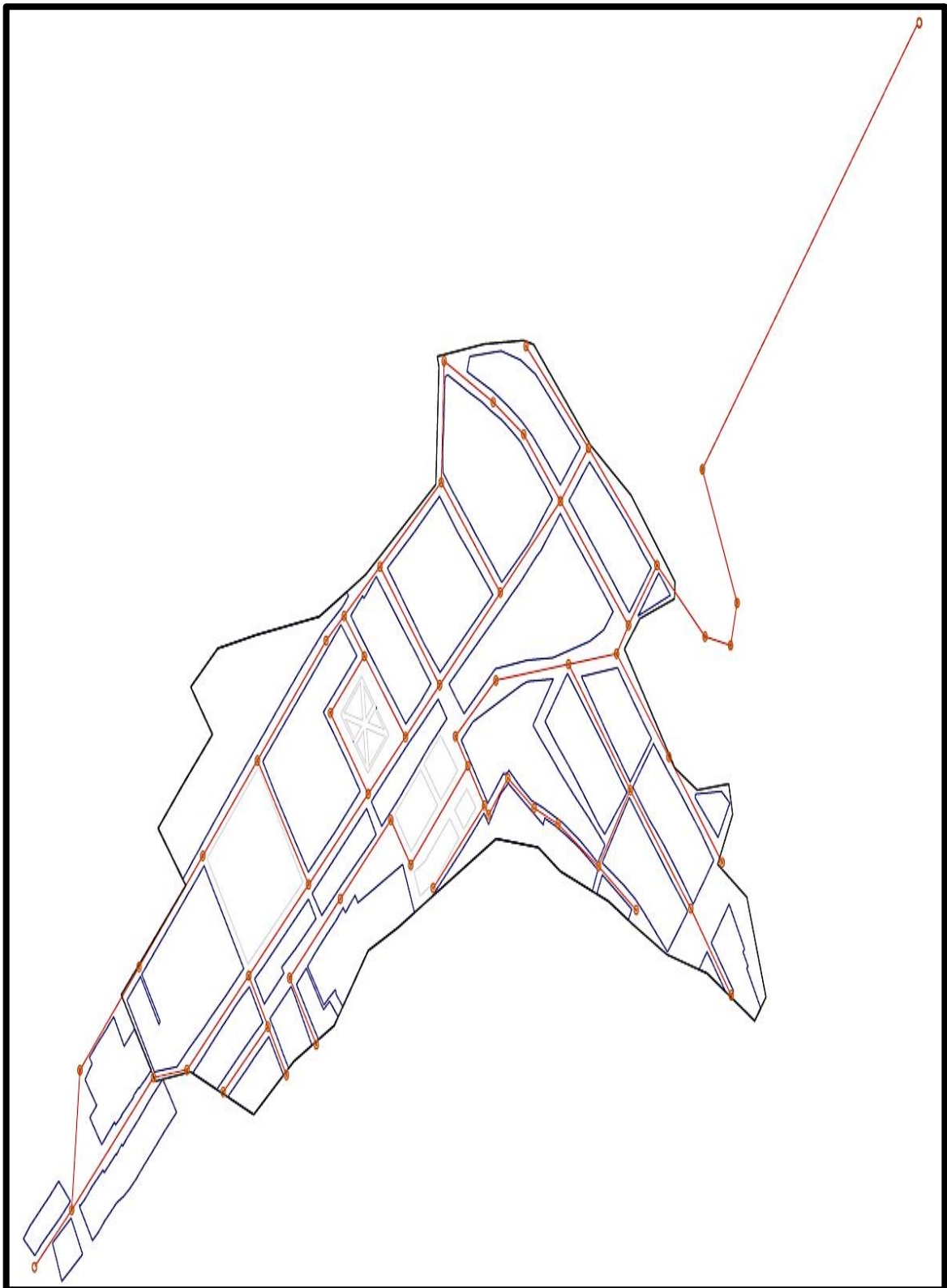
La máxima separación entre las cámaras de inspección y limpieza está determinada por el diámetro de la tubería, además, está restringida por el alcance del equipo de limpieza. Será como indica la siguiente tabla en el caso de tuberías principales:

**Tabla 34.- Separación de Buzones según Diámetro de Tubería**

<b>DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (mm)</b>	<b>LONGITUD MÁX. (m)</b>
100 -150	60
200	80
250 a 300	100
Diámetros superiores	150

En el presente diseño se consideró tubería de 800 mm a partir del cual se definió un total de 58 buzones durante el recorrido de este proyecto.

**Figura 35.- Distribución de Buzones en el Sistema Colector de Alcantarillado**



**Fuente:** Elaboración propia.

## V. DISCUSIONES:

Como discusiones luego de haber desarrollado nuestra investigación tenemos que:

Después de realizado los estudios topográficos y mecánica de suelos realizamos la descripción de los mismos que nos permitieron determinar los componentes y materiales que conformarán los sistemas de agua potable y alcantarillado en el C.P. Bello Horizonte cuyo funcionamiento será mancomunado, iniciando con la captación del agua en su estado natural siendo trasladada posteriormente a través de un sistema de tubería que desemboca en el reservorio para ser tratada y posteriormente proceder a la distribución de la misma hacia los hogares, a fin de garantizar un buen servicio en el funcionamiento de los sistemas es importante conocer las características de todos los elementos que conformaran dichos sistemas para su respectivo mantenimiento y sostenibilidad a través del tiempo. Por otra parte los resultados producto de nuestra investigación guardan similitud con el trabajo de investigación de Pérez, quien indica que el análisis del agua incluye pruebas físicas, químicas, bacteriológicas y microbiológicas para ver si es apta o no para el consumo humano, mediante el presente estudio concluimos que el agua que abastecerá al C.P. Bello Horizonte es apta para el consumo humano y respecto a la planimetría y la altimetría se determinó que la cota de la fuente está a 300m.s.n.m, y la cota del reservorio se determinó a 273.27m.s.n.m, de acuerdo al tipo de terreno plano y ondulado se determinó que el sistema de conducción, distribución y alcantarillado será por gravedad, obteniendo un total de 5,131.33 ml, o 5.13233km, y una red de distribución de 3,989.54 ml según la topografía desarrollada en campo y gabinete.

Nuestro diseño para la presente investigación consideramos emplear tubería de 4", clase 7.5 y clase 10 en la tubería de transmisión y distribución, así como tubería de 8" para la red de alcantarillado, así mismos determinamos que los servicios básicos en mención son administrados por los mismos pobladores con el propósito de mantener las líneas de abastecimiento en óptimas condiciones de funcionamiento en acorde a la demanda población y así brindar un servicio optimo y contribuir a una mejor calidad de vida, esto

nos permite mencionar a Santos y Jara, en su tesis concluyen que los diámetros a utilizar en la conducción, aducción y matrices de agua potable deben ser de 4", Clase A - 7.5, y para la Tubería de Alcantarillado de 6" de diámetro, de acuerdo a la magnitud de la población, haciendo hincapié en asegurar el funcionamiento de los componentes que conformaran los sistemas de agua y desagüe de manera que cumplan las expectativas previstas.

Luego de haber realizado las pruebas físicas, químicas, bacteriológicas y microbiológicas realizadas en el laboratorio LASACI de la UNT llegamos a concluir el agua que abastecerá al C.P. Bello Horizonte es apta para el consumo humano luego de procesar y analizar los resultados obtenidos en laboratorio, por otra parte en la presente investigación consideramos un sistema de conducción desde la captación hasta el reservorio por gravedad debido a la topografía de la zona y el flujo de suministro de agua, para ello consideramos una línea conductora de 5,131.38 ml en su totalidad, considerando accesorios y tuberías de acuerdo con las presiones y velocidades del fluido durante su recorrido, en acorde con las normas técnicas, garantizando así el cumplimiento del diseño según lo establecido en la R.N.E, esto nos permite mencionar a Zelada en su tesis, la captación que proveerá a los habitantes tiene un caudal de 5.9682 l/s, con el caudal efectivo para el estudio siendo 0,6 l/s. se instaló una línea de conducción de 1.100 metros lineales en su totalidad, y el sistema conducirá el agua desde la captación con su máximo caudal a través del sedimentador y los filtros hasta llegar al reservorio y el saneamiento básico, contará con un sistema de cloración por goteo. Para la red de distribución se consideró un total de 32 acometidas domiciliarias, 1.447,90 ml de tubería de PVC y 340 metros lineales de tubería de PVC de 12" con sus respectivos accesorios. Respecto al sistema de saneamiento se planteó la instalación de 34 UBS, las aguas residuales serán tratadas en biodigestores de 600 litros antes de ser vertidas en 02 zanjas de infiltración, en nuestro caso diseñamos un tanque Imhoff con capacidad de procesar las aguas residuales de manera eficiente y atender a 5.000 personas.

En esta investigación el diseño propuesto para el sistema de agua potable y alcantarillado para el C.P. Bello Horizonte no requiere la instalación de una bomba sumergible, ya que se identificó una toma de manantial en ladera en cuyos resultados topográficos determinamos que el terreno cuenta con las características de llano a ondulado y según el diseño se determinó implementar con tubería de clase 7.5 y clase 10 para las líneas de conducción, aducción y distribución tomando en cuenta las velocidades y presiones que se ejercen en cada uno de los tramos diseñados (captación 300 msnm - reservorio 273.27 msnm). Esto facilitará la conducción y distribución del agua potable, así como la recolección de las aguas residuales por gravedad, a comparación de Quispe en su tesis, cuyo estudio realizado para el diseño de las redes de agua potable y alcantarillado con biodigestores consistente en extraer agua del manto freático con una bomba sumergible, la que impulsará a un reservorio a partir del cual se distribuirá por gravedad hacia las viviendas. El autor asignó un plazo de 10 años en su diseño para recolectar las excretas del sistema sanitario, viéndose la necesidad de construir una cantidad considerable de biodigestores de 600 litros, ya que se distribuyen uno por hogar para satisfacer las necesidades de la población según la norma, a comparación de Quispe, nuestro diseño incluye un tanque Imhoff para el procesamiento de las aguas residuales proyectadas para una duración de 20 años aproximadamente considerando que la norma indica que este tipo de Tanques Imhoff cuya capacidad considerada es para 5,000 habitantes como máximo y para fines de este trabajo nuestra población futura está dentro lo establecido por la norma.

Durante el desarrollo de nuestra investigación encontramos que en el C.P. Bello Horizonte, los pobladores viven en condiciones inadecuadas lo cual afecta su salud, pues los diseños de las redes de alcantarillado y el tratamiento de las aguas residuales se encuentran en condiciones vulnerables, siendo uno de nuestros propósitos reducir las enfermedades infecciosas en los habitantes del C.P. Bello Horizonte. Esto se debe a que descargan sus aguas residuales cerca de las tierras de cultivo y con presente diseño pretendemos mitigar las descargas de aguas residuales en ríos, acequias y áreas de cultivo además de evitar la propagación de

enfermedades infectocontagiosas. Para ello mencionaremos a Zelada, quien en su tesis menciona algo similar a nuestro trabajo de investigación indicando que donde realizó su investigación actualmente no existen mecanismos que haga posible la evacuación de excretas; los residentes excretan en pozos negros que fueron construidos de modo rustico por cada hogar, a menudo afuera en sus campos o debajo de los árboles.

Como resultado, existe un manejo insuficiente para la disposición de excretas, lo que genera un foco infeccioso y la propagación de enfermedades entre los habitantes de la comunidad.

Viendo la situación en la que se encuentran en cuanto a los servicios básicos de agua y alcantarillado, los pobladores del C.P. Bello Horizonte manifiestan su pedido a las autoridades competentes para atender la demanda y solucionar urgente los problemas básicos en sus viviendas.

Considerando este análisis se ve la necesidad de la población por lo que es factible realizar los diseños de los sistemas de agua potable y alcantarillado.



## VI. CONCLUSIONES:

Al finalizar nuestra investigación concluimos en:

- Realización del trazo de los sistemas de agua potable y desagüe para el C.P. Bello Horizonte, Laredo, Trujillo, La Libertad; se tomaron en consideración las normas técnicas del R.N.E, que establecen los criterios de diseño para este tipo de obras hidráulicas y de saneamiento.
- Determinar mediante el uso de los instrumentos y equipos necesarios como, GSP Satelital, Nivel de Ingeniero y Estación Total, a partir de los cuales concluimos que el área de intervención es llana – ondulado con pendientes ligeramente inclinadas y en lo cual deben basarse los niveles determinados a partir de la topografía podemos concluir que el diseño de la red de agua potable y saneamiento será por gravedad.
- Clasificamos e identificamos el tipo de suelo a través de la excavación a tajo abierto de 4 calicatas en la zona de intervención (C1, C2, C3 y C4), según SUCS tenemos: Arcilla de baja plasticidad con arena (C L) , también se pudo determinar la capacidad portante del suelo en zona de intervención es de  $1,4 \text{ kg / cm}^2$ , lo que nos permite señalar que estamos ante un suelo de resistencia moderadamente baja por lo que consideramos necesario realizar una mejora y refuerzo del terreno antes de la construcción.
- La zona de intervención tiene 303 viviendas con una densidad de 5.5 h/v, su índice de crecimiento poblacional es de 2.69% y un  $Q_p = 3.94 \text{ l/s}$  para una futura población de 2834 habitantes, se realizó el estudio y análisis del agua para determinar la calidad que emana la fuente y si es apta o no para el consumo humano. Para calcular el aforo realizamos mediante el método volumétrico y el resultado fue un  $Q_{af} = 6,9 \text{ l/s}$ .
- Elegimos el trazo del sistema de agua potable, que incluye una cámara húmeda en el punto de recolección. Luego diseñamos la línea de

conducción considerando válvulas de purga y como resultado se obtuvo una tubería de PVC de 4" de diámetro, para una longitud de 3,911.43m. El reservorio está diseñado para una capacidad de almacenamiento de 152,62 m<sup>3</sup> que se prevé atender a la población, además contará con una caja donde se encontrarán las válvulas de control, limpieza y aire. Por otra parte, la red de distribución se estimó mediante el software WaterCad teniendo en cuenta las presiones máximas y mínimas de acuerdo con la normativa vigente, (3,00 m/s y 0,6 m/s).

## **VII. RECOMENDACIONES:**

- Se recomienda contar con un croquis al momento de realizar el levantamiento topográfico con el propósito de referenciar los puntos y no tener dificultades al momento de procesar la información, también se sugiere hacer uso de equipos calibrados previamente a la realización de las actividades con el propósito de obtener datos precisos puesto que se trata del inicio del estudio para su posterior desarrollo.
- Calcular las velocidades, diámetros, presiones y caudales de acuerdo con el R.N.E, utilizando el software WaterCad, analizando detenidamente las características topográficas, las fuentes de agua, los suelos, la tasa de crecimiento de la población y teniendo en cuenta el período de diseño.
- Se recomienda utilizar bolsas herméticas para la investigación de la mecánica de suelos, a fin de que conserven sus propiedades, su consistencia y no se contaminen con materiales extraños, es importante recabar información fidedigna y confiable sobre el suelo y subsuelo con el que se va a trabajar.
- Se sugiere tomar en cuenta las presiones establecidas por norma en la red de distribución para un diseño eficiente y que las pendientes establecidas por norma se tomen en cuenta en el sistema de alcantarillado para asegurar que la fuerza de tracción cumpla y prevenga sedimentación en las áreas entre los buzones.
- El reservorio es una construcción hidráulica que albergará toda el agua para el consumo de la población, por tal motivo recomendamos considerar la zona sísmica durante la realización de su diseño.
- Evitar hacer uso de tuberías de diferentes materiales, puesto que esto resulta siendo costoso al momento de su instalación y requieren accesorios especiales para la adaptación.

- Replantear la reforestación en la captación para conservar el recurso hídrico, además de garantizar que la recarga de agua se mantenga en estado abundante y evitar que se seque debido a la limpieza o al uso excesivo de agua por parte de los habitantes.
  
- Practicar nuevos aforos en el verano cuando está seco y comparar el caudal de la fuente en la zona de captación con el caudal de diseño; sirviendo como medio de control y verificación del recurso hídrico.
  
- Instruir a los habitantes para que puedan utilizar efectivamente la red una vez construida. Para asegurar la eficiencia y abastecimiento de agua en los lugares clave de la zona, indicando que la red es sólo para consumo humano y no para otros fines con el propósito de conservar y garantizar el abastecimiento de agua a los puntos críticos.
  
- Para que el sistema funcione bien durante la fase de diseño, ENACAL debe proporcionar el mantenimiento necesario en colaboración con el municipio y los vecinos.
  
- El organismo encargado de construir el sistema de agua potable y redes de alcantarillado estará obligado a cumplir estrictamente con los requisitos técnicos señalados en este estudio para garantizar la calidad y el correcto funcionamiento del sistema, también será necesario dar charlas a la población local respecto a temas ambientales, de higiene y salud para mejorar las condiciones de vida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- **AGÜERO, Roger.** Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS/OPS [en línea]. 2004. [Fecha de consulta: 30 de septiembre de 2020]. Disponible en:  
[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/AGUERO%202004.%20Gu%C3%ADa%20dise%C3%B1o%20y%20construcci%C3%B3n%20de%20captaci%C3%B3n%20de%20manantiales.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/AGUERO%202004.%20Gu%C3%ADa%20dise%C3%B1o%20y%20construcci%C3%B3n%20de%20captaci%C3%B3n%20de%20manantiales.pdf)
- **GARCIA, Eduardo,** Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales. Fondo Perú-Alemania. Junio 2009. [Fecha de consulta: 30 de septiembre de 2020]. Disponible en:  
[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/GARCIA%202009.%20Manual%20de%20proyectos%20de%20agua%20potable%20en%20poblaciones%20rurales.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/GARCIA%202009.%20Manual%20de%20proyectos%20de%20agua%20potable%20en%20poblaciones%20rurales.pdf)
- **VIERENDEL.** Abastecimiento de agua y alcantarillado [en línea]. 4. ta edic., octubre 2009. [Fecha de consulta: 02 de octubre de 2020]. Disponible en:  
[https://www.academia.edu/26059370/Abastecimiento de Agua y Alcantari llado\\_VIERENDEL](https://www.academia.edu/26059370/Abastecimiento_de_Agua_y_Alcantari llado_VIERENDEL)
- **Constitución Política del Perú,** Diario oficial El Peruano, Lima, Perú. 22 de junio de 2017.
- El problema del agua y saneamiento rural es de gobernanza [mensaje en blog]. Iagua, (07 de diciembre del 2017). [Fecha de consulta: 12 de octubre del 2020]. Recuperado de: <https://www.iaqua.es/noticias/sunass/ivan-lucich-larraur-problema-agua-y-saneamiento-rural-es-gobernanza>
- **ISSUU.** Revista agua y saneamiento [en línea]. 20 de septiembre de 2017. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020]. Disponible en:  
[https://issuu.com/construccionyvivienda/docs/revista\\_agua\\_y\\_saneamiento\\_ed.2](https://issuu.com/construccionyvivienda/docs/revista_agua_y_saneamiento_ed.2)
- **Agua potable.** Sedapal pide no dejarse engañar por falsos tramitadores que ofrecen gestionar conexiones de agua. [mensaje en blog]. El Comercio, (16

de octubre del 2020). [Fecha de consulta: 28 de octubre del 2020]. Recuperado de: <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/sedapal-pide-no-dejarse-enganar-por-falsos-tramitadores-que-ofrecen-gestionar-conexiones-de-agua-nndc-noticia/>

- **Celi, Byron y Pesantes, Fabian.** Cálculo y diseño del sistema de alcantarillado y agua potable para la lotización finca municipal, en el cantón el Chaco, provincia de Napo. Ecuador: s.n., [en línea]. Sangolqui, junio del 2012 [fecha de consulta: 13 de septiembre del 2020]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/235437210/Alcantarillado-y-Agua-Potable>
- **Ley N° 30588.** Diario oficial el peruano, Lima, Perú, 22 de junio de 2017.
- **Decreto Legislativo n° 1280.** Diario oficial El Peruano. Lima, Perú, 28 de diciembre de 2016.
- **Jara, Francesca y Santos, Kildare.** Diseño de abastecimiento de agua potable y el diseño de alcantarillado de la localidad: el calvario y rincón de pampa grande del distrito de Curgos - La Libertad. Universidad privada Antenor Orrego. [en línea]. Trujillo: s.n., 2014 [fecha de consulta: 21 de septiembre del 2020]. Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/689>
- **Jiménez, Manuel.** Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario. [en línea]. Vera Cruz: s.n., 2016 [fecha de consulta: 08 de septiembre del 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/yonygongalez/manual-para-el-diseo-de-sistemas-de-agua-potable-y-alcantarillado-sanitario>
- **Mena, María.** Diseño de la red de distribución de agua potable de la parroquia El Rosario del Cantón San Pedro de Pelipeo, provincia de Tungurahua. Universidad Técnica de Ambato. [en línea]. Ambato, Ecuador: s.n., 2016 [fecha de consulta: 17 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24186>
- **Decreto Supremo N° 007-2017-VIVIENDA.** Diario Oficial El Peruano. Lima, Peru, 29 de marzo de 2017. Recuperado de:

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-la-politica-nacional-de-saneamiento-decreto-supremo-n-007-2017-vivienda-1503314-7/>

- **Ministerio-Ambiente.** Glosario de términos para la gestión ambiental peruana. [en línea]. Lima, Perú, s.n., 2012 [fecha de consulta: 13 de octubre de 2020].  
Disponible en: <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/504.pdf>
- **Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, OS.010, Norma (Perú),** Captación y conducción de agua para consumo humano. LIMA: s.n., 2018. 6 pp.
- **Pérez, Lenin.** Diseño de sistema abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la urbanización Villa la Concha, municipio de ciudad Sandino, Managua. Universidad Nacional de Ingeniería. [en línea]. Managua: s.n., 2017 [fecha de consulta: 20 de octubre de 2020].  
Disponible en: <https://www.aguasresiduales.info/revista/libros/disenoy-construccion-de-sistemas-de-abastecimiento-de-agua-potable>
- **Quispe, Arístides.** Diseño del servicio de saneamiento con agua potable y red de alcantarillado sanitario con biodigestores en el sector quinta la gloria, del centro poblado Mocan - distrito de Casa Grande - provincia de Ascope - región La Libertad. Universidad Cesar Vallejo. [en línea]. Trujillo: s.n., 2016 [fecha de consulta: 22 de octubre de 2020].  
Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22468>
- **UNESCO.** Informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Attribution-ShareAlike 3.0 IGO, 2019. 978-92-3-300108-4. [en línea]. Francia, 2019. [fecha de consulta: 24 de octubre de 2020].  
Disponible en: <https://es.unesco.org/water-security/wwap/wwdr/2019>
- **Zelada, Katherine.** Diseño de sistema integral de agua potable y alcantarillado en el caserío de San José de Japaime, Distrito de Nieva,

Provincia de Condorcanqui. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. [en línea]. Vol.I, Chiclayo: s.n., 2019 [fecha de consulta: 27 de octubre de 2020].

- **Autoridad Nacional del Agua**, Plan anual de evaluación y fiscalización ambiental de la autoridad nacional del agua (PLANEFA). [en línea]. Lima, Peru, 2019. [fecha de consulta: 28 de octubre de 2020].

Disponible de:

<https://repositorio.minagri.gob.pe/jspui/bitstream/MINAGRI/246/1/ANA0002166.pdf>

- **Ley n° 29338. Autoridad Nacional del Agua**. Glosario de términos de recursos hídricos y de su reglamento, (D.S.N° 001-2010-AG) Lima, Perú, 27 de marzo de 2019.

- **Ministerio de Construcción y Saneamiento (Perú) Norma Técnica OS. 010**. captación y conducción de agua para consumo humano, Lima; 2019. 2 pp.

- **EMAAP**. Normas de diseño para el sistema de alcantarillado para la EMAAP-Q. [en línea]. 1<sup>era</sup>, Edic., Quito, Ecuador, 2009 [fecha de consulta: 29 de octubre de 2020].

Disponible en: [https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/08/NORMAS\\_ALCANTARILLADO\\_EMAAP.pdf](https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/08/NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf)

- **Comisión nacional del agua**. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario. [en línea]. México, 2019 [fecha de consulta: 19 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2019/09/SGAPDS-29.pdf>

- **Gómez, Ángel**. Implementación de PMWeb para la gestión de abastecimiento de insumos en proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales. [en línea]. Lima, Perú, 2015 [fecha de consulta: 29 de octubre de 2020].

Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5572>



- **Castro, Yury.** Modelamiento y optimización de la red general de agua y el reservorio del C. P. San Pedro de Carabayllo – Lima. [en línea]. Lima, Perú, 2015 [fecha de consulta: 02 de noviembre de 2020].  
Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3571>
- **Ministerio de vivienda construcción y saneamiento,** Norma Técnica E.030, Diseño sismorresistente. (Perú), 6-7 pp.
- **Santamaria, Jacinto y Sanz, Teófilo.** Manual de prácticas. [en línea]. Universidad de la Rioja, España, 2005. [fecha de consulta: 05 de noviembre de 2020].  
Disponibile en: <https://publicaciones.unirioja.es/catalogo/online/topografia.pdf>
- **Aranda, Rómulo.** Estudio de impacto ambiental: ampliación y mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado La Arena - Departamento de Piura. [en línea]. Perú, 2010. [fecha de consulta: 06 de noviembre de 2020].  
Disponibile en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/18128>
- **Ministerio de Agricultura y Autoridad Nacional del Agua.** Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338. [en línea]. Lima, Perú, enero de 2010. [fecha de consulta: 06 de noviembre de 2020].  
Disponibile de: [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/reglamento\\_lrh\\_-\\_no\\_29338\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/reglamento_lrh_-_no_29338_0.pdf)
- **Ministerio de Salud,** NTS N° 166-MINSA/2020/DIGESA, Norma Sanitaria para el abastecimiento de agua para el consumo humano mediante estaciones de surtidores y camiones cisterna. Resolución Ministerial N° 854-2020/MINSA. [en línea]. Lima, Perú. 16 de octubre del 2020. [fecha de consulta: 06 de noviembre de 2020].  
Disponibile de: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-las-nts-n-166-minsa2020digesa-norma-sanitaria-pa-resolucion-ministerial-no-854-2020minsa-1894905-5/>

- **Ministerio de Salud**, Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, DS 031-2010-SA. [en línea]. Lima, Perú. 1<sup>era</sup> Edic. 2011. [fecha de consulta: 08 de noviembre de 2020].

Disponible en:

[http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)
- **OMS**, Agua, saneamiento e higiene para acelerar y sostener el progreso respecto de las enfermedades tropicales desatendidas, una estrategia mundial 2015–2020. [en línea]. 2015. [fecha de consulta: 08 de noviembre de 2020].

Disponible en:

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250587/WHO-FWC-WSH-15.12-spa.pdf;jsessionid=62C39DF32DDEE1B6BE36D8A323C7BF36?sequence=1>
- **OMS**, Planificación de la seguridad del saneamiento manual para el uso y la disposición seguros de aguas residuales, aguas grises y excretas. [en línea]. 2016. [fecha de consulta: 08 de noviembre de 2020].

Disponible en:

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250331/9789243549248-spa.pdf?sequence=1>
- **Olaiz, Gustavo**. Director General de Salud Ambiental Norma oficial mexicana nom-127-ssa1-1994, "salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. 1994. 3 - 4 pp.

Disponible en: <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-de-san-luis-potosi/quimica/apuntes/nom-127-ssa1-1994-limites-maximos-permisibles-y-parametros-de-calidad-del-agua-para-consumo-humano/8649288/view>

- **Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, OS.050, Norma (Perú).** Redes de distribución de agua para consumo humano. Lima. 2 – 5 pp.  
Disponible en:  
[saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas\\_Legales/saneamiento/OS.050.pdf](http://saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/OS.050.pdf)
- **The United Nations World Water.** Water in a changing world: The 3rd Report on the Development of Water Resources in the World. [on line]. 2006. Report nº 3. [Consultation date: November 10, 2020].  
available in: <file:///C:/Users/USER/Downloads/374903eng.pdf>
- **Garriazo, Rosario y Rodríguez, Deysi.** Diseño del sistema de alcantarillado con una propuesta de planta de tratamiento compacta para el Centro Poblado Santa Cruz. Lima, Perú: Universidad César Vallejo, 2019. 76 - pp.  
Disponible en:  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50133/Garriazo\\_HRE%20-%20Rodr%c3%adguez\\_CD-L-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50133/Garriazo_HRE%20-%20Rodr%c3%adguez_CD-L-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- **UNICEF (España).** El agua no sólo es un derecho. Zaragoza: 2008. 1 – pp.
- **Juárez, Eulalio y Rico, Alfonso.** Mecánica de Suelos, Tomo 1 – Fundamentos de la mecánica de suelos. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2005. 77 pp. ISBN: 160–18-0069-9
- **Poder ejecutivo,** Decreto Legislativo N° 1280. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú. 29 de diciembre de 2016.

## ANEXOS:

### ANEXO N°.01: Operacionalización de la variable.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado Bello Horizonte, Distrito Laredo, Trujillo, La Libertad.	Es el conjunto de procedimientos para determinar la posición de un punto sobre la superficie terrestre. Para medir estos puntos en el espacio se toman en consideración la distancia, elevación y dirección. <b>Fuente:</b> <a href="https://www.ecured.cu/Topograf%C3%ADa">https://www.ecured.cu/Topograf%C3%ADa</a>	Mediante el estudio técnico que se debe realizar para conocer las características y formas del terreno lo que será importante para planificar el desarrollo del proyecto.	Levantamiento topográfico	Apoyo de planimetría (m)	Razón
				Levantamiento altimétrico (m)	Razón
				Levantamiento de curvas de nivel (m)	Razón
	La mecánica de suelos, señala que la mecánica de suelos es una parte del área de la ingeniería que está dedicada a estudiar las fuerzas o cargas que son establecidas en la superficie terrestre. <b>Fuente:</b> <a href="https://www.arqhy.com/arquitectura/mecanica-suelos.html">https://www.arqhy.com/arquitectura/mecanica-suelos.html</a>	La mecánica de los suelos incluye temas importantes como la investigación de las propiedades físicas y químicas del suelo, la teoría del comportamiento de los suelos sujetos a cargas y la aplicación de dichos conocimientos empíricos a la práctica.	Estudio de Mecánica de Suelos	Análisis Granulométrico (%)	Razón
				Contenido de humedad (%)	Razón
				Peso específico (%)	Razón
				Límites de Atterberg (%)	Razón
				Perfil estratigráfico del suelo (m)	Razón
				Capacidad portante (Kg/cm <sup>2</sup> )	Razón.
	Según D.S. N°031 – 2010 SA, reglamento de la calidad de agua para consumo humano, la calidad del agua se refiere a la verificación microbiológica del agua, por lo general incluye análisis microbiológicos. En la mayoría de los casos, conllevará el	La calidad del agua puede variar con gran rapidez y todos los sistemas pueden presentar fallos ocasionales. Por ejemplo, la lluvia puede hacer aumentar en gran medida la	Calidad del agua	Ph	Cuantitativa de razón
Sólidos totales (mg/l)					
Conductividad (mS/cm)					
Dureza (CaCO <sub>3</sub> mg/l)					
Escherichia Coli (NMP/100 ml)					

	<p>análisis de microorganismos indicadores de contaminación fecal, pero también puede incluir, en algunas circunstancias, la determinación de las concentraciones de patógenos.</p>	<p>contaminación microbiana en aguas de origen, y son frecuentes los brotes de enfermedades transmitidas por el agua después de periodos de lluvias.</p>		<p>Coliformes totales (NMP/100 ml)</p>	
	<p>Según (SEDAPAR, 2017), el sistema de agua potable permite llevar el agua de la captación al lugar de consumo, es establecida por la norma de la (OMS), la cual muestra la cantidad de sales minerales diluidas que debe contener el agua para lograr que la calidad del agua sea la óptima para el consumo humano.</p>	<p>El diseño del sistema hidráulico se elaborará tomando en cuenta los datos fundamentales del proyecto como los estudios topográficos, mecánica de suelos y calidad de agua, siendo necesario para la llevar a cabo el proyecto.</p>	<p>Sistema de agua potable</p>	<p>Caudal de la captación (L/S)</p>	<p>Cuantitativa de razón.</p>
<p>Caudal máximo L/S)</p>				<p>Cuantitativa de razón.</p>	
<p>Diámetros de la tubería (mm, pulg).</p>				<p>Cuantitativa de razón.</p>	
<p>Caudal de diseño. (l/s)</p>				<p>Cuantitativa de razón.</p>	
<p>Volumen reservorio (m3).</p>				<p>Cuantitativa de razón.</p>	
	<p>Según (Jiménez, 2016), consiste en conductos tapados conocidos con el nombre de desagües, que comúnmente se instalan en el centro de las calles cuyos componentes recolectan las aguas que ya han sido utilizadas por los pobladores de una determinada localidad, así mismo sirven para retirar las aguas pluviales.</p>	<p>Es el encausamiento de las aguas residuales, requiere del estudio de lineamientos técnicos los cuales recolectarán las aguas residuales del centro poblado.</p>	<p>Sistema de alcantarillado</p>	<p>Caudal (l/s)</p>	<p>C. razón.</p>
<p>Velocidad (m/s)</p>				<p>Cuantitativa de razón.</p>	
<p>Profundidad de buzones (m)</p>				<p>Cuantitativa de razón.</p>	
<p>Tanque Imhoff (m3)</p>				<p>Cuantitativa de razón.</p>	

## **ANEXO N.º 02: Ficha de Observación**

<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>
<b>Ficha de Observación</b>
Objetivo del estudio: Mejorar el diseño de los sistemas de agua potable y alcantarillado en el centro poblado de Bello Horizonte, Laredo, Trujillo, La Libertad, para una mejor calidad de vida de los pobladores.
Lugar de observación: Centro Poblado de Bello Horizonte, Distrito Laredo, Provincia Trujillo, La Libertad.
Fecha de observación: Agosto del 2020.
Nombre de los investigadores:
1. Jaime Lopez, Redulfo
2. Méndez Angulo, Juan Eduardo
Descripción de la observación:
Se observó que el manantial de abastecimiento (cámara de captación) de agua potable hacia el centro poblado de Bello Horizonte es insuficiente para la demanda de la población actual, por lo que los pobladores delegaron la administración del agua a un comité (JASS), quienes tratan de distribuir el agua por horarios, además de ver la forma de hacer llegar el agua a las personas que viven en las zonas que no cuentan con una conexión domiciliaria, así mismo observamos la tubería que conduce el agua desde el manantial hasta el reservorio están expuestas al aire libre y a otros fenómenos de la naturaleza lo que genera el colapso de forma inesperada afectando a los pobladores en cuanto al abastecimiento de agua, también observamos que no cuentan con un sistema de cloración adecuada del agua, pues lo realizan de manera manual o por goteo cada 3 ó 4 meses, por otra parte, se observó que hay muchas familias que aún no cuentan con los servicios básicos de agua potable y alcantarillado, para satisfacer sus necesidades tienen que cargar el agua en galones, baldes, botellas, entre otras y respecto a la disposición de excretas lo hacen a través de pozos ciegos los que posteriormente se convierten en focos infecciosos, también observamos que los desechos provenientes del alcantarillado son arrojados al

Rio Moche y a ciertas zonas agrícolas mediante tubería y canales que ellos mismos instalaron según sus necesidades.

Interpretación de la observación:

Los sistemas de agua potable y alcantarillado en el centro poblado de Bello Horizonte se encuentran en condiciones irregulares, debido a que fueron diseñadas y construidas hace varios años pues las tuberías conductoras, almacenamiento y sistemas de distribución requieren ser replanteados, diseñados y construidos de manera más eficiente de tal manera que permitan una mejor administración y distribución del agua y contribuir a la mejora de la calidad de vida de los pobladores del centro poblado brindándoles los servicios básicos que garanticen el adecuado abastecimiento y evacuación de desechos a un lugar donde sean tratados y no se conviertan en focos de contaminación y originarios de enfermedades infecciosas, diarreicas, entre otras.

### **ANEXO N.º 03: Encuesta**

Encuesta sobre las redes de agua potable, alcantarillado y calidad de los servicios en el centro poblado de Bello Horizonte Distrito de Laredo, Trujillo, La Libertad.

Objetivo:

Identificar la situación actual de la población en conjunto con las autoridades locales, a fin de mejorar la calidad de los servicios de las redes de agua potable y alcantarillado en el centro poblado Bello Horizonte.

### **INTRUCCIONES:**

Estimados pobladores:

En la presente encuesta se iniciará un proceso de seguimiento a la situación actual de las redes de agua potable y alcantarillado para determinar la posibilidad de diseñar nuevas redes tanto de agua como de alcantarillado para una mejor calidad de vida de todos los pobladores del centro poblado de Bello Horizonte del Distrito de Laredo, Trujillo, La Libertad.

Sus respuestas son muy importantes para alcanzar nuestro objetivo.

Gracias por su colaboración.

Preguntas:

1. ¿Considera usted que el servicio de agua y desagüe es bueno  
Si  No
2. ¿Sabe usted de qué manera se realiza el mantenimiento la red de agua?  
Si  No
3. ¿Conoce usted la forma de cloración del agua que consume?  
Si  No
4. ¿Sabe usted cada que tiempo se realiza la cloración del agua?  
Semanal  Quincenal  Mensual  Anual
5. ¿De qué manera contribuye usted al mantenimiento y preservación de las redes de agua potable y alcantarillado?  
Pago mensual  Republica ciudadana  Desinteresado



6. ¿Considera usted que son adecuados los servicios de agua potable y alcantarillado?  
Si  No
7. ¿Las autoridades de su localidad se muestran interesados en mejorar los servicios básicos de agua y desagüe?  
Si  No
8. ¿Cómo califica usted los servicios de agua potable y alcantarillado?  
Bueno  Regular  Malo  Muy Malo
9. ¿Considera usted que se debería mejorar los sistemas de las redes de agua potable y alcantarillado?  
Si  No
10. ¿Identifique que tan satisfecho está usted con el servicio de agua y alcantarillado del centro poblado Bello Horizonte?
- Altamente insatisfecho.
- Insatisfecho.
- Indiferente.
- Satisfecho.
- Altamente satisfecho.

Fecha: Agosto del 2020

Nombre del encuestador:

Jaime lopez, Redulfo.

Méndez Angulo, Juan Eduardo.

#### **ANEXO N.º 04: Entrevista**

Cedula de entrevista sobre los servicios básicos de agua potable y alcantarillado en el centro poblado de Bello Horizonte, Laredo, Trujillo, La Libertad.

1. ¿Conoce usted, de donde procede el agua potable para su centro poblado?
2. ¿Sabe usted, cómo se distribuye el agua en Bello Horizonte?
3. ¿Quiénes se encargan de administrar el agua potable?
4. ¿En qué se basan los responsables de administrar el agua para un uso adecuado?
5. ¿Cómo es la relación entre usted y las autoridades del centro poblado?
6. ¿Existe una comunicación eficiente entre usted y las personas encargadas de administrar el agua y las autoridades del centro poblado?
7. ¿Cuenta la municipalidad del centro poblado con un plan de capacitación al personal encargado de administrar el agua?
8. ¿La comunidad tiene algún plan estratégico para la administración del agua?
9. ¿Durante los dos o tres años últimos años como se ha presentado la situación en cuanto a abastecimiento de agua?
10. ¿Está usted satisfecho con los servicios de desagüe?
11. ¿Conoce usted a donde son arrojados los desechos provenientes de la red de alcantarillado actual?
12. ¿Considera necesario hacer un replanteo y rediseñar los sistemas de agua potable y alcantarillado?

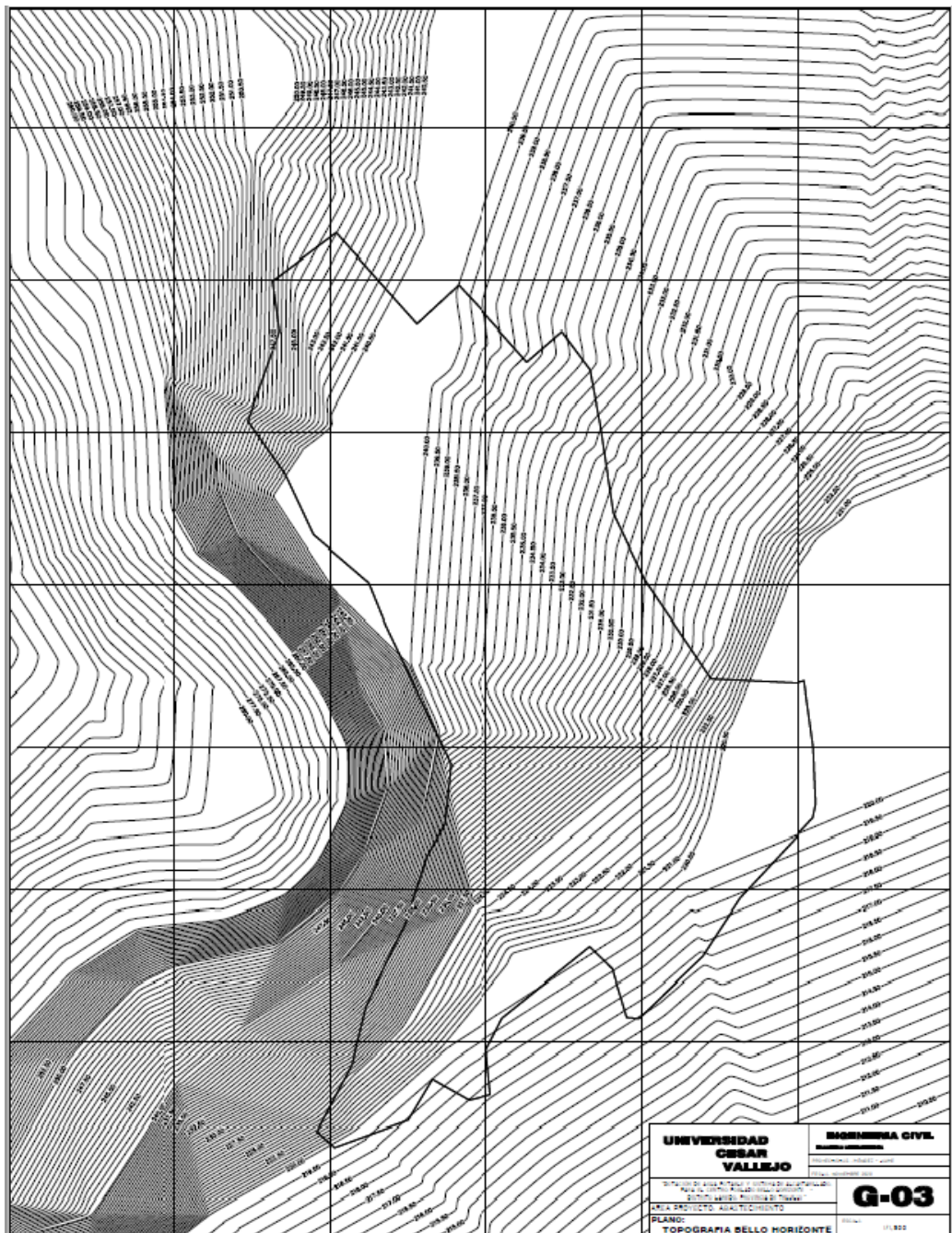
Fecha: Agosto del 2020.

Nombre del entrevistador:

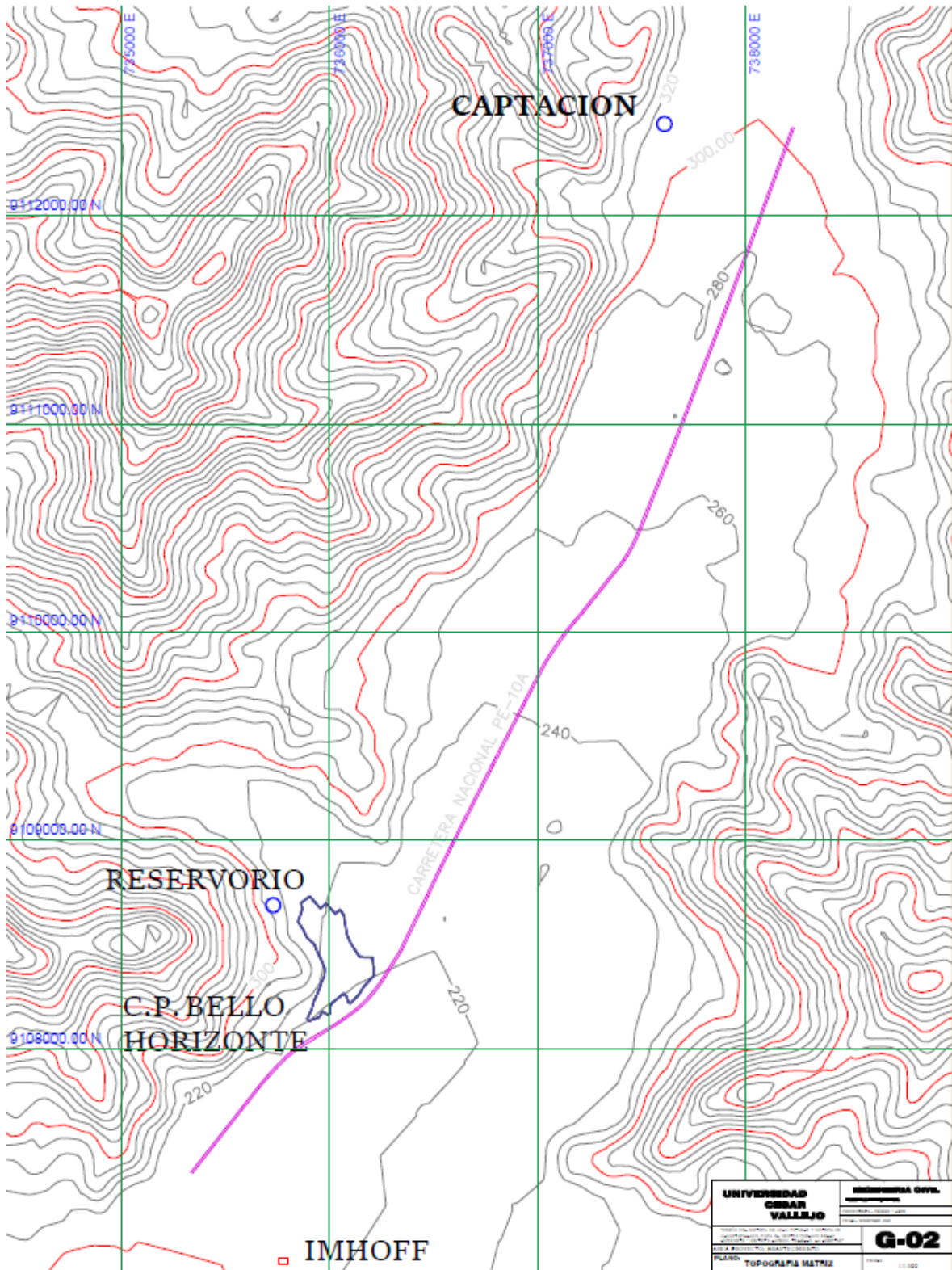
Jaime López, Redulfo.

Méndez Angulo, Juan Eduardo.

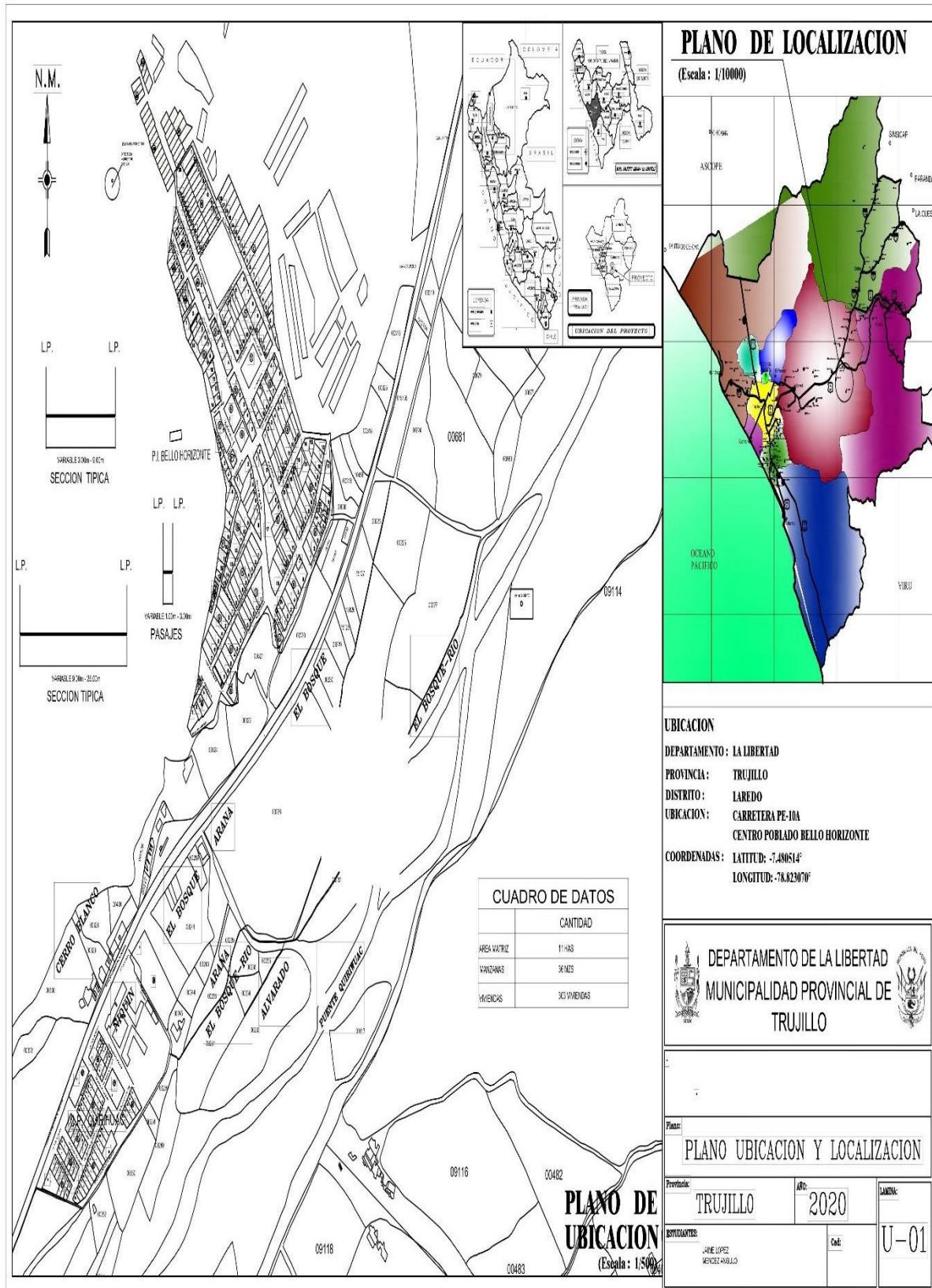
# ANEXO N.º 05: Plano Fotográfico.



**ANEXO N.º 06:** Topografía del centro poblado donde se colocará la red de tuberías para la distribución del agua de riego en cada vivienda.

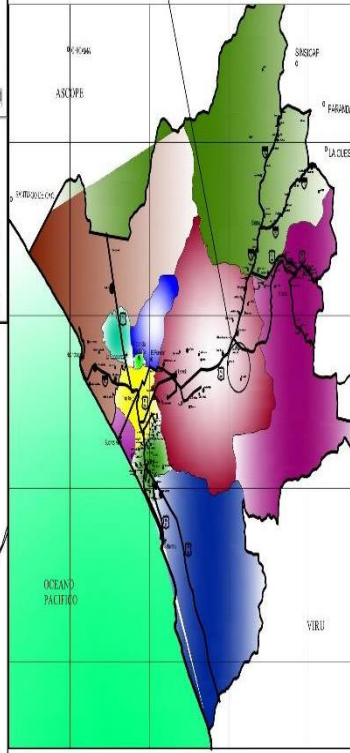


**ANEXO N.º 07: Gráfica Curvas de nivel.**



**PLANO DE LOCALIZACION**

(Escala : 1/10000)



**UBICACION**

DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD  
 PROVINCIA : TRUJILLO  
 DISTRITO : LAREDO  
 UBICACION : CABRETERA PE-10A  
 CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE  
 COORDENADAS : LATITUD : -7.406514°  
 LONGITUD : -78.823070°

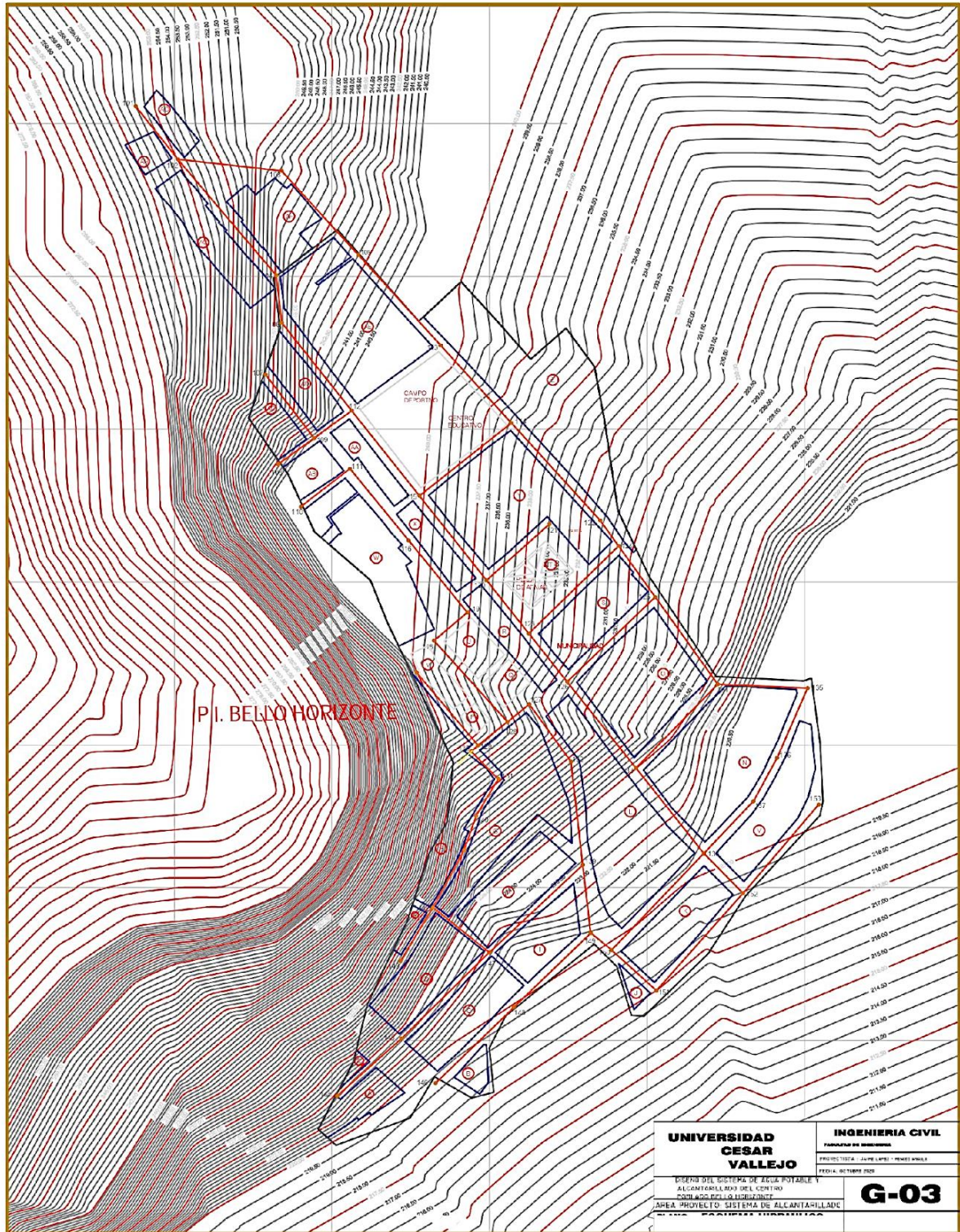


**PLANO UBICACION Y LOCALIZACION**

Provincia:	TRUJILLO	AÑO:	2020	LÁMINA:	U-01
ESTUDIANTE:	JHON LOPEZ MENEZ ABILLO	Cód:			

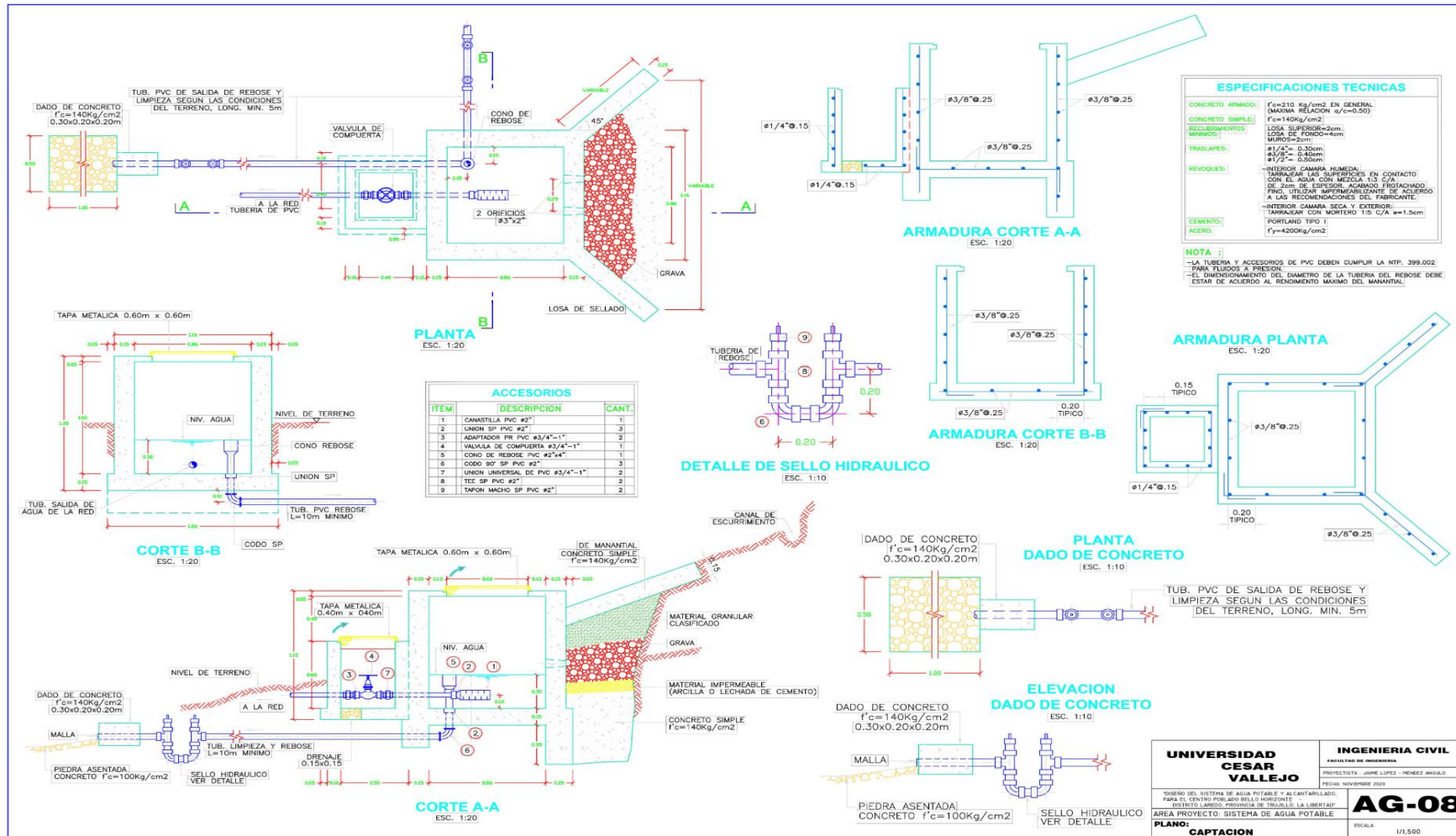
**PLANO DE UBICACION**  
(Escala : 1/500)

## ANEXO N.º 08: Plano de lotización y cotas de nivel.



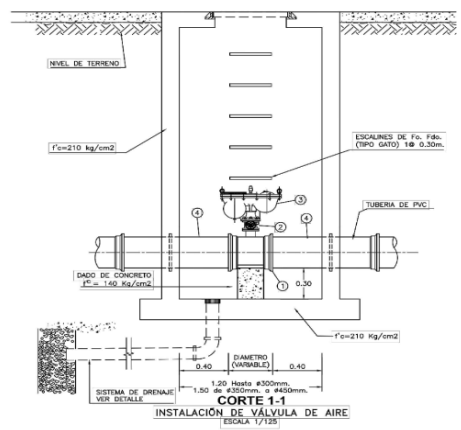
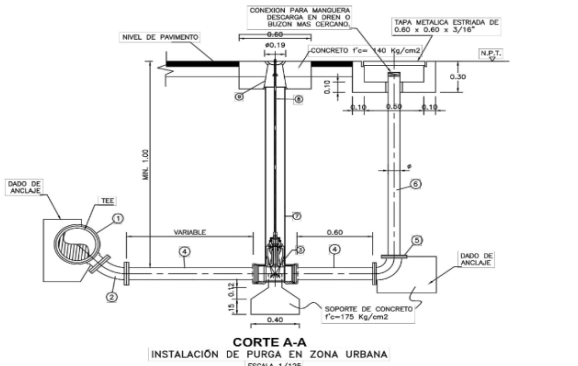
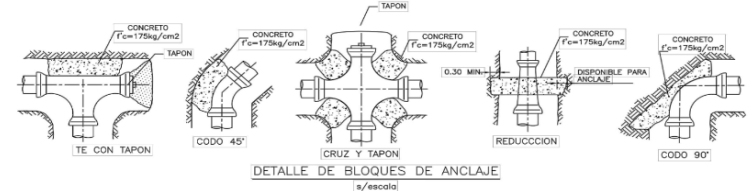
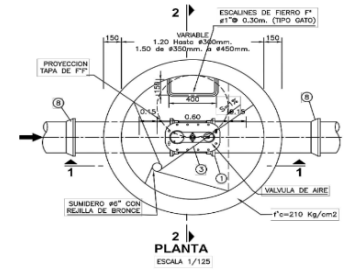
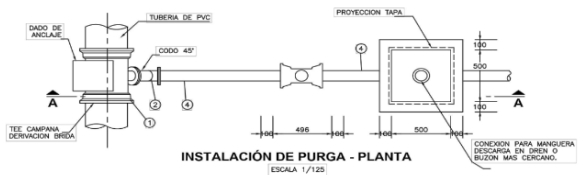
Fuente: Elaboración propia.

# ANEXO N.º 09: Diseño de cámara de captación.

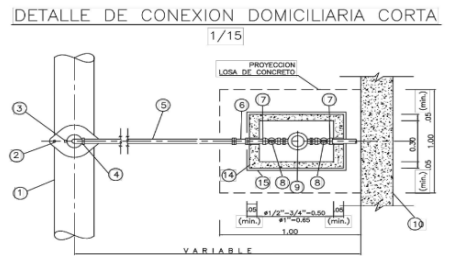


Fuente: Elaboración propia.

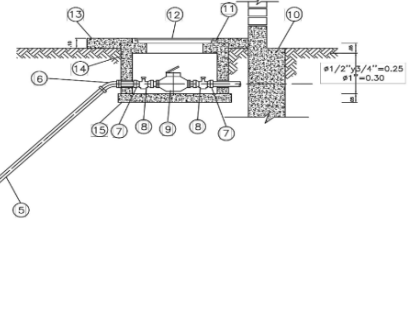
# ANEXO N.º 10: Detalles de válvulas de purga, de aire y cámaras rompe presión.



**NOTA:**  
En obra se dejara la caja de conexiones domiciliarias con una llave de paso, 2 uniones FR y mecha de tubería de 50cm



- LEYENDA**
- 1- MATRIZ DIAMETRO VARIABLE
  - 2- ARRAZADERA DIAMETRO VARIABLE-PERFORADA
  - 3- LLAVE DE TOMA (Corporation) TUERCA Y NIPLE CON PESTANA DE 0.05 mm
  - 4- CURVA 45º DE DOBLE UNION-PRESION
  - 5- TUBERIA DE CONDUCCION 12.5mm
  - 6- CODO DE 45º
  - 7- UNION PRESION-ROSCA
  - 8- LLAVE DE PASO
  - 9- MICROMEDIDOR (Sera entregado a EPIS)
  - 10- COMBUSTIBLE LITRO DE PROPIEDAD
  - 11- MARCO TERMOPLASTICO
  - 12- TAPA TERMOPLASTICO
  - 13- LOSA DE CONCRETO (veredón)
  - 14- CAJA DE MEDIDOR
  - 15- SOLADO DE CONCRETO f'c=140 Kg/cm²

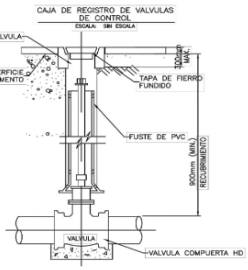
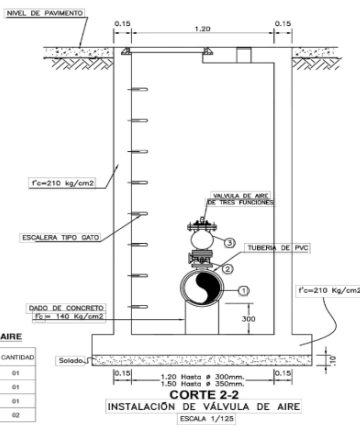


METRADO DE VALVULAS DE PURGA			
ITEM	DIAMETRO MATRIZ	DIAMETRO VALV. PURGA	CANTIDAD
1	DN110	100	01

ACCESORIOS EN CAMARA DE VALVULA DE PURGA			
ITEM	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD
01	TEE DE TUBERIA O 2 DERIVACION Y DERIVACION	PVC	01
02	CONEXION PERFORADA 12.5mm	PVC	01
03	MANGUERA DE CONEXION 12.5mm	HFD	01
04	NIPLE DN 110 x 100	PVC	01
05	CONEXION DE 90° 110mm	PVC	01
06	MANGUERA PERFORADA 12.5mm (DN110-100)	PVC	01
07	TUBO DE PROTECCION TAPA PVC	PVC	01
08	CONEXION TERMOPLASTICO	HFD	01
09	CAMERA	ALERO	01

METRADO DE VALVULAS DE AIRE			
ITEM	DIAMETRO MATRIZ	DIAMETRO VALV. AIRE	CANTIDAD
1	DN110	25mm	01

ACCESORIOS EN CAMARA DE VALVULA DE AIRE			
ITEM	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD
01	TEE DE PVC PINTO CON REDUCCION Ø 2"	PVC	01
02	VALVULA CUPIERTA Ø 1"	BRONCE	01
03	VALVULA DE AIRE TRIPLE EFECTO Ø 2" (25mm)	HFD	01
04	NIPLE DN 110 mm L=1.00m	PVC	02

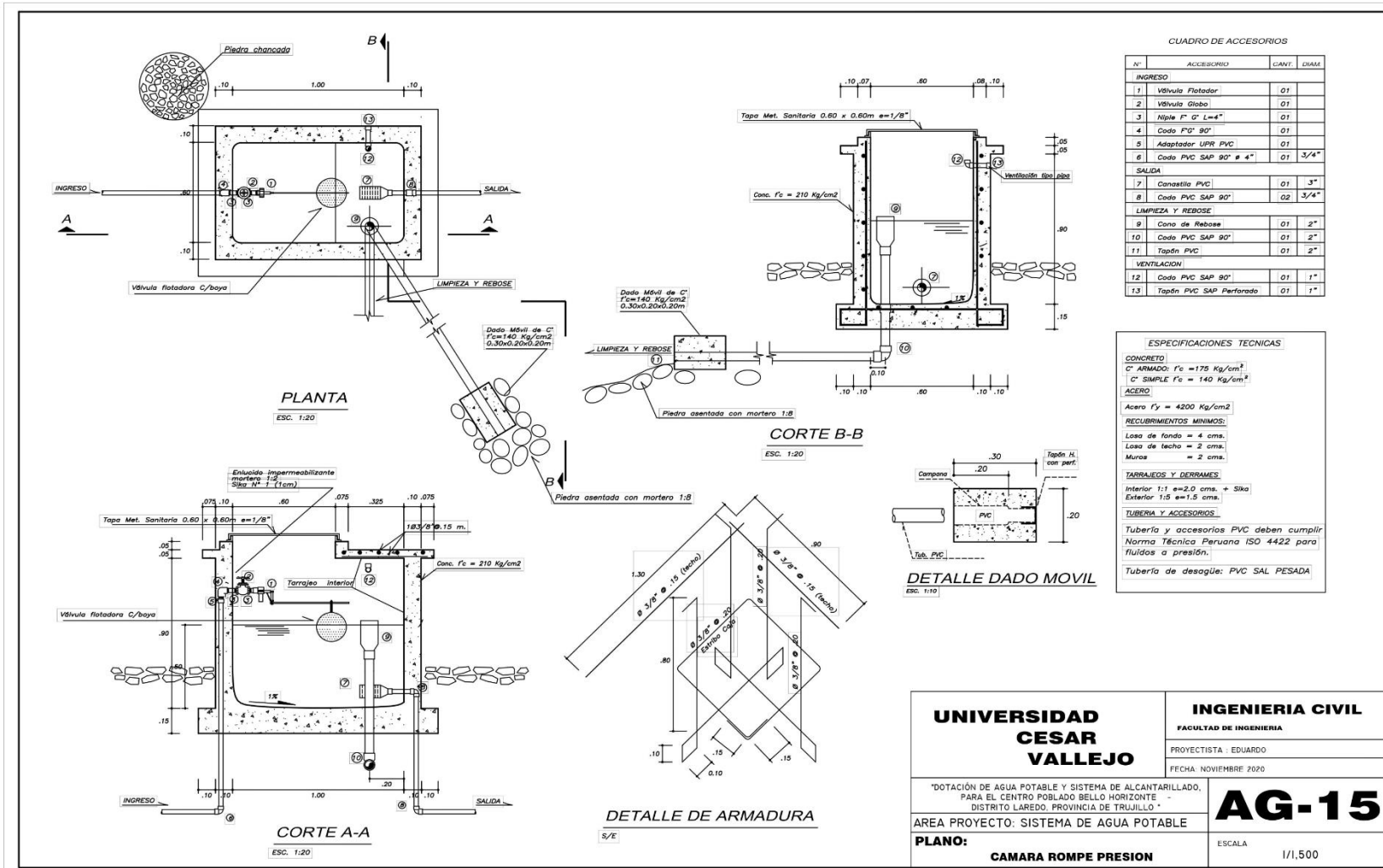


<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>	<b>INGENIERIA CIVIL</b> FACULTAD DE INGENIERIA
	PROYECTISTA : JAIME LOPEZ - HENDEZ ANGULO FECHA: NOVIEMBRE 2020
"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO, PARA EL CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE DISTRITO LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD"	
ÁREA PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE	
<b>PLANO:</b> <b>DETALLES DE VALVULAS</b>	
ESCALA <b>1/1.500</b>	<b>AG-07</b>

Fuente: Elaboración propia.

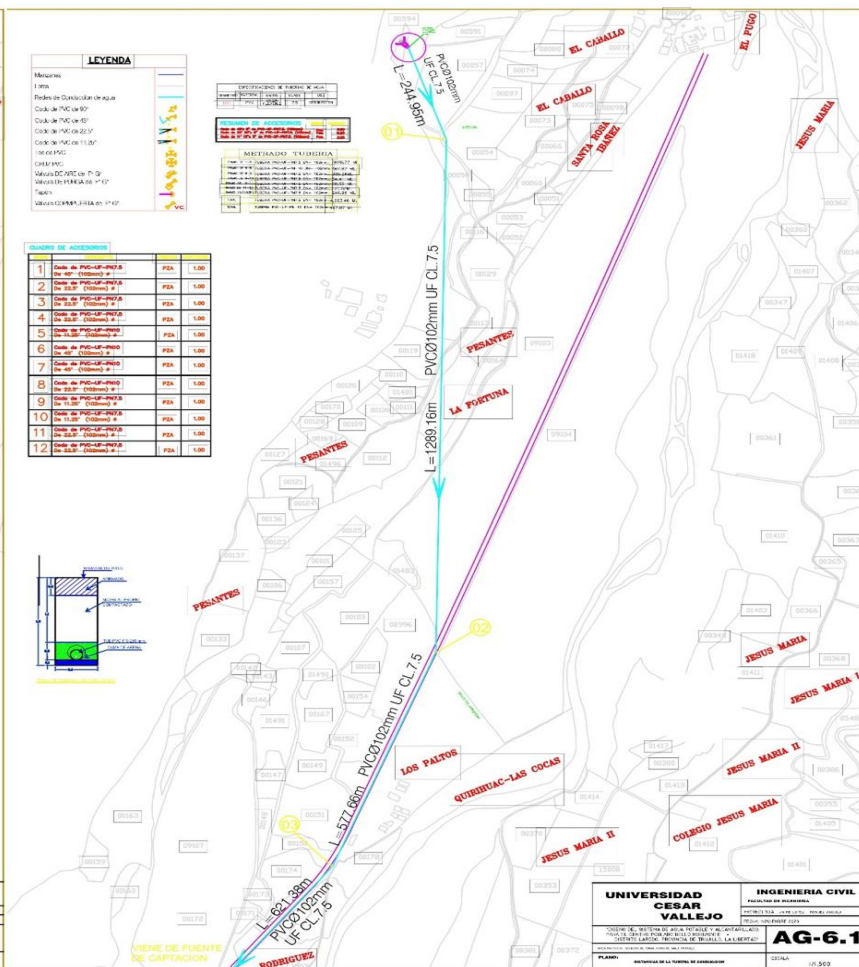
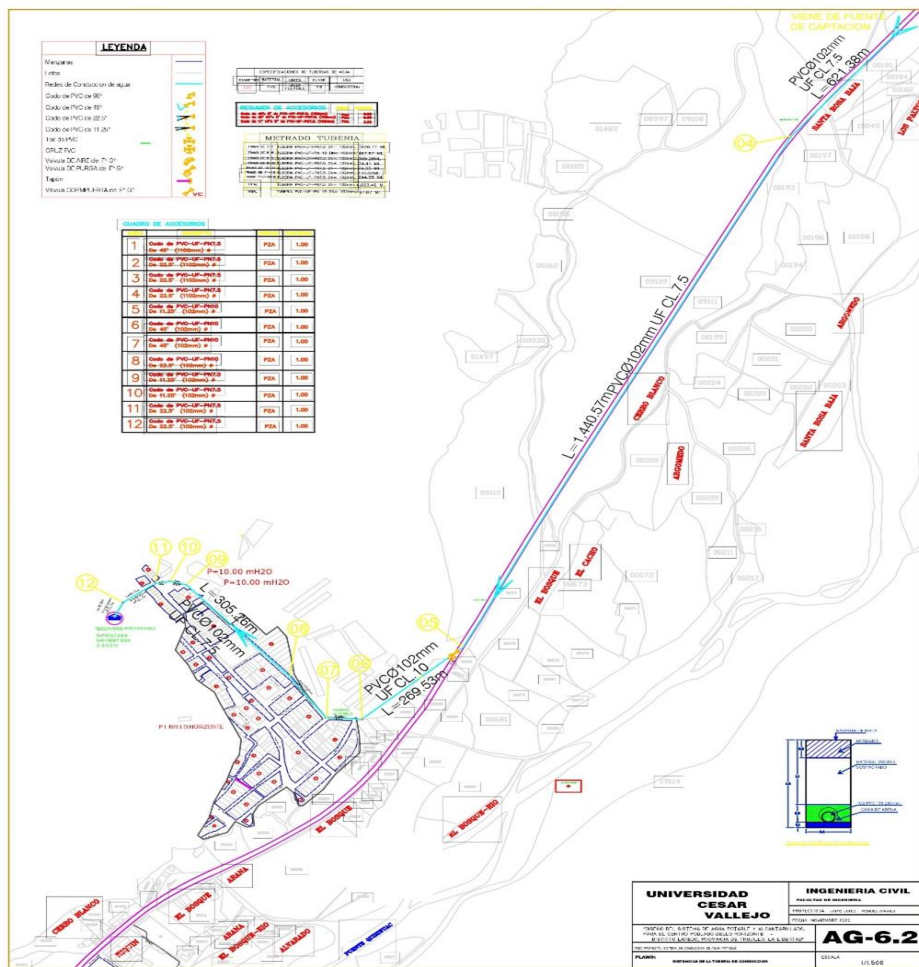


# ANEXO N.º 11: Diseño de cámaras rompe presión.



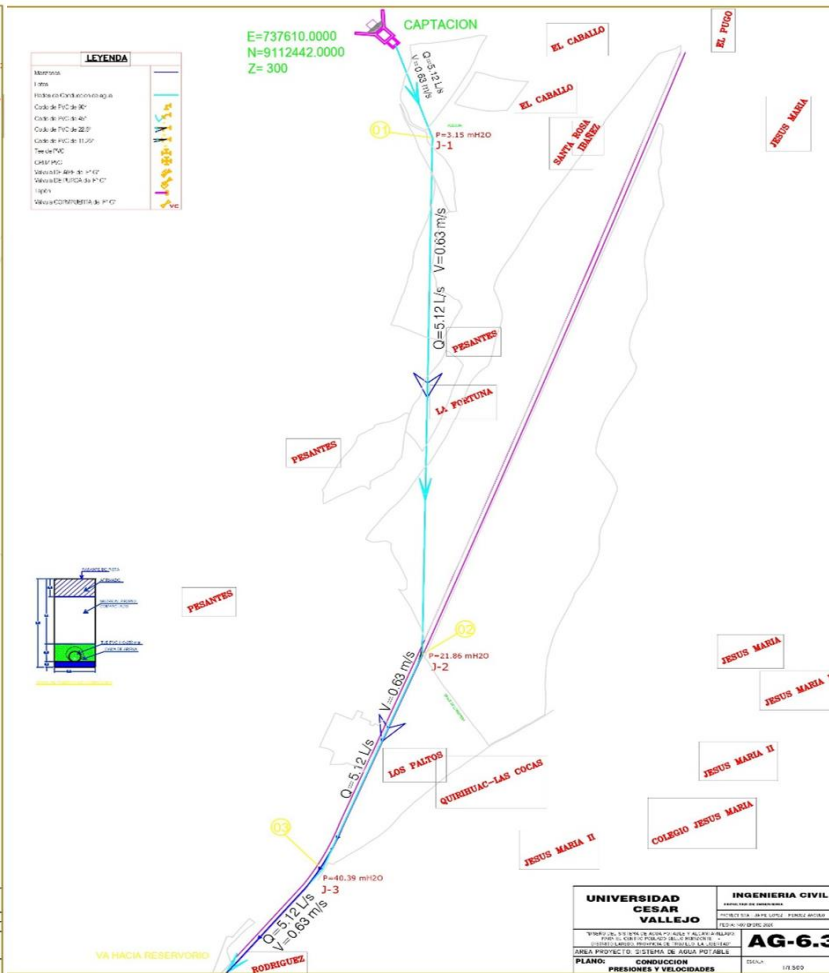
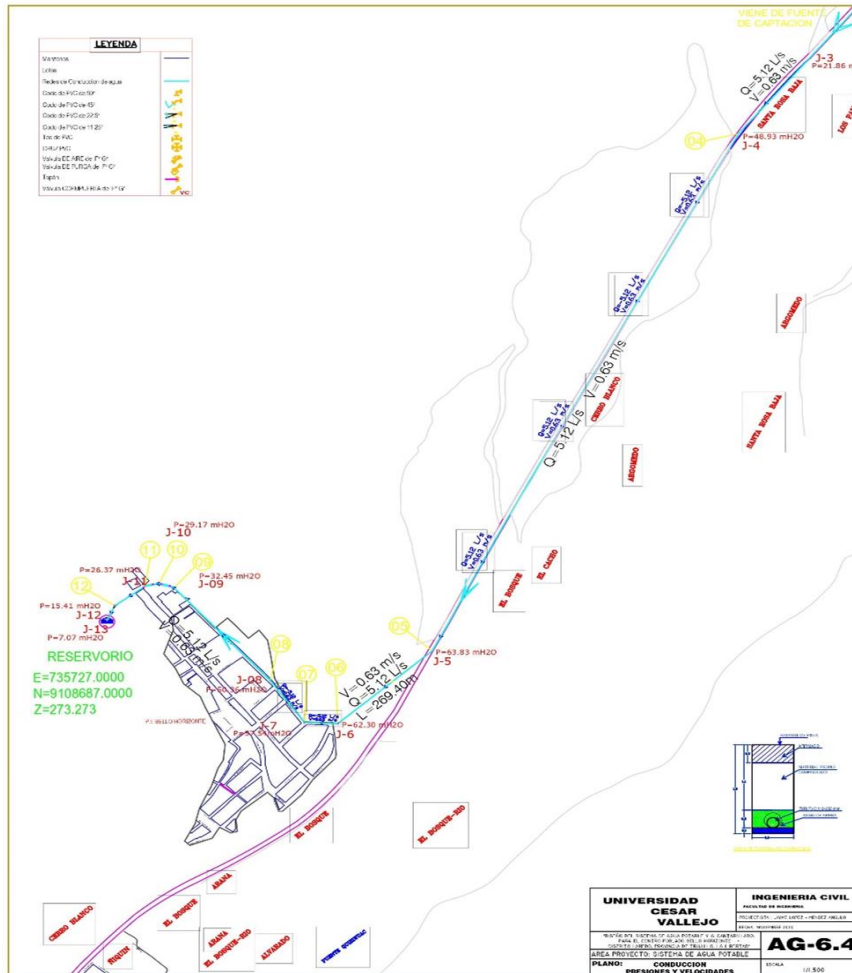
Fuente: Elaboración propia.

# ANEXO N.º 12: Línea de conducción distancias entre tramos.



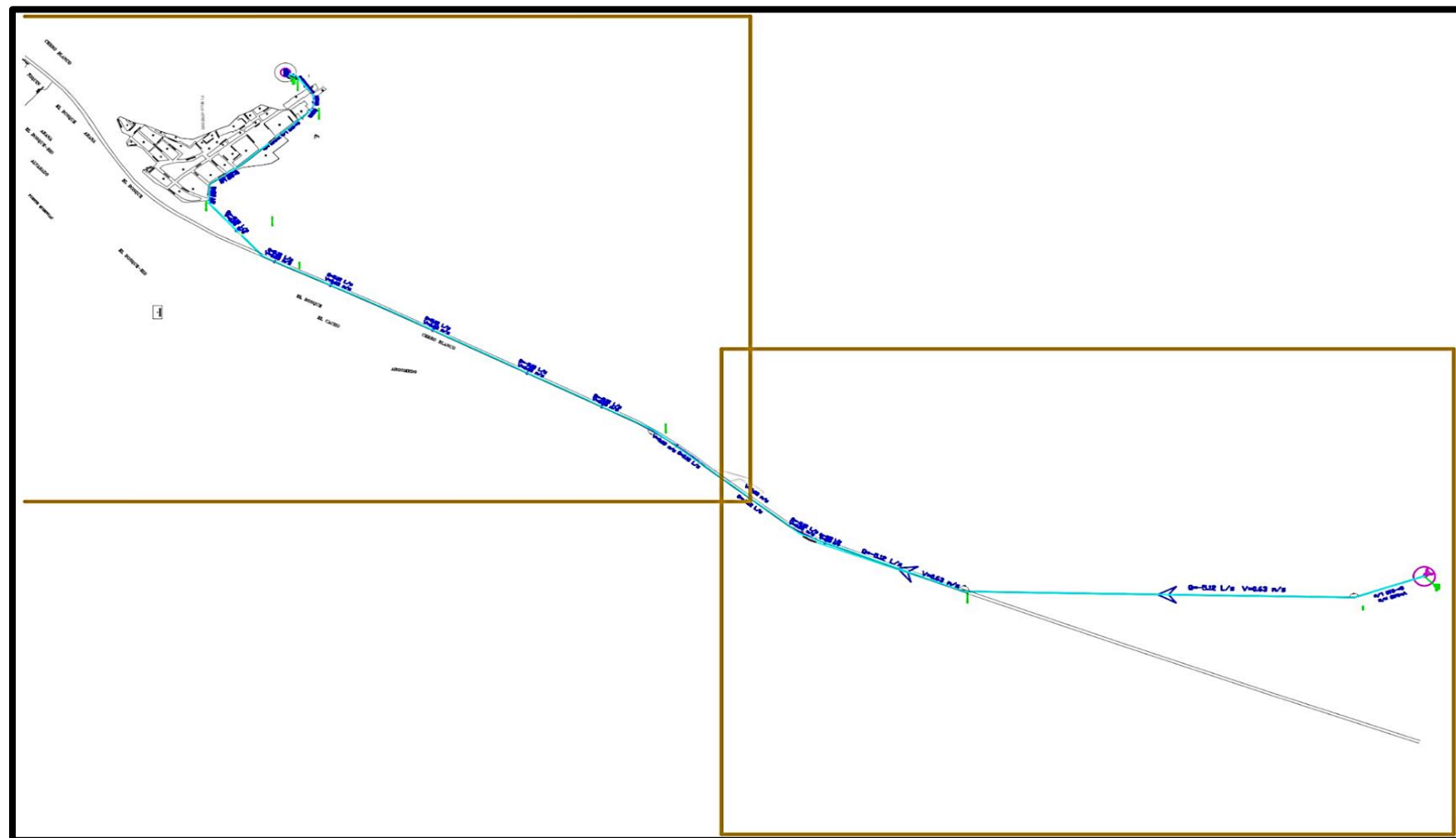
Fuente: Elaboración propia.

# ANEXO N.º 13: Línea de conducción velocidades y presiones.



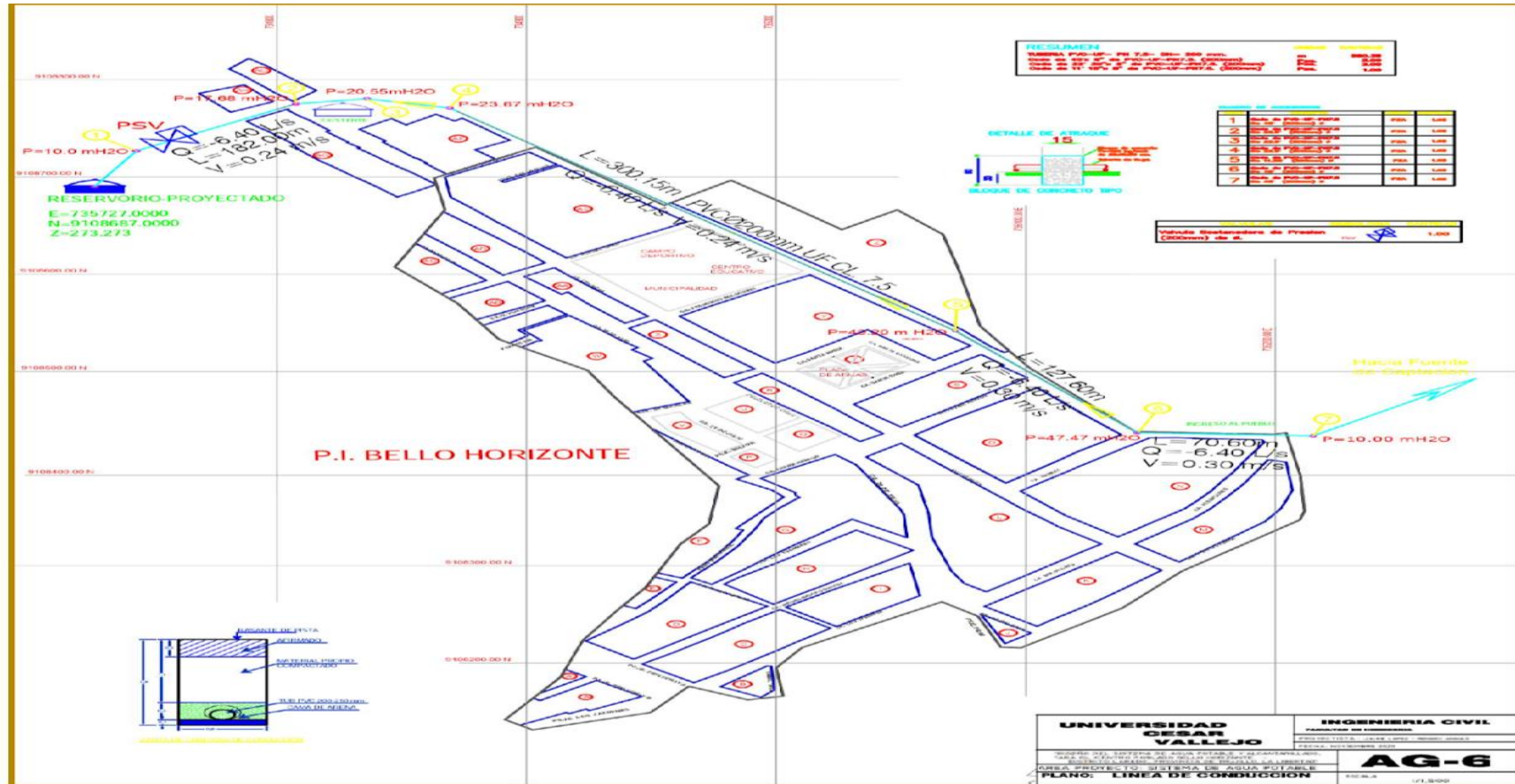
Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO N.º 14:** Línea de conducción matriz.



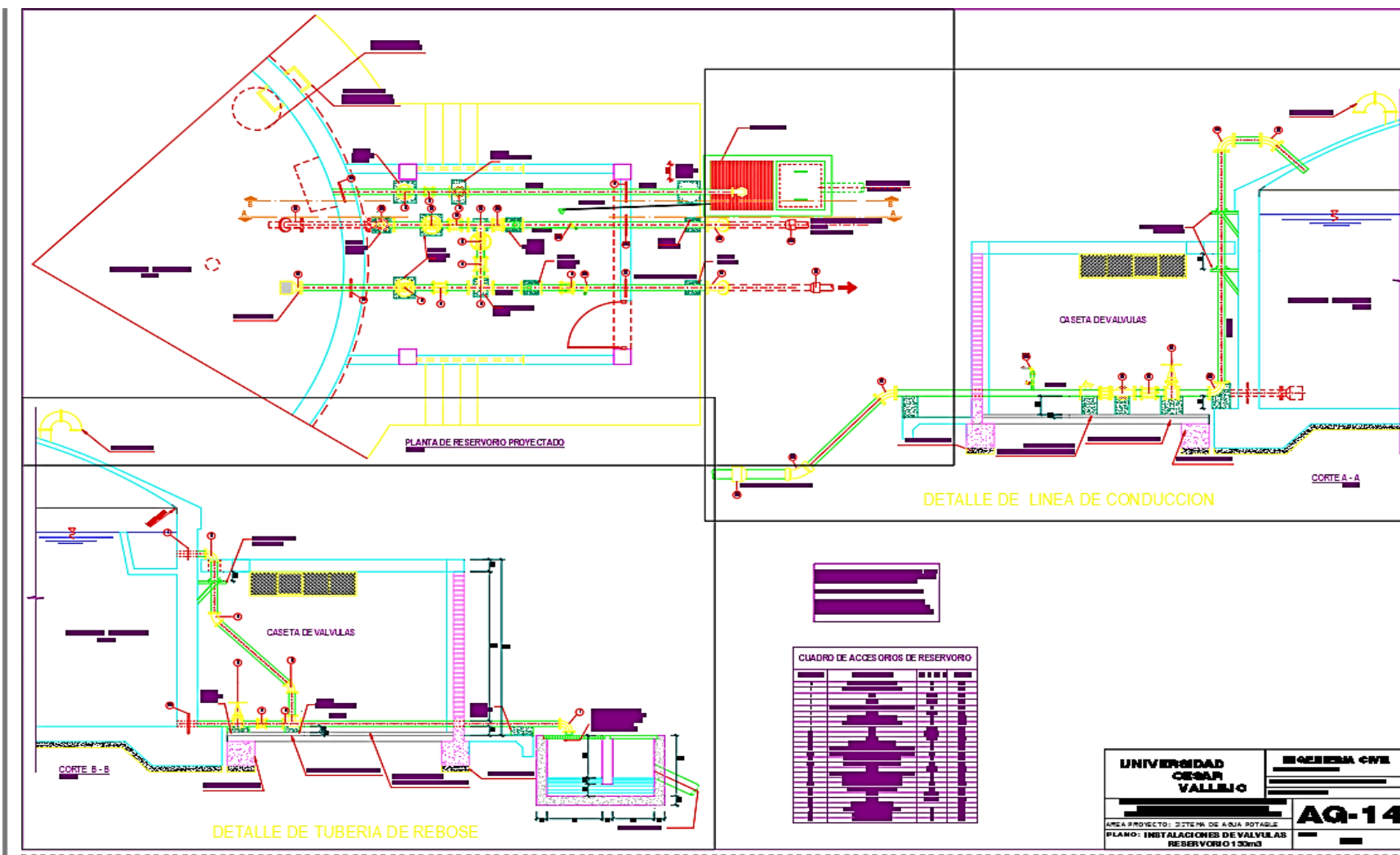
**Fuente:** Elaboración propia.

ANEXO N.º 15: Diseño de la tubería de conducción de agua.



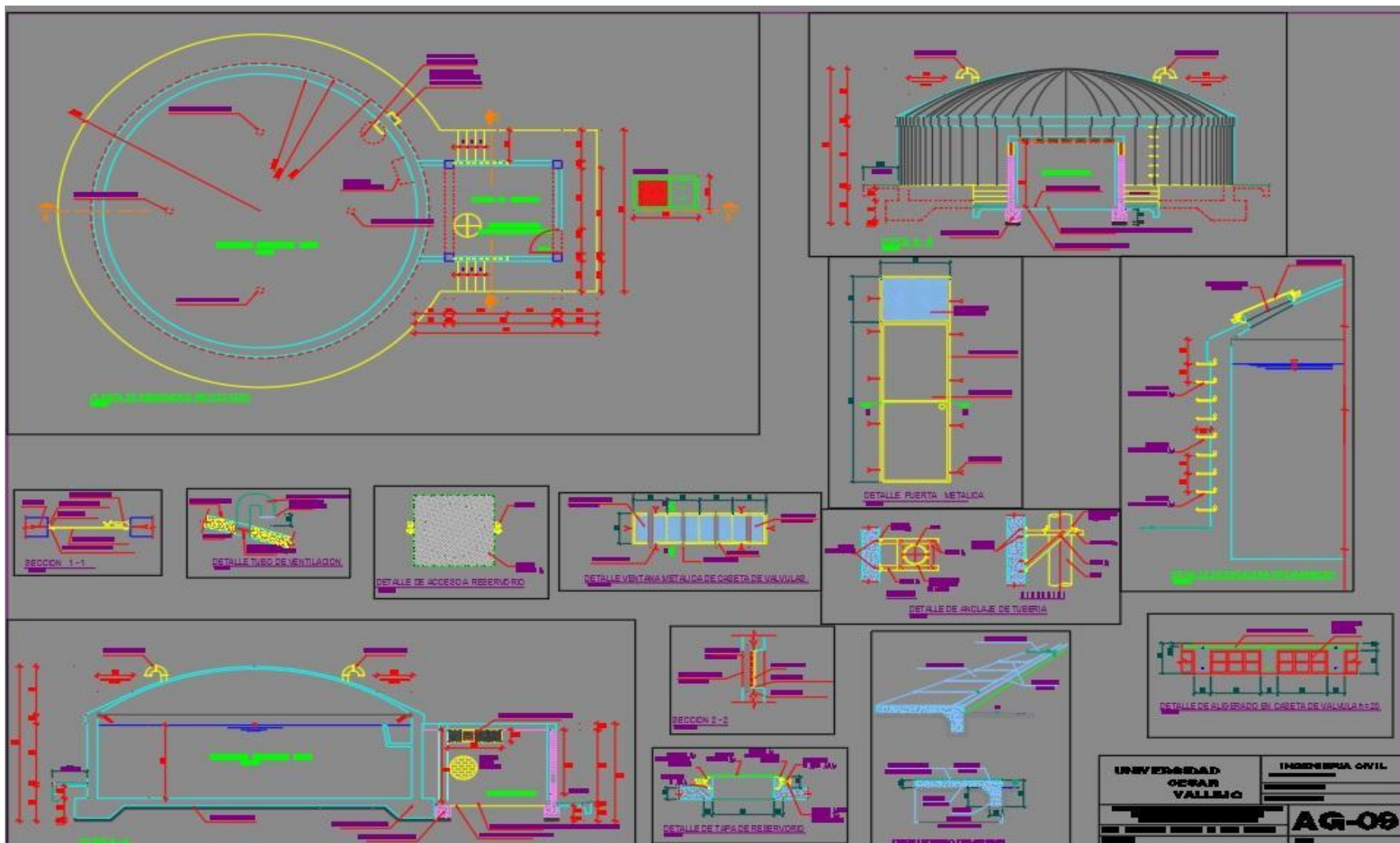
Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO N.º 16:** Diseño de instalaciones de Caseta de válvulas.



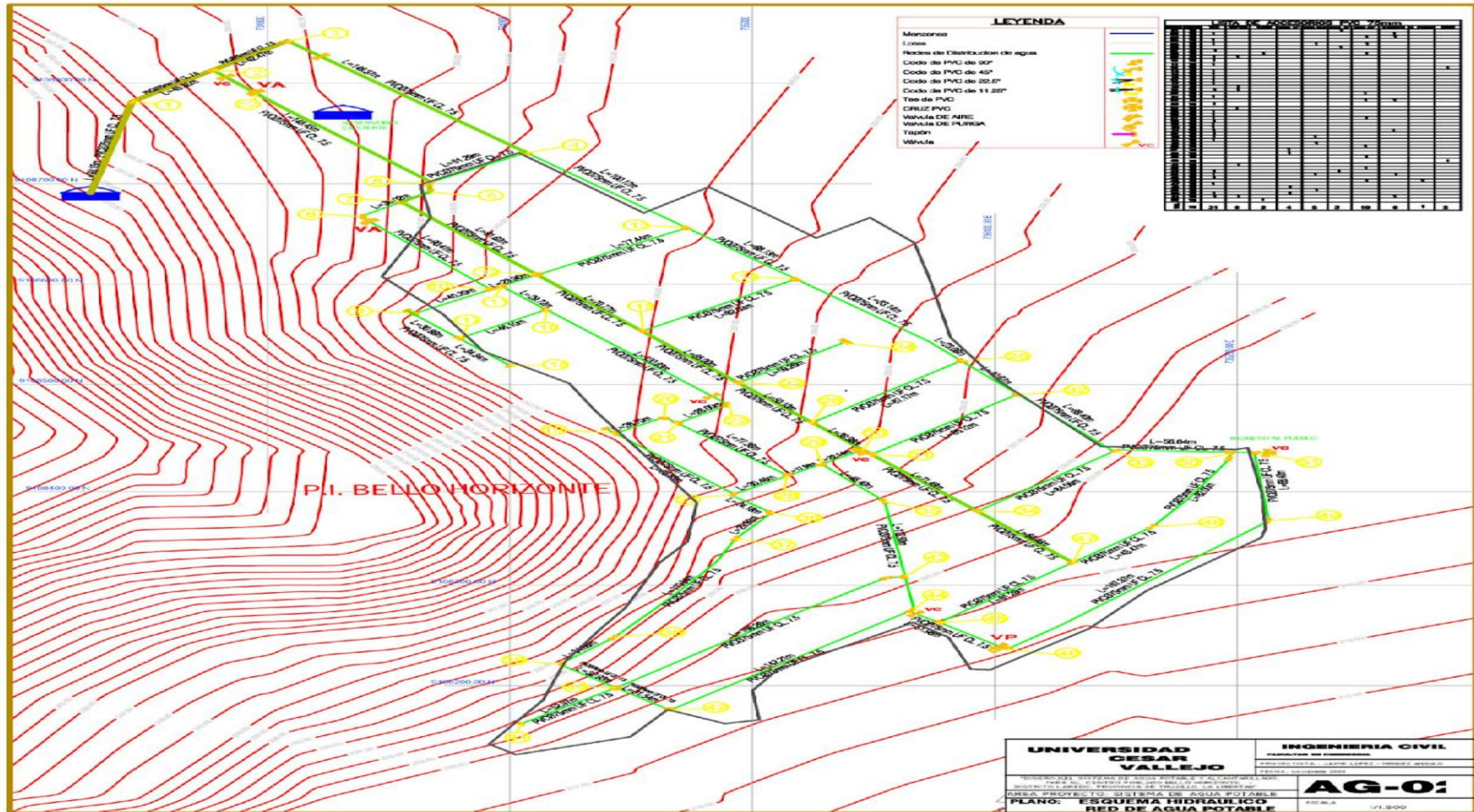
Fuente: Elaboración propia

**ANEXO N.º 17:** Diseño del reservorio para el almacenamiento de agua potable.



Fuente: Elaboración propia

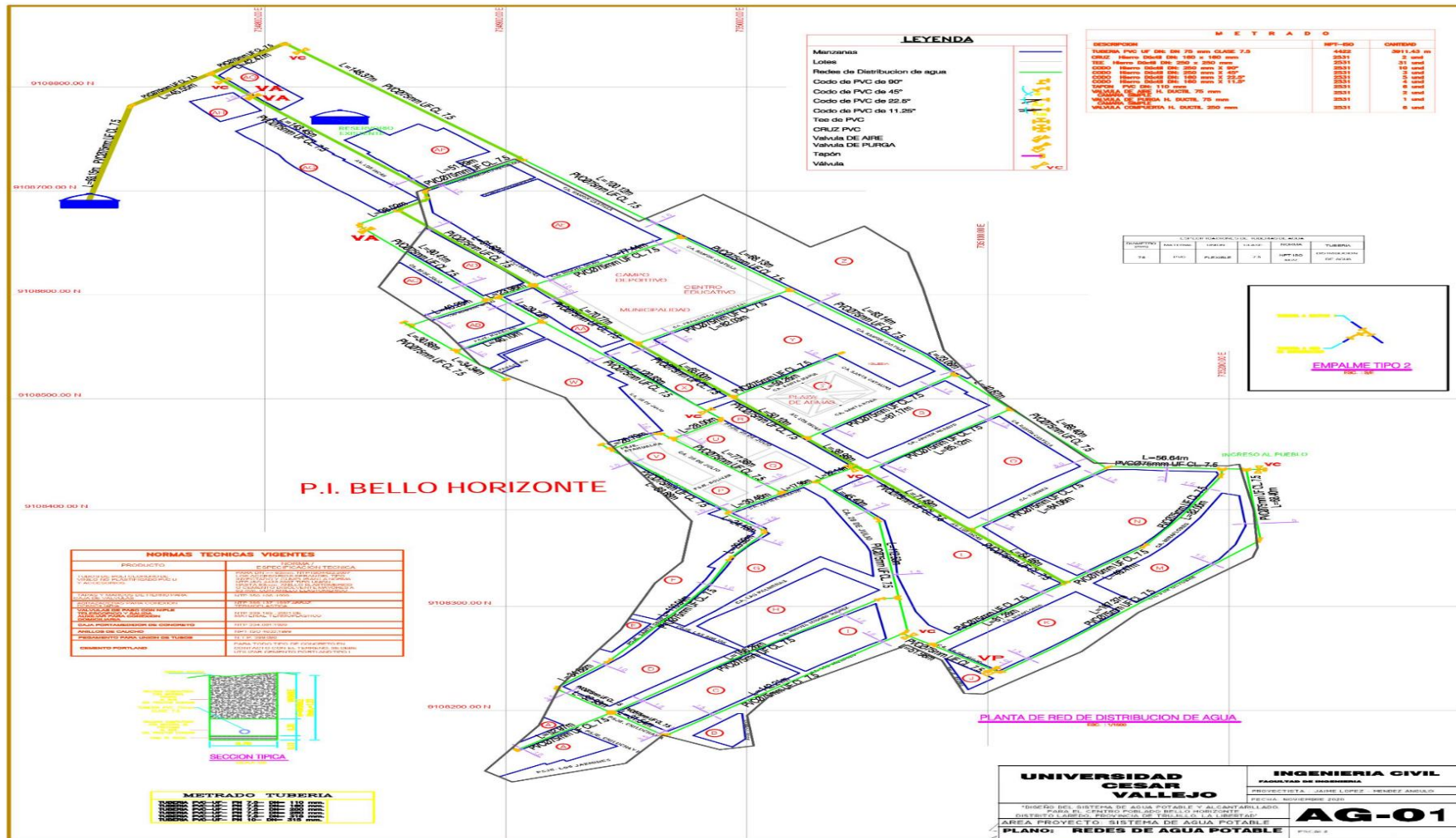
**ANEXO N.º 18:** Diseño de esquema hidráulico de la red de agua potable.



Fuente: Elaboración propia.

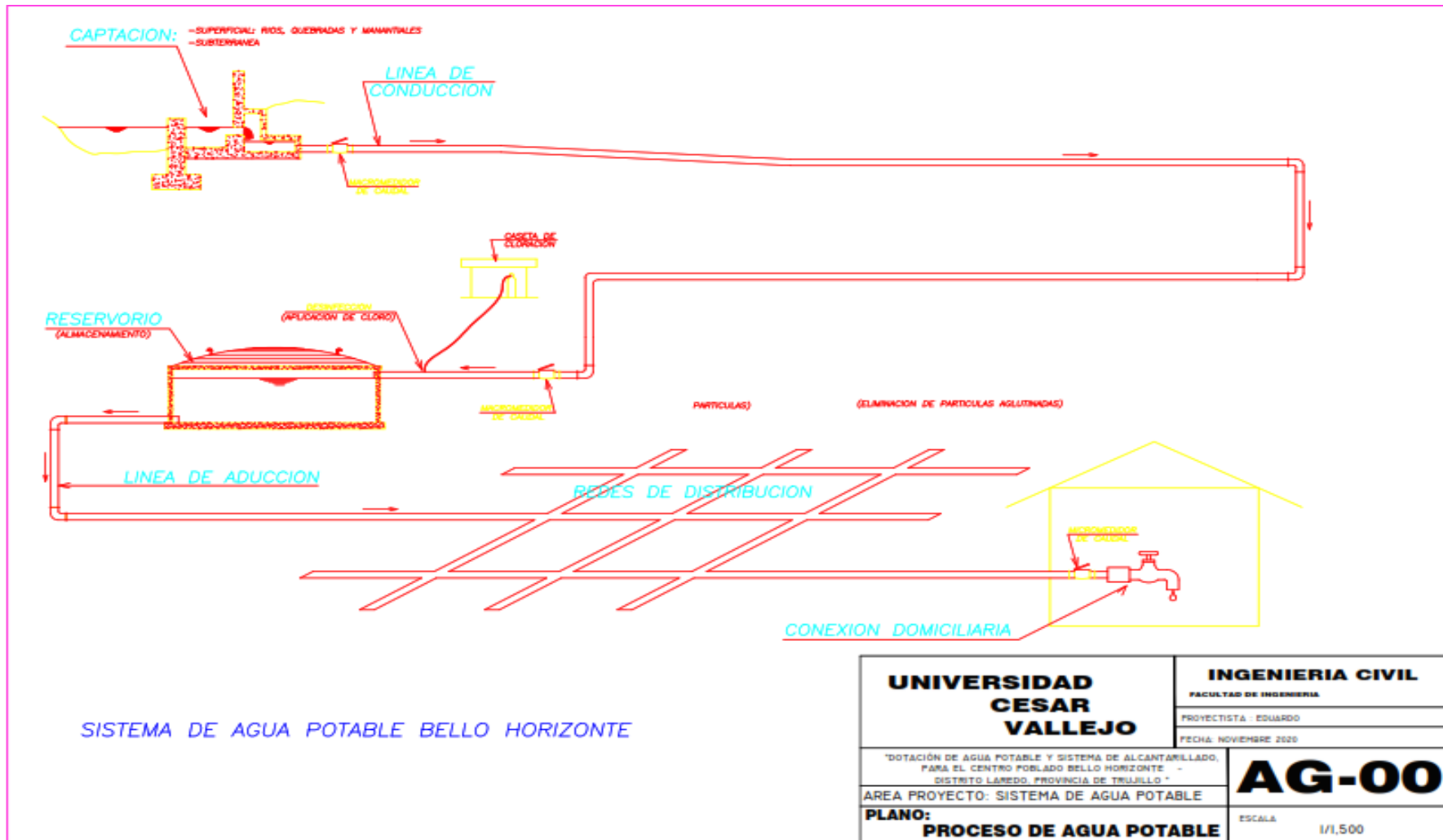


# ANEXO N.º 19: Diseño de la red de distribución de agua potable.



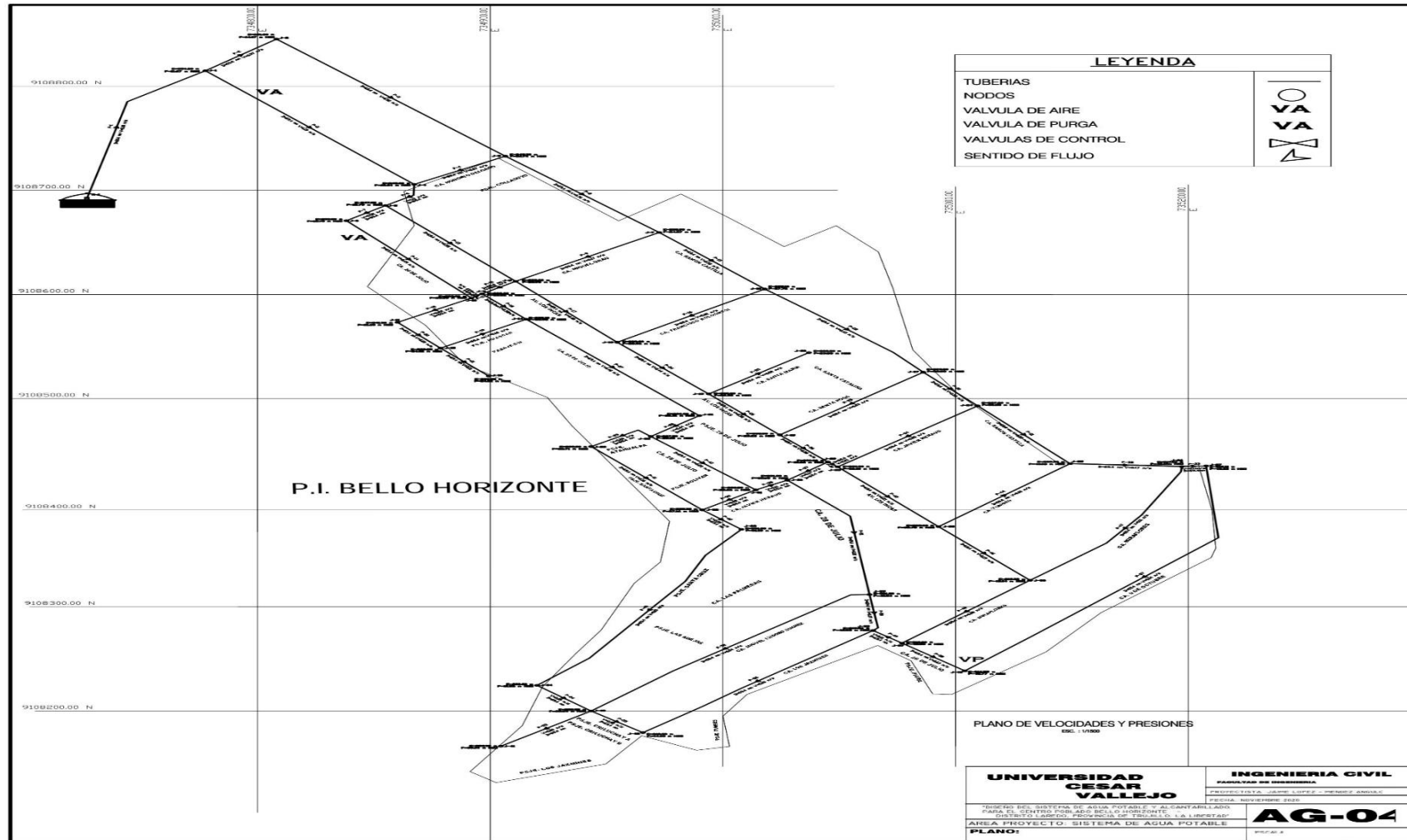
Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO N.º 20:** Diseño del recorrido de agua a ser distribuida.



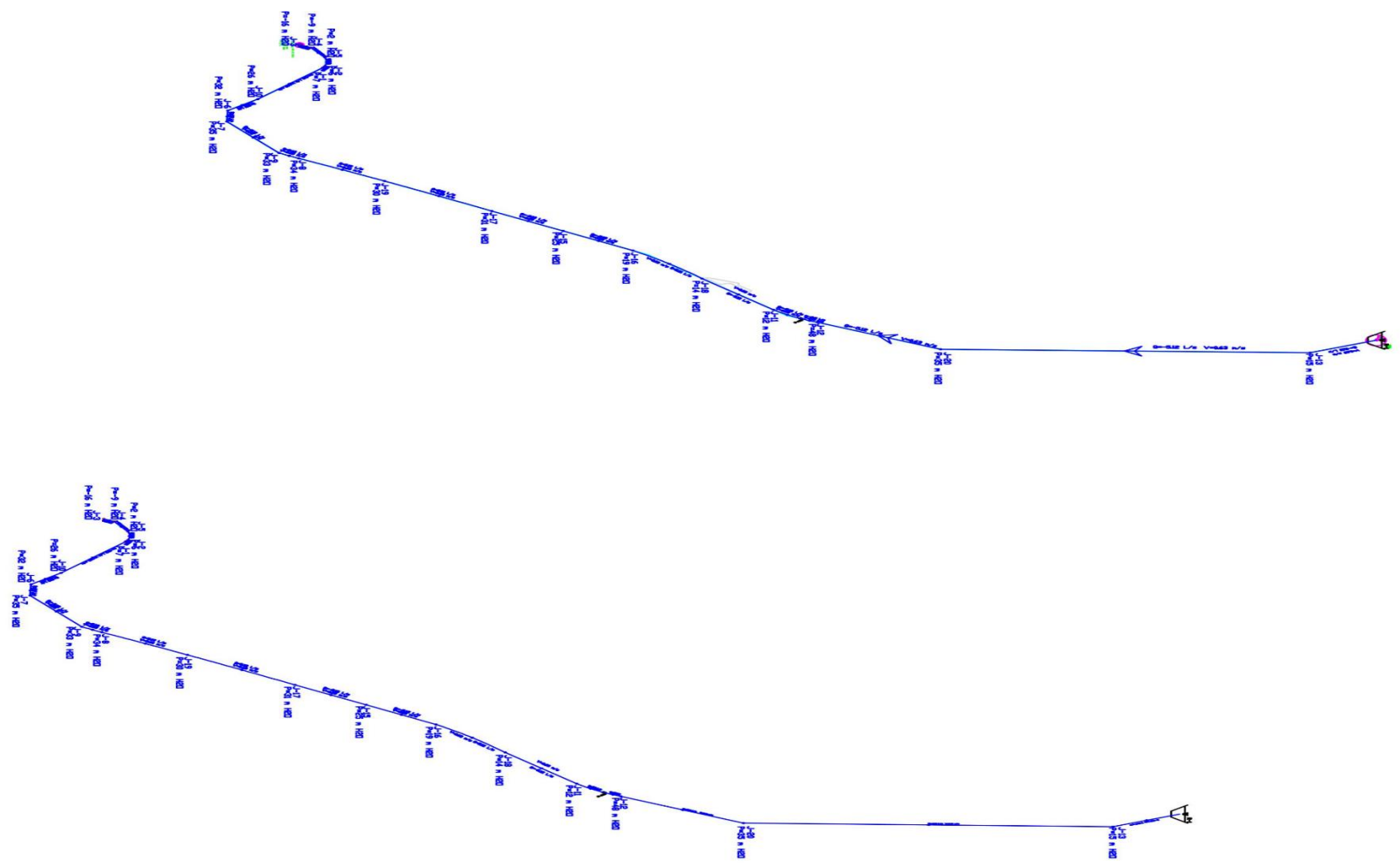
Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO N.º 21: Diseño de velocidades y presiones en la red de agua.**



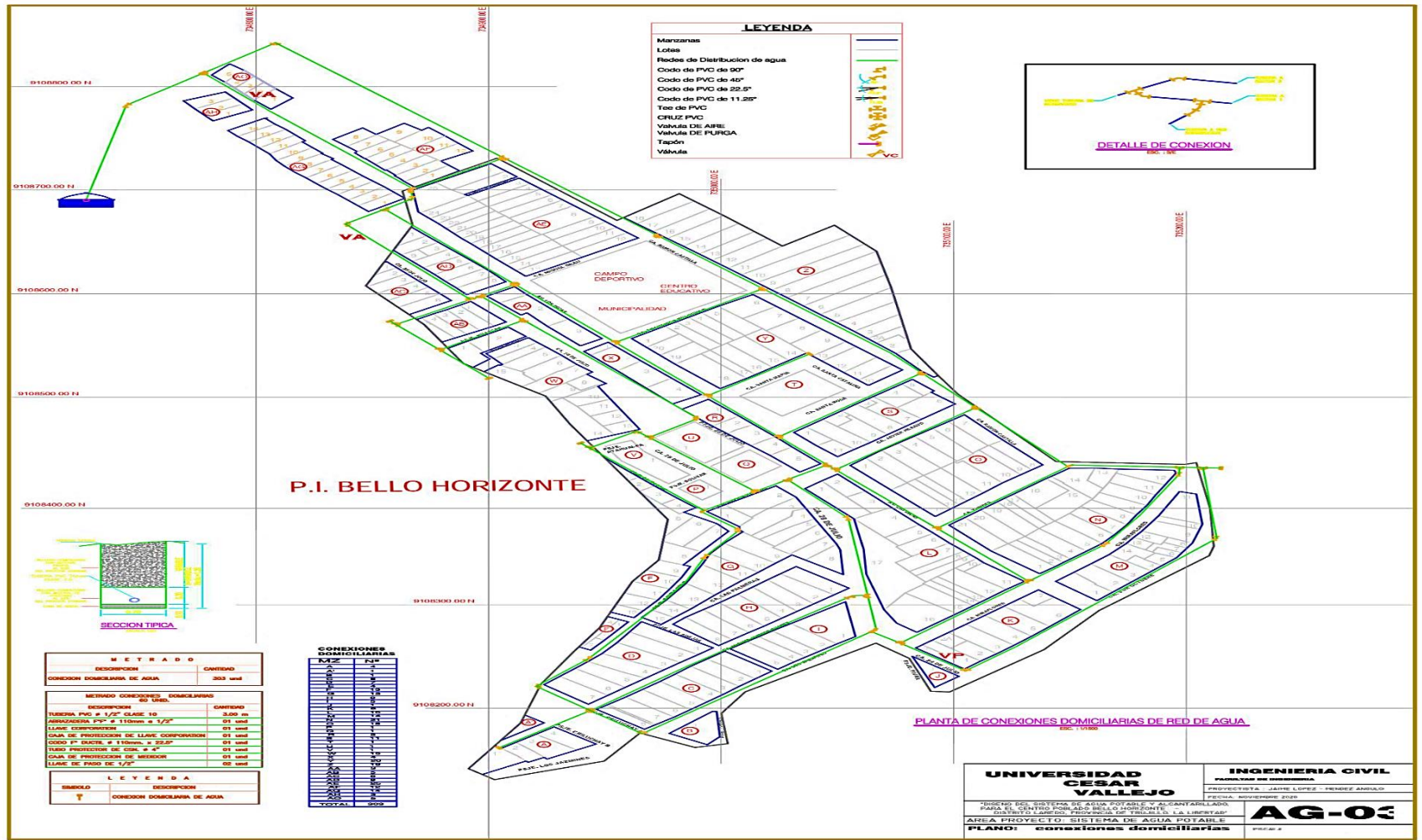
Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO N.º 22:** Diseño de presiones en tubería de agua.



**Fuente:** Elaboración propia.

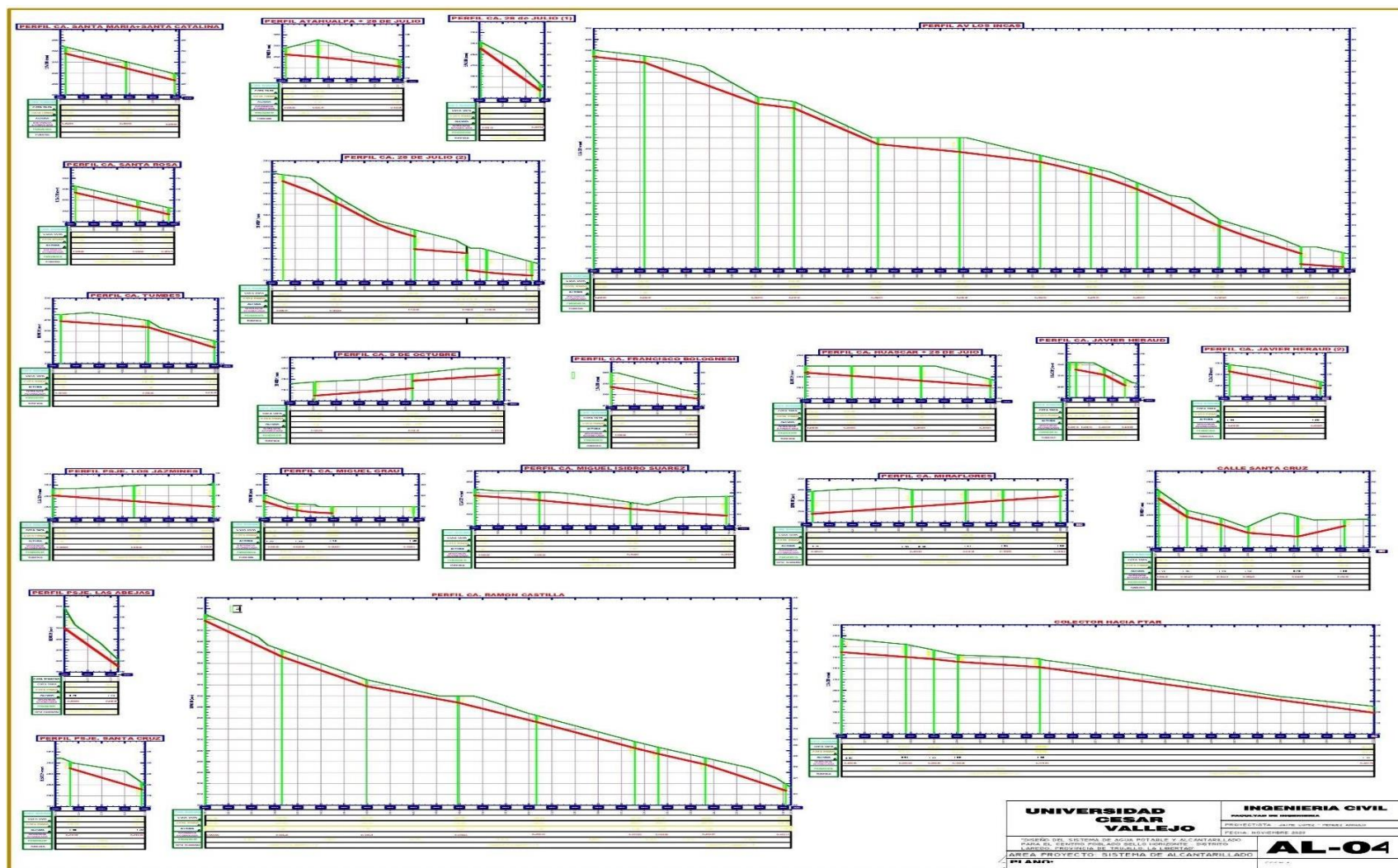
ANEXO N.º 23: Diseño de conexiones domiciliarias.



Fuente: Elaboración propia.

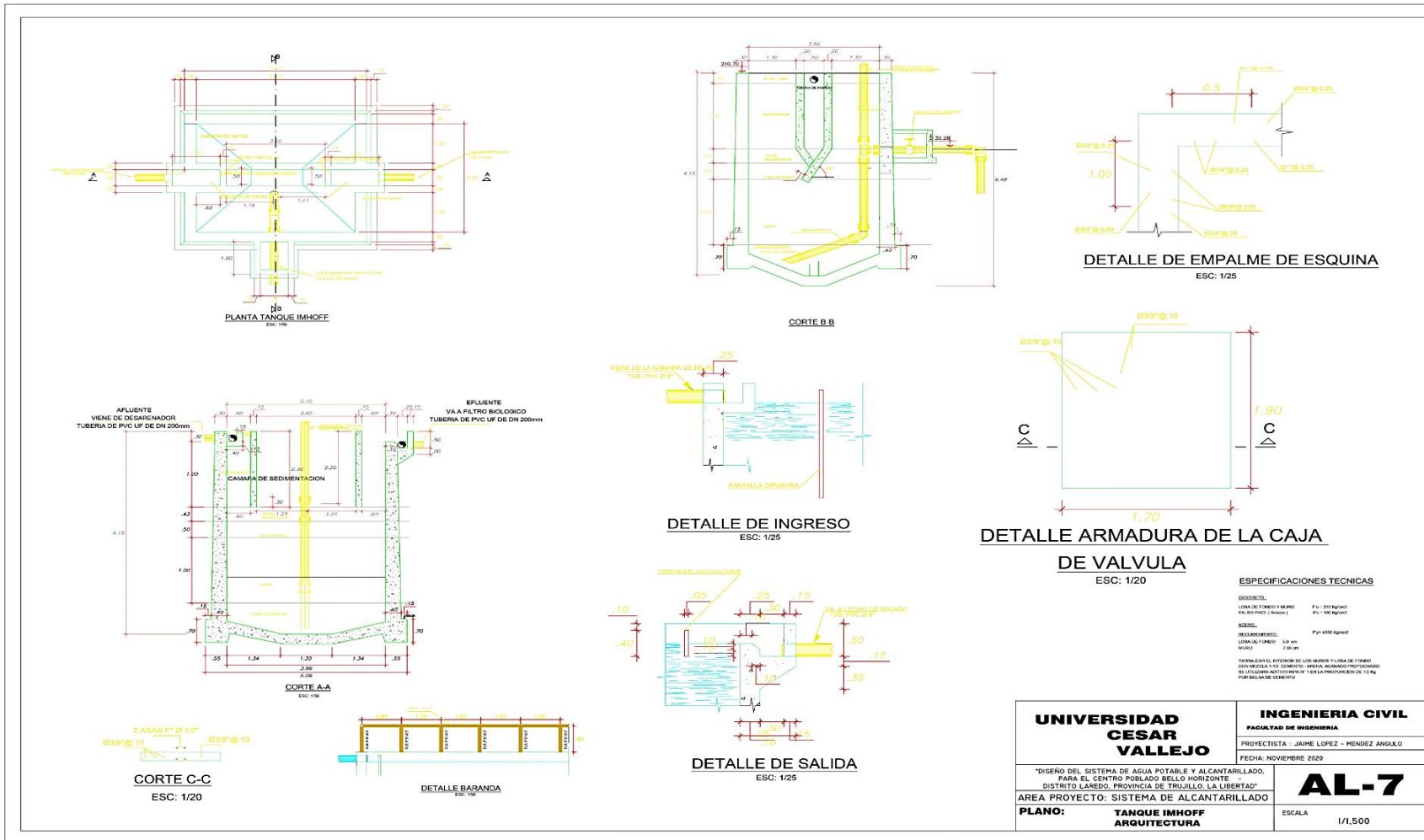


ANEXO N.º 25: Diseño de perfiles de la red de alcantarillado.



Fuente: Elaboración propia.

# ANEXO N.º 26: Diseño de ubicación del tanque IMHOFF.



Fuente: Elaboración propia.



## ANEXO N.º 27: Cuadro de instituciones y locales de consumo para la determinación de la dotación.

Consumo Domestico	120	l/hab/día		Población futura	2834	hab				
Consumo Domestico (diario)	340080	l/día		Nº viviendas	303	viv				
			Caudal promedio anual	Op =	3.94	l/s				
Demanda de consumo domestico	3.94	l/s	Caudal máximo diario	Qmd =	5.12	l/s		Qtot =	7.98	l/s
Demanda de consumo no domestico	0.11	l/s	Caudal máximo horario	Qmh =	7.87	l/s				
CATEGORIA DE USUARIO (No domestico)	Consumo de agua no domestico (l/s)	Consumo de agua no domestico (l/día)								
Instituciones educativas	0.039	1820.00		viviendas	0.025974	L/S				
Puestos de salud	0.000	0.00		inicial	0.014815	L/S				
Comedores Populares	0.006	268.13		primaria	0.009722	L/S				
Iglesias	0.006	276.25		secundaria	0.014352	L/S				
Mercados	0.056	2600.00		Posta	0.000000	L/S				
Centros Recreativos	0.00	148.96		Comedores	0.005729	L/S				
<b>TOTAL</b>	<b>0.11</b>	<b>5113.33</b>		Iglesias	0.005903	L/S				
				Mercados	0.055556	L/S				
				Centros recreativos	0.003183	L/S				
INSTITUCIONES EDUCATIVAS										
Nivel de la institución educativa	Dotación (l/alumno/día)	Dotación (l/docente/día)	Cantidad de alumnos beneficiarios	Cantidad de docentes beneficiarios	Q1 = Consumo de agua por alumnos (l/s)	Q2 = Consumo de agua por alumnos (l/s)	TOTAL			
I.E. xxxx Jardín	20	120	20	2	0.005	0.003	0.007			
I.E. xxxx Jardín	20	120	20	2	0.005	0.003	0.007			
I.E. xxxx Primaria	20	120	30	2	0.007	0.003	0.010			
I.E. xxxx Secundaria	25	120	40	2	0.012	0.003	0.014			
					<b>0.023</b>	<b>0.008</b>	<b>0.039</b>			
PUESTOS DE SALUD										
Categoría del centro de salud	Dotación (l/hab/día)	Cantidad de personal de servicio	Cantidad de camas	Dotación (l/camas/día)	Q1 = Consumo de agua por personal (l/s)	Q2 = Consumo de agua por camas (l/s)	TOTAL			
Posta	120	0	0	600	0.000	0.000	0.000			
					<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>			
COMEDORES POPULARES										
Entidad local	Dotación (l/hab/día)	Cantidad de personal de servicio	Cantidad de asientos	Dotación (l/asientos/día)	Q1 = Consumo de agua por personal (l/s)	Q2 = Consumo de agua por asiento (l/s)	TOTAL			
Comedor popular 1	120	1	15	3	0.001	0.001	0.002			
Comedor popular 2	120	1	15	3	0.001	0.001	0.002			
Comedor popular 3	120	1	15	3	0.001	0.001	0.002			
					<b>0.004</b>	<b>0.002</b>	<b>0.006</b>			
IGLESIAS										
Entidad local	Dotación (l/hab/día)	Cantidad de personal de servicio	Cantidad de asientos	Dotación (l/asientos/día)	Q1 = Consumo de agua por personal (l/s)	Q2 = Consumo de agua por asiento (l/s)	TOTAL			
Iglesia Catolica	120	1	20	3	0.001	0.001	0.002			
Iglesia Adventista	120	1	15	3	0.001	0.001	0.002			
Iglesia Cristiana Dominical	120	1	15	3	0.001	0.001	0.002			
					<b>0.004</b>	<b>0.002</b>	<b>0.006</b>			
MERCADOS										
Entidad local	Dotación (l/hab/día)	Cantidad de personal de servicio	Cantidad de m2	Dotación (l/m2/día)	Q1 = Consumo de agua por personal (l/s)	Q2 = Consumo de agua por asiento (l/s)	TOTAL			
Mercado	120	15	200	15	0.021	0.035	0.056			
					<b>0.021</b>	<b>0.035</b>	<b>0.056</b>			
Centros Recreativos										
Entidad local	Dotación (l/hab/día)	Cantidad de personal de servicio	Cantidad de beneficiarios	Dotación (l/beneficiario/día)	Q1 = Consumo de agua por personal (l/s)	Q2 = Consumo de agua por asiento (l/s)	TOTAL			
Losa Deportiva	120	1	20	1	0.001	0.000	0.001			
Plaza de Armas	120	1	15	1	0.001	0.000	0.001			
					<b>0.003</b>	<b>0.000</b>	<b>0.003</b>			

### REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

DECRETO SUPREMO N° 011-2006-VIVIENDA

#### EDUCACIÓN

##### CAPITULO I ASPECTOS GENERALES

Artículo 14.- La dotación de agua a garantizar para el diseño de los sistemas de suministro y almacenamiento son:

Educación primaria 20 lts. x alumno x día  
Educación secundaria y superior 25 lts. x alumno x día

#### NORMA IS.010

##### INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES

s) La dotación de agua para locales de salud como: hospitales, clínicas de hospitalización, clínicas dentales, consultorios médicos y similares, según la siguiente tabla.

Local de Salud	Dotación
Hospitales y clínicas de hospitalización	600 L/d por cama.
Consultorios médicos	500 L/d por consultorio.
Clinicas dentales	1,000 L/d por consultorio dental.

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Cines, teatros y auditorios	3 l por asiento.
Discotecas, casinos y salas de baile y similares	30 L por m <sup>2</sup> de área
Estadios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares.	1 l por espectador
Circos, hipódromos, parques de atracción y similares.	1 l por espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales.

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Cines, teatros y auditorios	3 l por asiento.
Discotecas, casinos y salas de baile y similares	30 L por m <sup>2</sup> de área
Estadios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares.	1 l por espectador
Circos, hipódromos, parques de atracción y similares.	1 l por espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales.

t) La dotación de agua para mercados y establecimientos para la venta de carnes, pescados y similares serán de 15 L/d por m<sup>2</sup> de área del local. La dotación de agua para locales anexos al mercado, con instalaciones sanitarias separadas, tales como restaurantes y comercios, se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

Fuente: Elaboración propia.

# ANEXO N.º 28: Estudio de mecánica de suelos Calicata N.º 01



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
LABORATORIO DE CERÁMICOS Y SUELOS



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

**MUESTRA :** C-1/ E-1

**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO

**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.28 (99)					OBSERVACIONES	Humedad natural	7.60
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA			
3"	75.000				100.00			
2"	50.000				100.0			
1 1/2"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500				100.0			
Nº4	4.750	0.9	0.2	0.2	99.8			
Nº10	2.000	3.8	0.8	0.9	99.1			
Nº16	1.100	6.3	1.3	2.2	97.8			
Nº30	0.600	9.2	1.8	4.0	96.0			
Nº40	0.425	11.5	2.3	6.3	93.7			
Nº50	0.297	31.4	6.3	12.6	87.4			
Nº100	0.149	79.9	16.0	28.6	71.4			
Nº200	0.075	68.5	13.7	42.3	57.7			
< Nº200	Fondo	288.0	57.7	100.0				
Total		499.5	100.0					

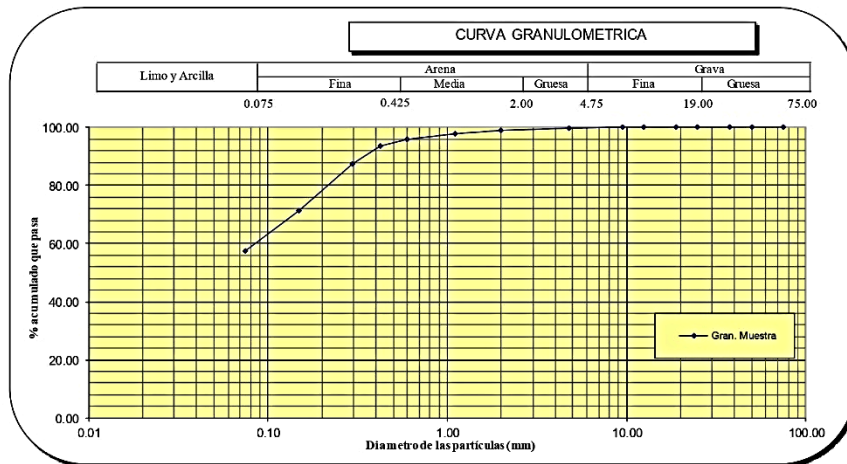
CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS		
Grava (%)		
Arena (%)	42.3	
Finos (%)	57.7	
D30	-	
D60	0.29	
D10	-	
Cu	-	
Cc	-	

LIMITES DE CONSISTENCIA		
LL	34.4	
LP	19.5	
IP	14.9	

CLASIFICACION DE SUELOS		
SUCS	CL	
AAHSTO	A-6	





**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-1/ E-1  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	121.49	118.03	3.46	70.54	47.49	7.3	7.6
2	127.14	123.14	4.00	72.18	50.96	7.8	
3	114.57	111.41	3.16	70.65	40.76	7.8	



**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**NTP 339.129**

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-1/ E-1  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>							
1	75.62	73.86	1.76	68.84	5.02	35.1	18
2	72.17	70.82	1.35	66.93	3.89	34.7	24
3	72.67	71.54	1.13	68.21	3.33	33.9	28
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>							
1	69.31	69.24	0.07	68.89	0.35	20.0	
2	67.36	67.29	0.07	66.93	0.36	19.4	
3	69.28	69.21	0.07	68.84	0.37	18.9	

L.L.	34.4
L.P.	19.5
I.P.	14.9



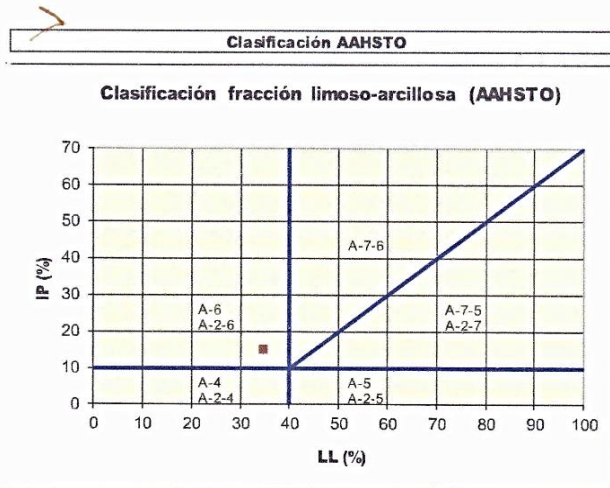
## CLASIFICACION DE SUELOS

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

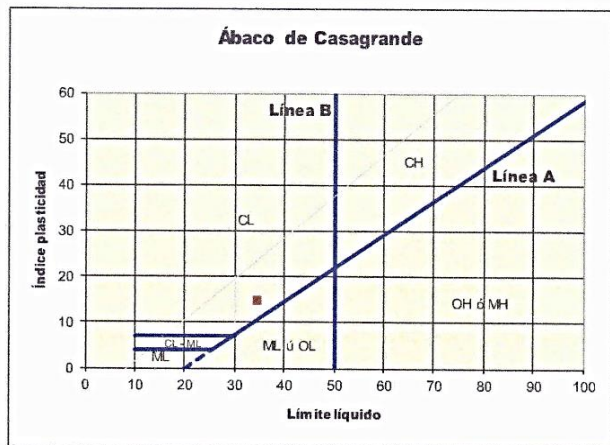
**MUESTRA :** C-1/ E-1

**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO

**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE



**Material limoso-arenoso**  
Pobre a malo como subgrado  
**A-6 Suelo arcilloso**



**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas finas.  
**Arcilla media plasticidad arenosa CL**



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C. P. N° 167384



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

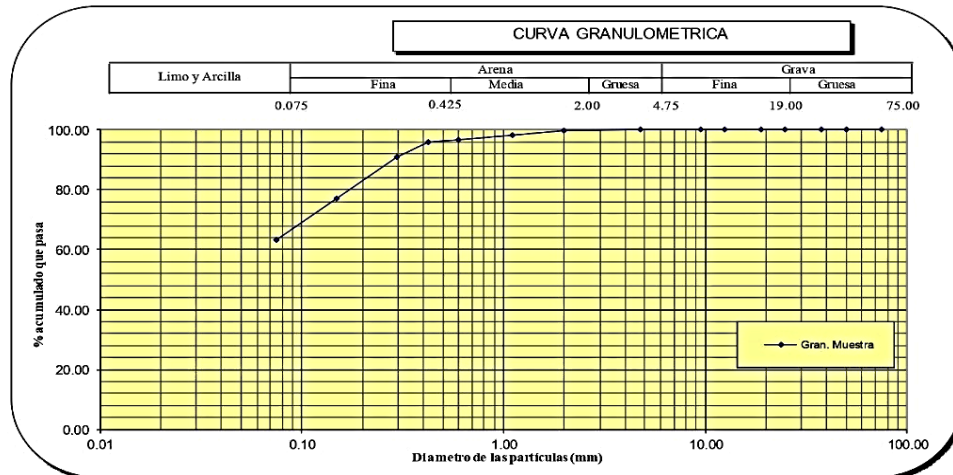
**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

**MUESTRA :** C-1/ E-2

**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO

**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP . 339.128 (99)					OBSERVACIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
3"	75.000				<b>100.00</b>	Humedad natural 6.90  <b>CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS</b>  Grava (%) Arena (%) 36.7 Finos(%) 63.3 D30 - D60 - D10 - Cu - Cc -  <b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>  LL 25.7 LP 11.4 IP 14.4  <b>CLASIFICACION DE SUELOS</b> SUCS CL AAHSTO A-6
2"	50.000				<b>100.0</b>	
1 1/2"	37.500				<b>100.0</b>	
1"	25.000				<b>100.0</b>	
3/4"	19.000				<b>100.0</b>	
1/2"	12.500				<b>100.0</b>	
3/8"	9.500				<b>100.0</b>	
N°4	4.750				<b>100.0</b>	
N°10	2.000	1.8	0.3	0.3	<b>99.7</b>	
N°16	1.100	6.3	1.3	1.6	<b>98.4</b>	
N°30	0.600	9.2	1.8	3.4	<b>96.6</b>	
N°40	0.425	3.5	0.7	4.1	<b>95.9</b>	
N°50	0.297	25.4	5.1	9.2	<b>90.8</b>	
N°100	0.149	68.9	13.8	23.0	<b>77.0</b>	
N°200	0.075	68.5	13.7	36.7	<b>63.3</b>	
< N°200	Fondo	317.0	63.3	100.0		
Total		500.6	100.0			





**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-1/ E-2  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	104.52	102.47	2.05	72.58	29.89	6.9	6.9
2	117.4	114.34	3.06	71.88	42.46	7.2	
3	117.55	114.55	3	70.11	44.44	6.8	



**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**NTP 339.129**

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-1/ E-2  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------	--------------------	--------------	-----------------	----------	-------------	------------

**LÍMITE LIQUIDO**

1	38.95	38.1	0.85	35.01	3.09	27.5	19
2	48.85	47.9	0.95	44.11	3.79	25.1	27
3	49.2	47.68	1.52	41.29	6.39	23.8	35

L.L.	25.7
L.P.	11.4
I.P.	14.4

**LÍMITE PLÁSTICO**

1	68.49	68.39	0.1	67.52	0.87	11.5
2	71.97	71.87	0.1	70.98	0.89	11.2
3	71.62	71.51	0.11	70.54	0.97	11.3





## CLASIFICACION DE SUELOS

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

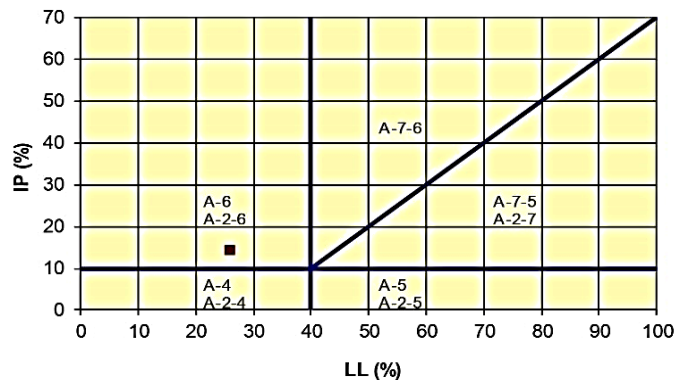
**MUESTRA :** C-1/ E-2

**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO

**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

### Clasificación AASTO

#### Clasificación fracción limoso-arcillosa (AASTO)

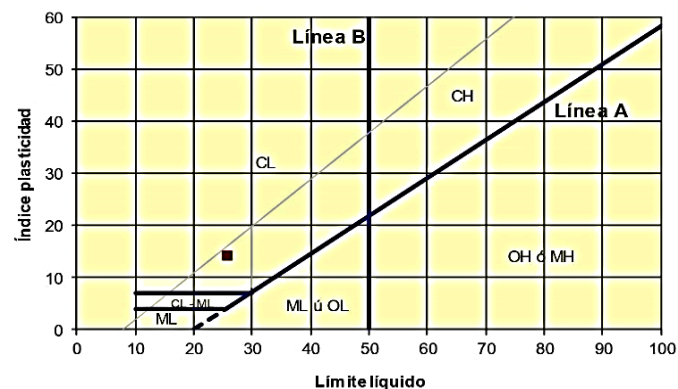


#### Material limoso-arenoso

Pobre a malo como subgrado

**A-6** Suelo arcilloso

### Ábaco de Casagrande



#### Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.

**Arcilla baja plasticidad arenosa CL**



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**  
**(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115 )**

**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD.

**SOLICITANTE:** JAIME LOPEZ REDULFO

**UBICACIÓN:** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

Volumen molde: 943.66 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3763 g  
Muestra: C1

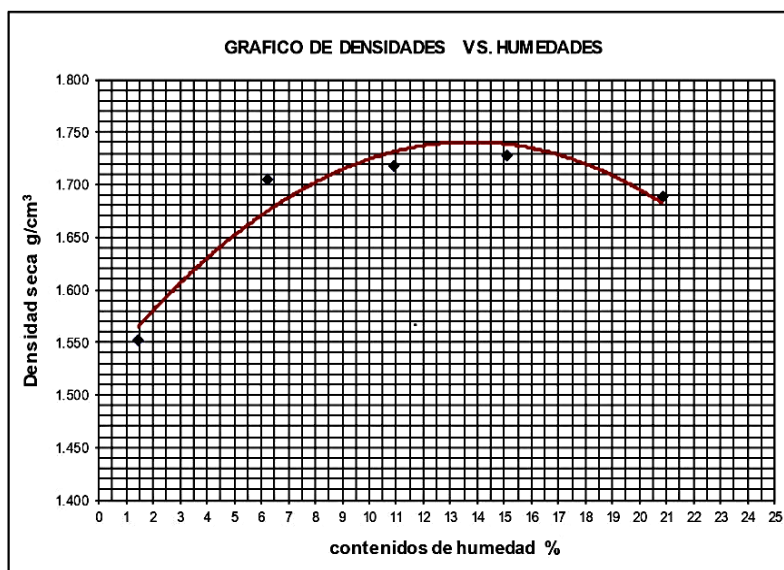
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5249.00	5472.00	5562.00	5639.00	5689.00
Peso del suelo húmedo	g	1486.00	1709.00	1799.00	1876.00	1926.00
Humedad calculada	%	1.45	6.25	10.93	15.08	20.84
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.575	1.811	1.906	1.988	2.041
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.552	1.705	1.719	1.727	1.689

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	105.1	135.60	90.86	146.7	127.4	159.3	142.4	156.8	135.4	124.6
Rec + suelo seco	g	104.5	134.56	88.98	142.1	122.4	151.8	129	147.6	125.5	116
Peso del recipiente	g	70.18	52.41	59.04	67.21	77.12	82.53	42.16	85.26	81.02	71.65
Peso del suelo seco	g	34.32	82.15	29.94	74.84	45.25	69.31	86.88	62.30	44.43	44.39
Peso del agua	g	0.56	1.04	1.88	4.65	5.02	7.46	13.32	9.24	9.95	8.56
Contenido de Humedad	%	1.63	1.27	6.28	6.21	11.09	10.76	15.33	14.83	22.39	19.28
Humedad promedio	%	1.45		6.25		10.93		15.08		20.84	



**Densidad Máxima:**  
1.740 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**  
13.00 %





## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIE  
**SOLICITANTE:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN:** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE  
**MUESTRA:** C1

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11745	11968	12241
Peso suelo húmedo (g)	3818	4033	4320
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.80	1.90	2.04
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.55</b>	<b>1.64</b>	<b>1.76</b>
Contenido de humedad(%)	15.94	16.03	15.63

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56	
Rec + suelo húmedo g	85.24	79.45	101.79	98.24	98.45	108.34
Rec + suelo seco g	82.6	76.77	97.61	94	94.28	103.34
Peso del recipiente g	66	60	71.34	67.74	68	70.86
Peso del suelo seco g	16.6	16.77	26.27	26.26	26.28	32.48
Peso del agua g	2.64	2.68	4.18	4.24	4.17	5
Contenido de Humedad %	15.90	15.98	15.91	16.15	15.87	15.39
Humedad promedio %	15.94		16.03		15.63	

### Ensayo de CBR

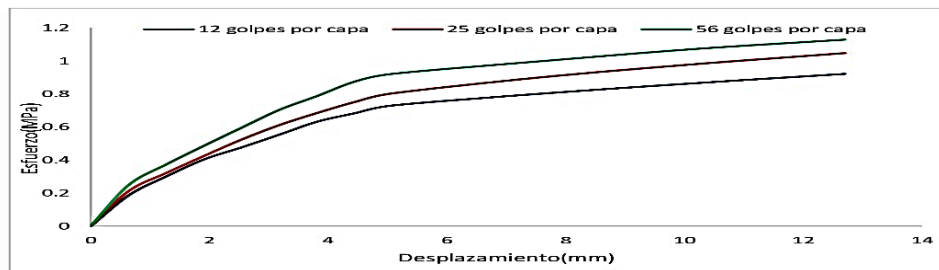
### 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.36	0.001932	0.19
0.050	1.27	0.58	0.001932	0.30
0.075	1.91	0.78	0.001932	0.40
0.100	2.54	0.92	0.001932	0.48
0.125	3.18	1.07	0.001932	0.55
0.150	3.81	1.22	0.001932	0.63
0.175	4.45	1.32	0.001932	0.68
0.200	5.08	1.41	0.001932	0.73
0.300	7.62	1.55	0.001932	0.80
0.400	10.16	1.67	0.001932	0.86
0.500	12.7	1.78	0.001932	0.92



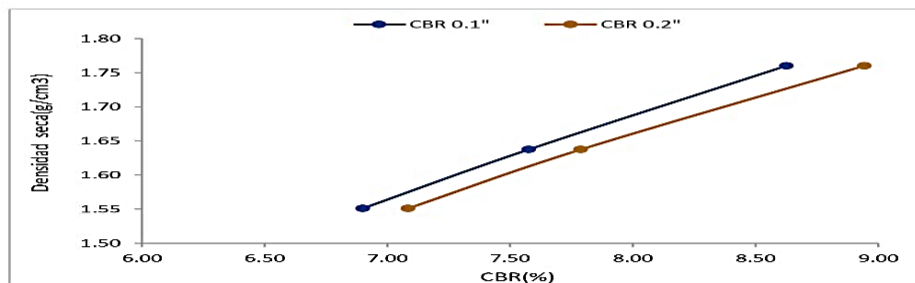
Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.41	0.001932	0.21
0.050	1.27	0.62	0.001932	0.32
0.075	1.91	0.82	0.001932	0.42
0.100	2.54	1.01	0.001932	0.52
0.125	3.18	1.18	0.001932	0.61
0.150	3.81	1.32	0.001932	0.68
0.175	4.45	1.45	0.001932	0.75
0.200	5.08	1.55	0.001932	0.80
0.300	7.62	1.74	0.001932	0.90
0.400	10.16	1.89	0.001932	0.98
0.500	12.70	2.02	0.001932	1.05

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.48	0.001932	0.248
0.050	1.27	0.72	0.001932	0.373
0.075	1.91	0.94	0.001932	0.487
0.100	2.54	1.15	0.001932	0.595
0.125	3.18	1.36	0.001932	0.704
0.150	3.81	1.52	0.001932	0.787
0.175	4.45	1.69	0.001932	0.875
0.200	5.08	1.78	0.001932	0.921
0.300	7.62	1.93	0.001932	0.999
0.400	10.16	2.07	0.001932	1.071
0.500	12.7	2.18	0.001932	1.128



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.48	6.9	6.90
12	0.2	0.73	10.3	7.09
25	0.1	0.52	6.9	7.58
25	0.2	0.80	10.3	7.79
56	0.1	0.60	6.9	8.63
56	0.2	0.92	10.3	8.94

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.55	6.90	7.09
25	1.64	7.58	7.79
56	1.76	8.63	8.94



M.D.S	1.740	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.653	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	7.7	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	8.2	%

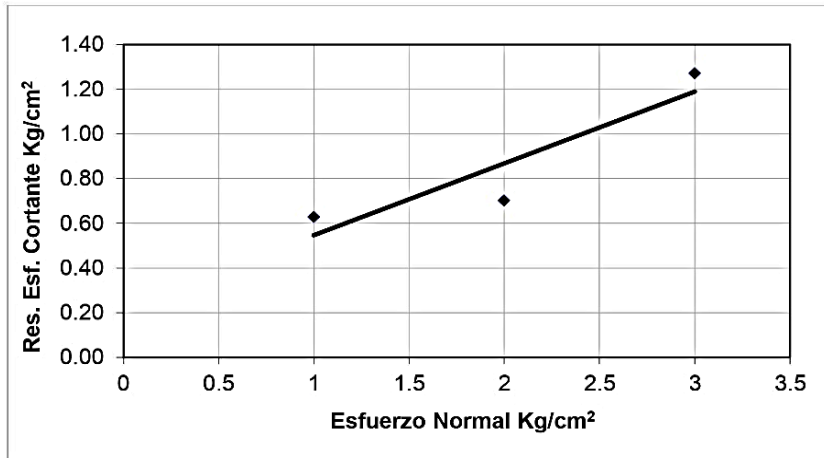


**ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
ASTM D 3080**

**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD.  
**SOLICITANTE:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN:** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE  
**MUESTRA:** C1

VELOCIDAD 1 mm/min FACTOR DE CALIBRACION 4.559  
Wm 270 gr.

T min	D.H cm	Lc	Area Corregida AC=6*Lc (cm2)	σ1 1 Kg/cm <sup>2</sup>			σ2 2 Kg/cm <sup>2</sup>			σ3 3 Kg/cm <sup>2</sup>		
				L.D (un)	F.C. Kg	T (Kg/cm <sup>2</sup> )	L.D (un)	F.C. Kg	T (Kg/cm <sup>2</sup> )	L.D (un)	F.C. Kg	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.000	6.000	36.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.25	0.025	5.975	35.850	0.047	0.214	0.006	0.074	0.337	0.009	0.099	0.451	0.013
0.50	0.050	5.950	35.700	0.099	0.451	0.013	0.145	0.661	0.019	0.178	0.812	0.023
0.75	0.075	5.925	35.550	0.189	0.862	0.024	0.364	1.659	0.047	0.484	2.207	0.062
1.00	0.100	5.900	35.400	0.369	1.682	0.048	0.650	2.963	0.084	1.347	6.141	0.173
1.50	0.150	5.850	35.100	0.784	3.574	0.102	1.574	7.176	0.204	1.657	7.554	0.215
2.00	0.200	5.800	34.800	1.154	5.261	0.151	2.354	10.732	0.308	2.248	10.249	0.295
2.50	0.250	5.750	34.500	1.964	8.954	0.260	2.894	13.194	0.382	3.210	14.634	0.424
3.00	0.300	5.700	34.200	2.401	10.946	0.320	3.257	14.849	0.434	4.287	19.544	0.571
3.50	0.350	5.650	33.900	3.365	15.341	0.453	3.952	18.017	0.531	5.682	25.904	0.784
4.00	0.400	5.600	33.600	3.741	17.055	0.508	4.235	19.307	0.575	6.251	28.498	0.848
4.50	0.450	5.550	33.300	4.029	18.368	0.552	4.689	21.377	0.642	7.052	32.150	0.965
5.00	0.500	5.500	33.000	4.429	20.190	0.612	4.965	22.636	0.686	8.951	40.808	1.237
5.50	0.550	5.450	32.700	4.512	20.570	0.629	5.028	22.923	0.701	9.124	41.596	1.272
6.00	0.600	5.400	32.400	4.274	19.485	0.601	4.525	20.629	0.637	9.010	41.077	1.268



RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE

σ	T	
1	0.63	kg/cm <sup>2</sup>
2	0.70	kg/cm <sup>2</sup>
3	1.27	kg/cm <sup>2</sup>

PARAMETROS OBTENIDOS

**Coefficiente de cohesión(kg/cm<sup>2</sup>)** 0.22  
**Angulo de fricción interna (°)** 17.80



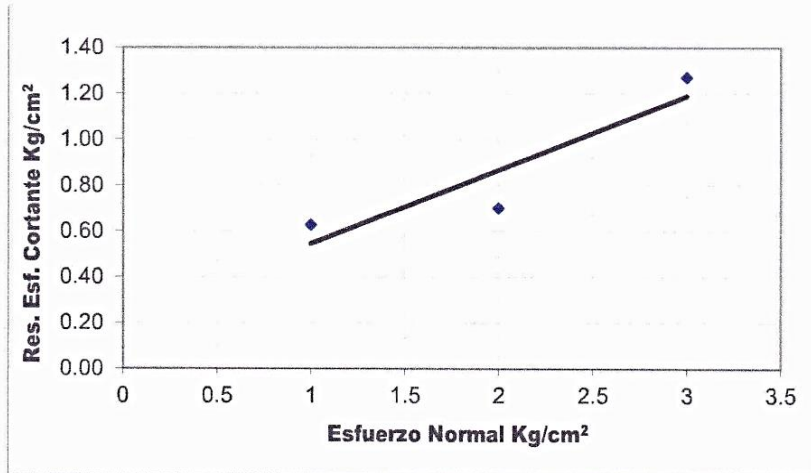
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**ASTM D 3080**

**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD.  
**SOLICITANTE:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN:** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE  
**MUESTRA:** C1

VELOCIDAD 1 mm/min  
Wm 270 gr.

FACTOR DE CALIBRACION 4.559

T min	D.H cm	Lc	Area Correjada AC=5*Lc (cm2)	σ1			σ2			σ3		
				L.D (un)	F.C. Kg	τ (Kg/cm <sup>2</sup> )	L.D (un)	F.C. Kg	τ (Kg/cm <sup>2</sup> )	L.D (un)	F.C. Kg	τ (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.000	5.000	35.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.25	0.025	5.975	35.850	0.047	0.214	0.006	0.074	0.337	0.009	0.099	0.451	0.013
0.50	0.050	5.950	35.700	0.099	0.451	0.013	0.145	0.661	0.019	0.178	0.812	0.023
0.75	0.075	5.925	35.550	0.189	0.862	0.024	0.364	1.659	0.047	0.484	2.207	0.062
1.00	0.100	5.900	35.400	0.369	1.682	0.048	0.650	2.963	0.094	1.347	6.141	0.173
1.50	0.150	5.850	35.100	0.784	3.574	0.102	1.574	7.176	0.204	1.657	7.554	0.215
2.00	0.200	5.800	34.800	1.154	5.281	0.151	2.354	10.732	0.308	2.248	10.249	0.295
2.50	0.250	5.750	34.500	1.964	8.954	0.260	2.894	13.194	0.382	3.210	14.634	0.424
3.00	0.300	5.700	34.200	2.401	10.946	0.320	3.257	14.849	0.434	4.287	19.544	0.571
3.50	0.350	5.650	33.900	3.365	15.341	0.453	3.952	18.017	0.531	5.682	25.904	0.764
4.00	0.400	5.600	33.600	3.741	17.055	0.508	4.235	19.307	0.575	6.251	28.498	0.848
4.50	0.450	5.550	33.300	4.029	18.368	0.552	4.689	21.377	0.642	7.052	32.150	0.965
5.00	0.500	5.500	33.000	4.429	20.190	0.612	4.965	22.636	0.686	8.951	40.808	1.237
5.50	0.550	5.450	32.700	4.512	20.570	0.629	5.028	22.923	0.701	9.124	41.596	1.272
6.00	0.600	5.400	32.400	4.274	19.485	0.601	4.525	20.628	0.637	9.010	41.077	1.268



RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE

σ	τ	
1	0.63	kg/cm <sup>2</sup>
2	0.70	kg/cm <sup>2</sup>
3	1.27	kg/cm <sup>2</sup>

PARAMETROS OBTENIDOS

**Coefficiente de cohesión(kg/cm<sup>2</sup>)** 0.22  
**Angulo de fricción interna (°)** 17.80



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

ANEXO N.º 28: Estudio de mecánica de suelos Calicata N.º.02



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
LABORATORIO DE CERÁMICOS Y SUELOS

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D 422**

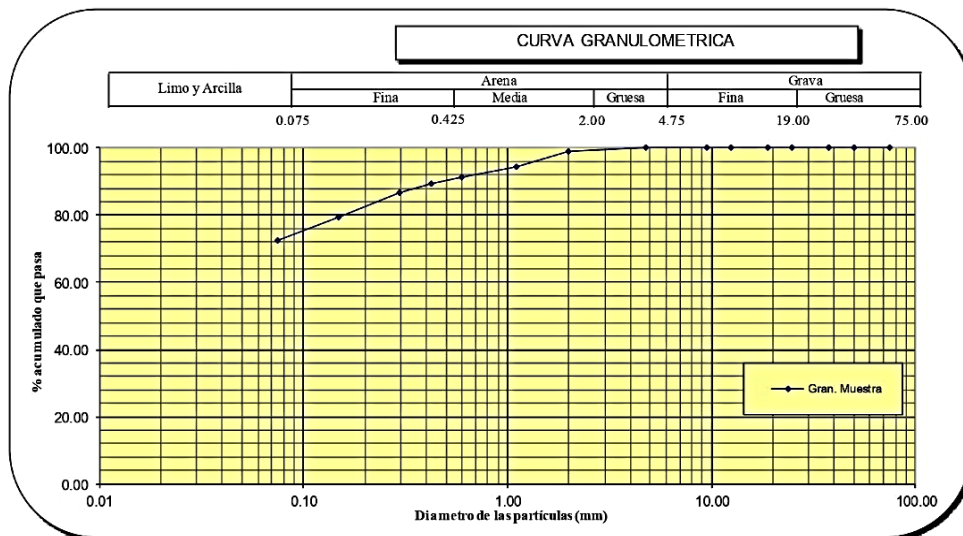
**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

**MUESTRA :** C-2/ E-1

**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO

**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)					OBSERVACIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
3"	75.000				100.00	Humedad natural 8.60  <b>CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS</b> Grava (%) Arena (%) 27.6 Finos(%) 72.4 D30 - D60 - D10 - Cu - Cc -  <b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b> LL 32.7 LP 20.4 IP 12.3  <b>CLASIFICACION DE SUELOS</b> SUCS CL AAHSTO A-6
2"	50.000				100.0	
1 1/2"	37.500				100.0	
1"	25.000				100.0	
3/4"	19.000				100.0	
1/2"	12.500				100.0	
3/8"	9.500				100.0	
Nº4	4.750				100.0	
Nº10	2.000	9.9	1.0	1.0	99.0	
Nº16	1.100	45.4	4.5	5.5	94.5	
Nº30	0.600	34.0	3.4	8.9	91.1	
Nº40	0.425	18.7	1.9	10.7	89.3	
Nº50	0.297	24.6	2.4	13.2	86.8	
Nº100	0.149	76.7	7.6	20.8	79.2	
Nº200	0.075	68.5	6.8	27.6	72.4	
< Nº200	Fondo	729.5	72.4	100.0		
Total		1007.2	100.0			





**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-2/ E-1  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	122.19	118.03	4.16	70.54	47.49	8.8	8.6
2	127.84	123.54	4.30	72.18	51.36	8.4	
3	115.17	111.57	3.6	70.65	40.92	8.8	

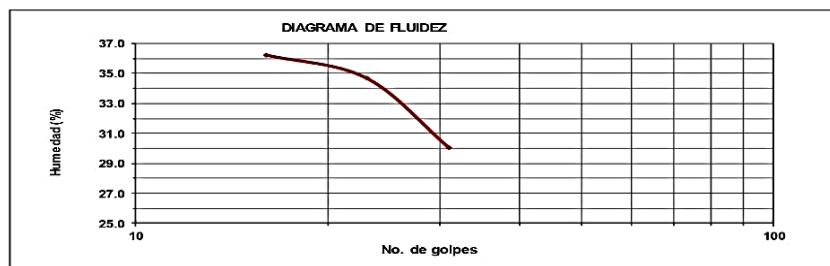


**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**NTP 339.129**

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-2/ E-1  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>							
1	75.68	73.86	1.82	68.84	5.02	36.3	16
2	72.17	70.82	1.35	66.93	3.89	34.7	23
3	72.54	71.54	1	68.21	3.33	30.0	31
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>							
1	69.31	69.24	0.07	68.89	0.35	20.0	
2	67.36	67.29	0.07	66.93	0.36	19.4	
3	69.29	69.21	0.08	68.84	0.37	21.6	

L.L.	32.7
L.P.	20.4
I.P.	12.3





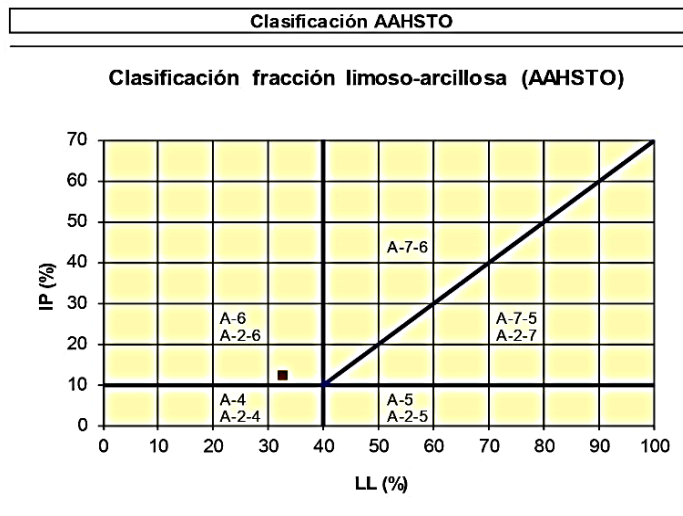
## CLASIFICACION DE SUELOS

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

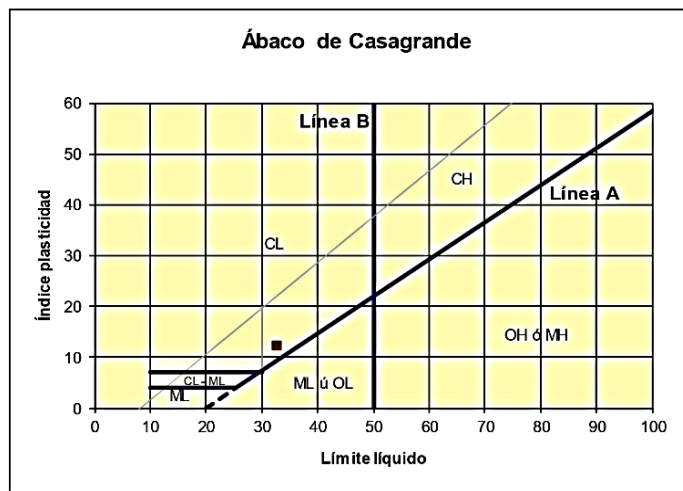
**MUESTRA :** C-2/ E-1

**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO

**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE



**Material limoso-arenoso**  
Pobre a malo como subgrado  
**A-6 Suelo arcilloso**



**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**

Suelo de partículas finas.  
**Arcilla media plasticidad con arena CL**



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

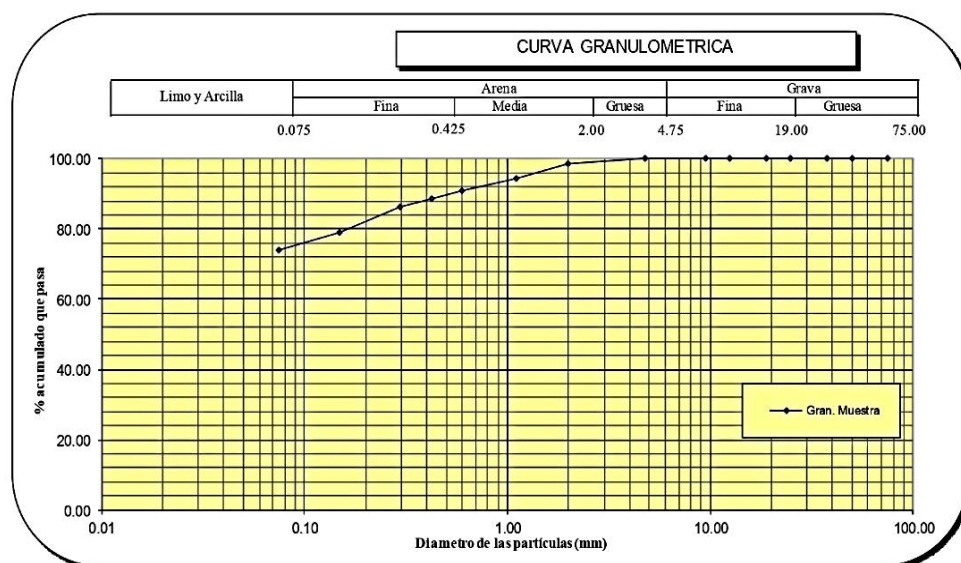
**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

**MUESTRA :** C-2/ E-2

**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO

**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)					OBSERVACIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
3"	75.000				100.00	Humedad natural 8.30  <b>CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS</b>  Grava (%) Arena (%) 26.0 Finos(%) 74.0 D30 - D60 - D10 - Cu - Cc -  <b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>  LL 29.9 LP 16.5 IP 13.3  <b>CLASIFICACION DE SUELOS</b> SUCS CL AAHSTO A-6
2"	50.000				100.0	
1 1/2"	37.500				100.0	
1"	25.000				100.0	
3/4"	19.000				100.0	
1/2"	12.500				100.0	
3/8"	9.500				100.0	
N°4	4.750				100.0	
N°10	2.000	12.2	1.2	1.2	98.8	
N°16	1.100	45.4	4.5	5.8	94.2	
N°30	0.600	34.0	3.4	9.1	90.9	
N°40	0.425	22.7	2.3	11.4	88.6	
N°50	0.297	24.6	2.5	13.9	86.1	
N°100	0.149	70.0	7.0	20.9	79.1	
N°200	0.075	51.7	5.2	26.0	74.0	
< N°200	Fondo	740.6	74.0	100.0		
Total		1001.0	100.0			







**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-2/ E-2  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	114.32	111.34	2.98	75.18	36.16	8.2	8.3
2	127.84	123.54	4.30	72.18	51.36	8.4	
3	116.59	112.48	4.11	62.48	50	8.2	

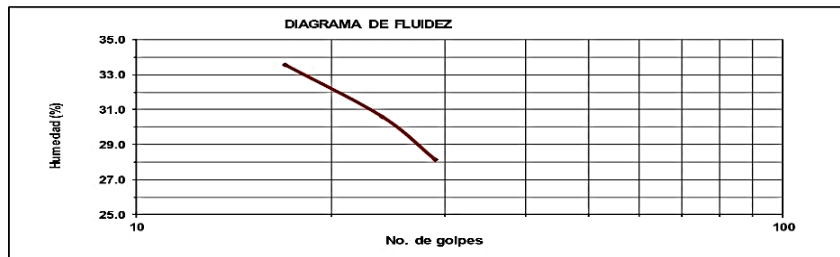


**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**NTP 339.129**

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-2/ E-2  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>							
1	78.49	77.51	0.98	74.59	2.92	33.6	17
2	72.59	71.05	1.54	66.02	5.03	30.6	24
3	82.19	80.61	1.58	75	5.61	28.2	29
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>							
1	80.37	79.92	0.45	77.21	2.71	16.6	
2	74.99	74.22	0.77	69.48	4.74	16.2	
3	76.29	75.84	0.45	73.15	2.69	16.7	

<b>L.L.</b>	29.9
<b>L.P.</b>	16.5
<b>I.P.</b>	13.3





## CLASIFICACION DE SUELOS

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

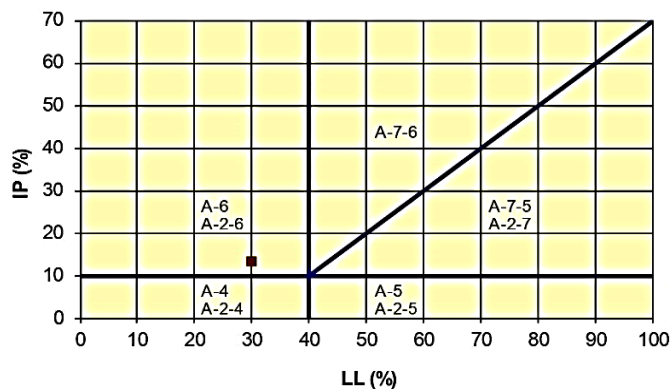
**MUESTRA :** C-2/ E-2

**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO

**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

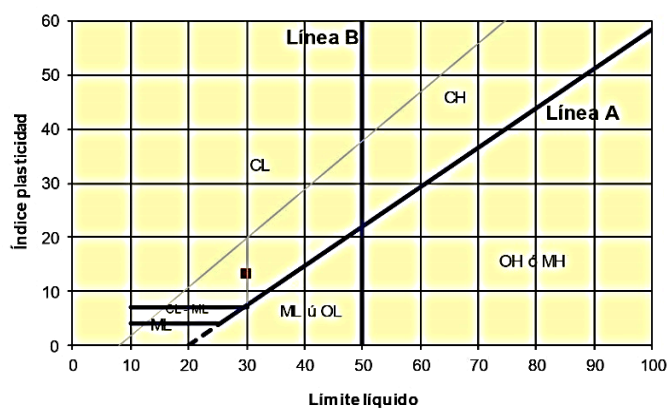
### Clasificación AAHSTO

#### Clasificación fracción limoso-arcillosa (AAHSTO)



**Material limoso-arenoso**  
Pobre a malo como subgrado  
**A-6 Suelo arcilloso**

### Ábaco de Casagrande



### Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.  
**Arcilla baja plasticidad con arena CL**



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**  
**(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASHTO T-180/MTC E-115 )**

**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD.

**SOLICITANTE:** JAIME LOPEZ REDULFO

**UBICACIÓN:** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

Volumen molde: 943.66 cm<sup>3</sup>

Peso molde: 3763 g

Muestra: C2

# de capas: 5

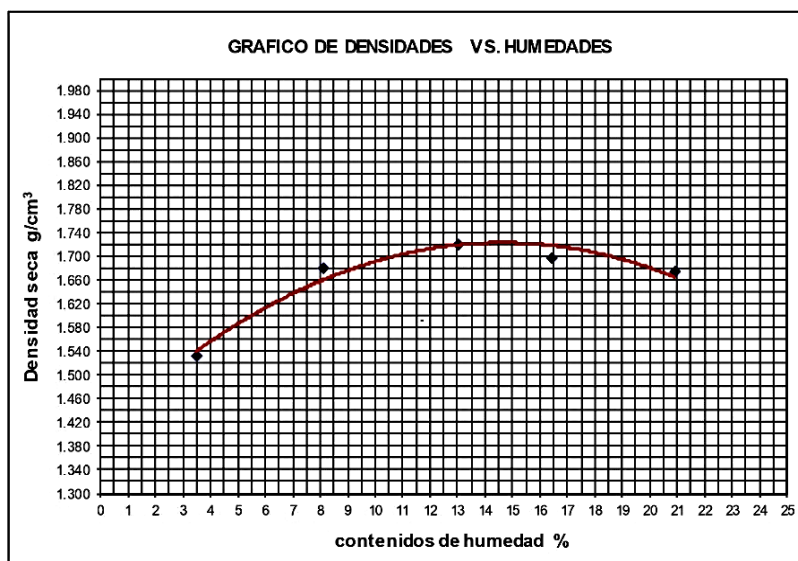
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5258.00	5478.00	5598.00	5628.00	5674.00
Peso del suelo húmedo	g	1495.00	1715.00	1835.00	1865.00	1911.00
Humedad calculada	%	3.49	8.15	13.06	16.45	20.91
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.584	1.817	1.945	1.976	2.025
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.531	1.680	1.720	1.697	1.675

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	105.1	135.60	90.86	146.7	136.5	156.8	155.3	156.8	132.6	142.4
Rec + suelo seco	g	103.8	133.04	88.45	140.7	128.9	146.7	144.2	147	120.5	131.6
Peso del recipiente	g	70.18	52.41	59.04	67.21	72.48	68.45	76.84	87.41	64.54	78.6
Peso del suelo seco	g	33.60	80.63	29.41	73.53	56.46	78.29	67.33	59.63	55.93	53.04
Peso del agua	g	1.28	2.56	2.41	5.96	7.51	10.03	11.13	9.76	12.09	10.72
Contenido de Humedad	%	3.81	3.17	8.19	8.11	13.30	12.81	16.53	16.37	21.62	20.21
Humedad promedio	%	3.49		8.15		13.06		16.45		20.91	



**Densidad Máxima:**

1.720 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**

15.00 %



## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA L  
**SOLICITANTE:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN:** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE  
**MUESTRA:** C2

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7930	7932
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11684	11974	12267
Peso suelo húmedo (g)	3760	4044	4335
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.77	1.91	2.04
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.53</b>	<b>1.64</b>	<b>1.79</b>
Contenido de humedad(%)	15.86	16.32	14.16

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56	
Rec + suelo húmedo g	94.65	80.65	106.45	99.42	114.62	106.48
Rec + suelo seco g	90.45	77.85	101.45	95.04	108.74	102.14
Peso del recipiente g	64.27	60	71.34	67.74	68.02	70.86
Peso del suelo seco g	26.18	17.85	30.11	27.3	40.72	31.28
Peso del agua g	4.2	2.8	5	4.38	5.88	4.34
Contenido de Humedad %	16.04	15.69	16.61	16.04	14.44	13.87
Humedad promedio %	15.86		16.32		14.16	

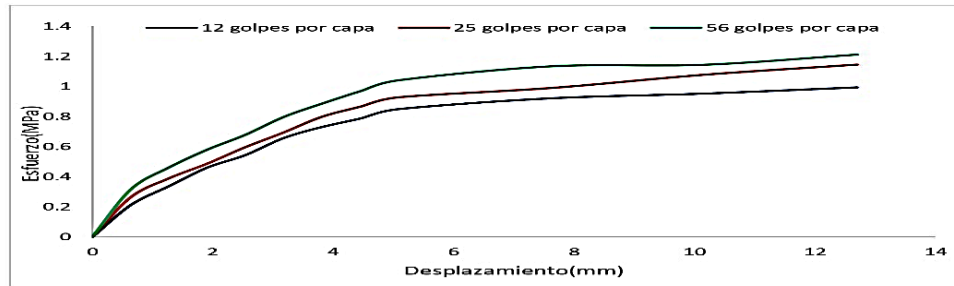
### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.41	0.001932	0.21
0.050	1.27	0.65	0.001932	0.34
0.075	1.91	0.89	0.001932	0.46
0.100	2.54	1.05	0.001932	0.54
0.125	3.18	1.27	0.001932	0.66
0.150	3.81	1.41	0.001932	0.73
0.175	4.45	1.52	0.001932	0.79
0.200	5.08	1.64	0.001932	0.85
0.300	7.62	1.78	0.001932	0.92
0.400	10.16	1.84	0.001932	0.95
0.500	12.7	1.92	0.001932	0.99

Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.51	0.001932	0.26
0.050	1.27	0.75	0.001932	0.39
0.075	1.91	0.94	0.001932	0.49
0.100	2.54	1.15	0.001932	0.60
0.125	3.18	1.34	0.001932	0.69
0.150	3.81	1.54	0.001932	0.80
0.175	4.45	1.67	0.001932	0.86
0.200	5.08	1.79	0.001932	0.93
0.300	7.62	1.91	0.001932	0.99
0.400	10.16	2.08	0.001932	1.08
0.500	12.7	2.21	0.001932	1.14

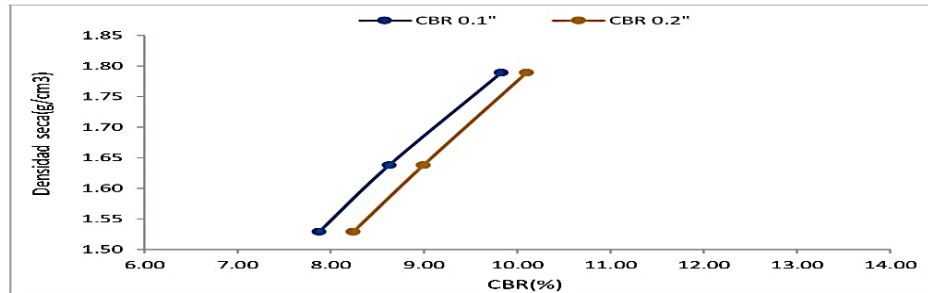
Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.61	0.001932	0.316
0.050	1.27	0.89	0.001932	0.461
0.075	1.91	1.12	0.001932	0.580
0.100	2.54	1.31	0.001932	0.678
0.125	3.18	1.54	0.001932	0.797
0.150	3.81	1.71	0.001932	0.885
0.175	4.45	1.87	0.001932	0.968
0.200	5.08	2.01	0.001932	1.040
0.300	7.62	2.19	0.001932	1.134
0.400	10.16	2.21	0.001932	1.144
0.500	12.7	2.34	0.001932	1.211





GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.54	6.9	7.88
12	0.2	0.85	10.3	8.24
25	0.1	0.60	6.9	8.63
25	0.2	0.93	10.3	9.00
56	0.1	0.68	6.9	9.83
56	0.2	1.04	10.3	10.10

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.53	7.88	8.24
25	1.64	8.63	9.00
56	1.79	9.83	10.10



M.D.S	1.720	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.634	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	9	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	9.3	%

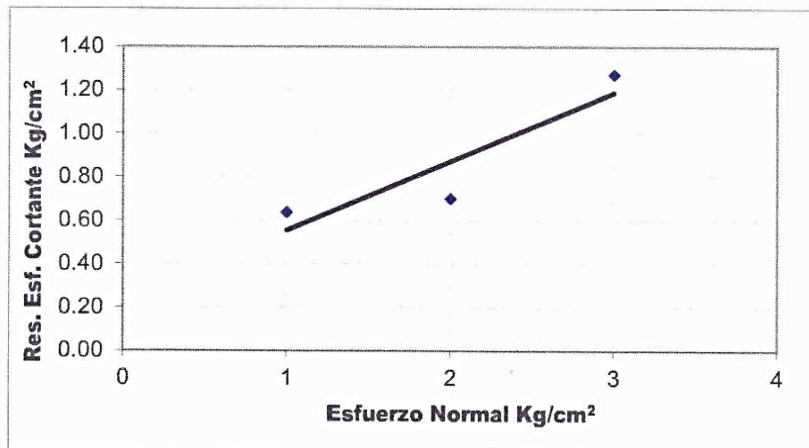
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
ASTM D 3080**

**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD.  
**SOLICITANTE:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN:** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE  
**MUESTRA:** C2

VELOCIDAD 1 mm/min  
Wm 250 gr.

FACTOR DE CALIBRACION 4.559

T min	D.H cm	Lc	Area Corregida AC=6*Lc (cm2)	σ1			σ2			σ3		
				L.D (un)	F.C. Kg	τ (Kg/cm <sup>2</sup> )	L.D (un)	F.C. Kg	τ (Kg/cm <sup>2</sup> )	L.D (un)	F.C. Kg	τ (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.000	6.000	36.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.25	0.025	5.975	35.850	0.047	0.214	0.006	0.069	0.315	0.009	0.101	0.460	0.013
0.50	0.050	5.950	35.700	0.099	0.451	0.013	0.145	0.661	0.019	0.195	0.889	0.025
0.75	0.075	5.925	35.550	0.189	0.862	0.024	0.341	1.555	0.044	0.584	2.662	0.075
1.00	0.100	5.900	35.400	0.369	1.682	0.049	0.694	3.164	0.089	1.154	5.261	0.149
1.50	0.150	5.850	35.100	0.781	3.561	0.101	1.569	7.107	0.202	1.858	7.559	0.215
2.00	0.200	5.800	34.800	1.564	7.130	0.205	2.387	10.842	0.313	2.251	10.262	0.295
2.50	0.250	5.750	34.500	1.999	9.113	0.264	2.904	13.239	0.384	3.255	14.840	0.430
3.00	0.300	5.700	34.200	2.464	11.233	0.328	3.241	14.776	0.432	4.310	19.649	0.575
3.50	0.350	5.650	33.900	3.624	16.522	0.487	3.994	18.209	0.537	5.758	26.251	0.774
4.00	0.400	5.600	33.600	3.821	17.420	0.518	4.268	19.458	0.579	6.257	28.526	0.849
4.50	0.450	5.550	33.300	4.098	18.683	0.561	4.897	21.414	0.643	7.121	32.485	0.975
5.00	0.500	5.500	33.000	4.365	19.900	0.603	4.857	22.143	0.671	8.847	40.333	1.222
5.50	0.550	5.450	32.700	4.584	20.898	0.639	5.029	22.927	0.701	9.126	41.605	1.272
6.00	0.600	5.400	32.400	4.187	19.089	0.589	4.178	19.048	0.588	8.451	38.528	1.169



RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE

σ	τ	
1	0.64	kg/cm <sup>2</sup>
2	0.70	kg/cm <sup>2</sup>
3	1.27	kg/cm <sup>2</sup>

PARAMETROS OBTENIDOS

**Coefficiente de cohesión(kg/cm<sup>2</sup>)** 0.24  
**Angulo de friccion interna (°)** 17.60



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.P. N° 197384

ANEXO N.º 29: Estudio de mecánica de suelos Calicata N.º 03

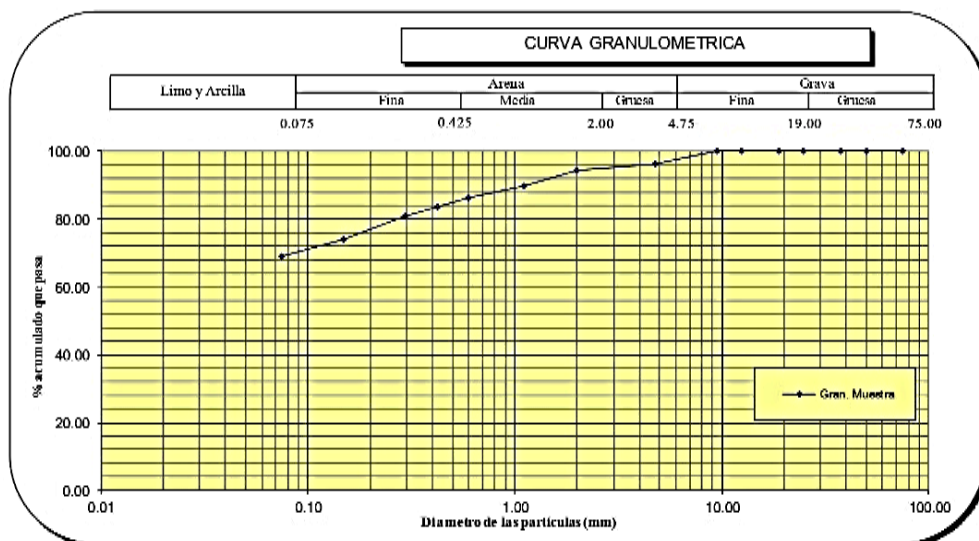


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
LABORATORIO DE CERÁMICOS Y SUELOS

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D 422**

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-3/ E-1  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)					OBSERVACIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
3"	75.000				100.00	Humedad natural 6.80  <b>CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS</b>  Grava (%) Arena (%) 31.1 Finos(%) 68.9 D30 - D60 - D10 - Cu - Cc -  <b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b> LL 30.0 LP 18.3 IP 11.7  <b>CLASIFICACION DE SUELOS</b> SUCS CL AAHSTO A-6
2"	50.000				100.0	
1 1/2"	37.500				100.0	
1"	25.000				100.0	
3/4"	19.000				100.0	
1/2"	12.500				100.0	
3/8"	9.500				100.0	
Nº4	4.750	37.1	3.7	3.7	96.3	
Nº10	2.000	20.3	2.0	5.7	94.3	
Nº16	1.100	45.4	4.5	10.3	89.7	
Nº30	0.600	34.0	3.4	13.7	86.3	
Nº40	0.425	29.0	2.9	16.5	83.5	
Nº50	0.297	24.6	2.5	19.0	81.0	
Nº100	0.149	70.0	7.0	26.0	74.0	
Nº200	0.075	51.7	5.2	31.1	68.9	
< Nº200	Fondo	689.5	68.9	100.0		
Total		1001.4	100.0			







**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-3/ E-1  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	156.1	151.02	5.08	72.32	78.7	6.5	6.8
2	135.89	130.98	4.91	59.06	71.92	6.8	
3	149.33	144.06	5.27	70.19	73.87	7.1	

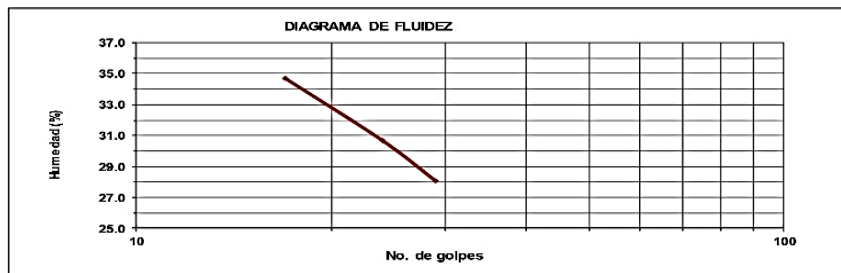


**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**NTP 339.129**

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-3/ E-1  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>							
1	73.24	71.24	2	65.48	5.76	34.7	17
2	85.68	84.21	1.47	79.42	4.79	30.7	24
3	87.78	85.47	2.31	77.24	8.23	28.1	29
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>							
1	81.69	81.06	0.63	77.56	3.5	18.0	
2	75.57	74.87	0.7	71.15	3.72	18.8	
3	76.49	75.98	0.51	73.15	2.83	18.0	

L.L.	30.0
L.P.	18.3
I.P.	11.7





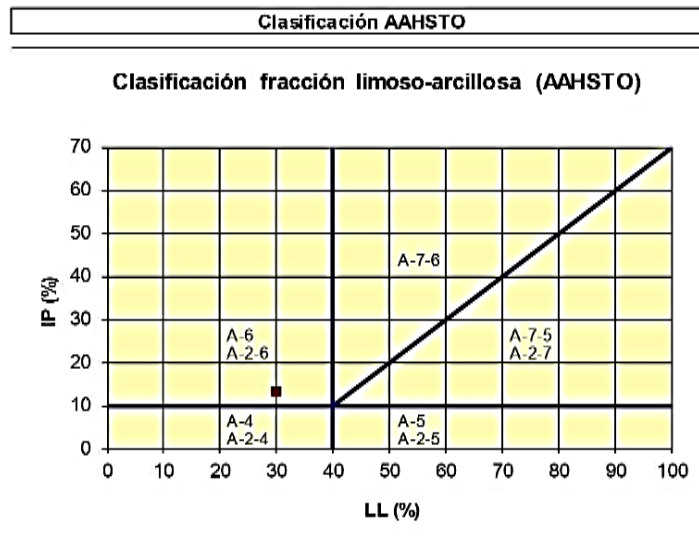
## CLASIFICACION DE SUELOS

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

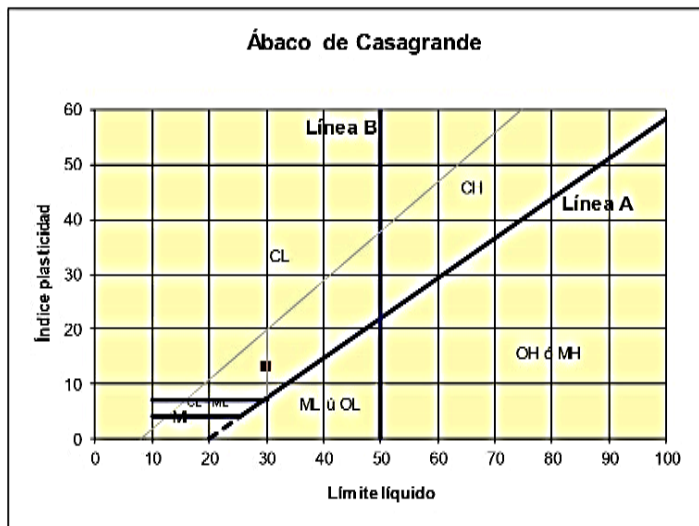
**MUESTRA :** C-3/ E-1

**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO

**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE



**Material limoso-arenoso**  
Pobre a malo como subgrado  
**A-6 Suelo arcilloso**



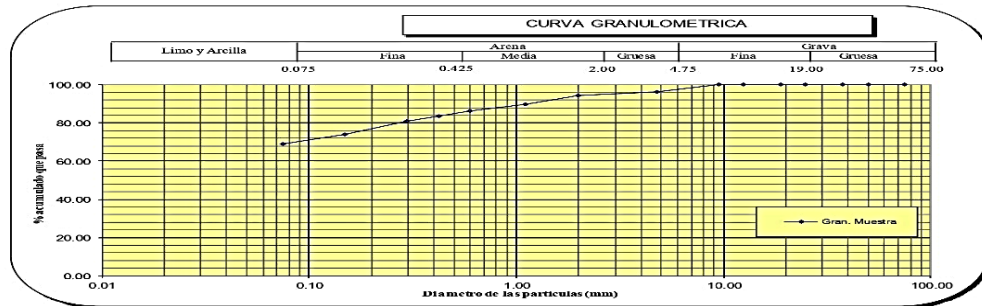
**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas finas.  
**Arcilla baja plasticidad con arena CL**



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D 422**

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-3/ E-2  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)					OBSERVACIONES	Humedad natural 8.60
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA		
3"	75.000				100.00	<b>CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS</b> Grava (%) 31.1 Arena (%) 68.9 Finos(%) D30 - D60 - D10 - Cu - Cc - <b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b> LL 29.3 LP 18.6 IP 10.7 <b>CLASIFICACION DE SUELOS</b> SUGS CL AAHSTO A-6	
2"	50.000				100.0		
1 1/2"	37.500				100.0		
1"	25.000				100.0		
3/4"	19.000				100.0		
1/2"	12.500				100.0		
3/8"	9.500				100.0		
N°4	4.750	37.1	3.7	3.7	96.3		
N°10	2.000	20.3	2.0	5.7	94.3		
N°16	1.100	45.4	4.5	10.3	89.7		
N°30	0.600	34.0	3.4	13.7	86.3		
N°40	0.425	29.0	2.9	16.5	83.5		
N°50	0.297	24.6	2.5	19.0	81.0		
N°100	0.149	70.0	7.0	26.0	74.0		
N°200	0.075	51.7	5.2	31.1	68.9		
< N°200	Fondo	689.5	68.9	100.0			
Total		1001.4	100.0				



**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
NPT 339.127**

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-3/ E-2  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	119.79	115.64	4.15	67.7	47.94	8.7	8.6
2	127.24	122.57	4.67	68.38	54.19	8.6	
3	145.94	141.2	4.74	86.16	55.04	8.6	

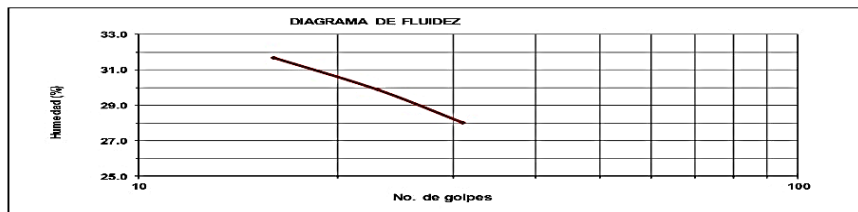


## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-3/ E-2  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

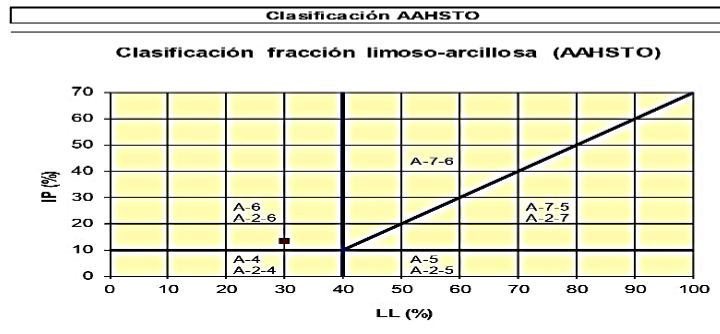
CRISTAL No.	W <sub>h</sub> = CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> = CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>							
1	80.38	79.09	1.29	75.02	4.07	31.7	16
2	76.99	76.06	0.93	72.95	3.11	29.9	23
3	71.14	70.22	0.92	66.94	3.28	28.0	31
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>							
1	66.52	66.45	0.07	66.07	0.38	18.4	
2	71.85	71.78	0.07	71.41	0.37	18.9	
3	58.31	58.24	0.07	57.86	0.38	18.4	

<b>L.L.</b>	<b>29.3</b>
<b>L.P.</b>	<b>18.6</b>
<b>I.P.</b>	<b>10.7</b>

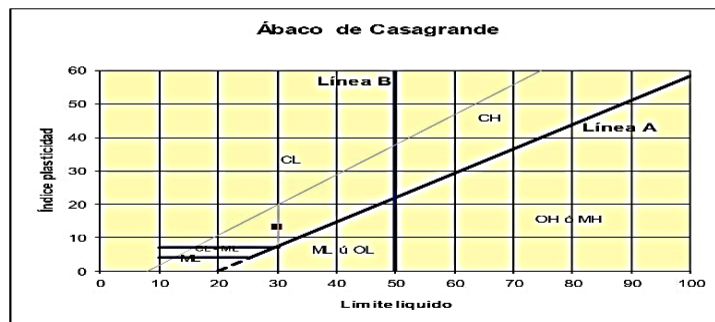


## CLASIFICACION DE SUELOS

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-3/ E-2  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE



**Material limoso-arenoso**  
 Pobre a malo como subgrado  
**A-6 Suelo arcilloso**



**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
 Suelo de partículas finas.  
**Arcilla baja plasticidad con arena CL**



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD.  
**SOLICITANTE:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN:** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

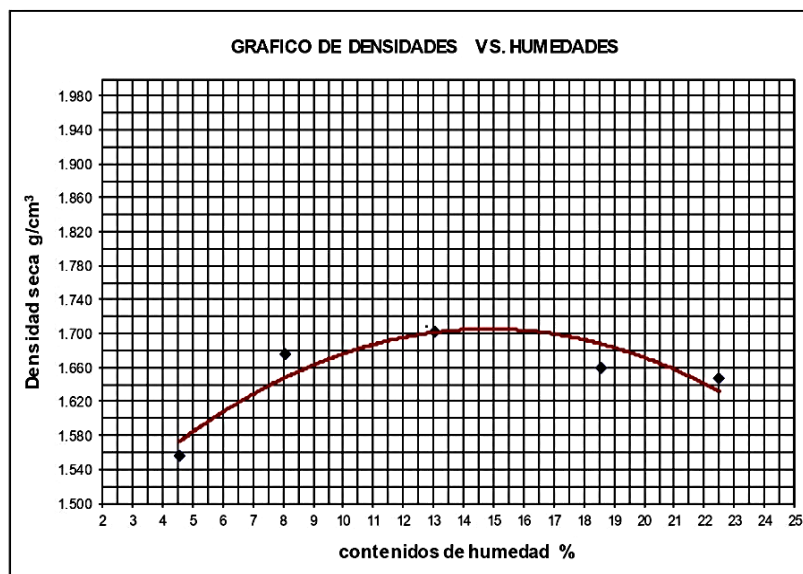
Volumen molde: 943.66 cm<sup>3</sup> # de capas: 5  
 Peso molde: 3763 g Golpes por capa: 25  
 Muestra: C3

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5298.00	5472.00	5580.00	5621.00	5667.00
Peso del suelo húmedo	g	1535.00	1709.00	1817.00	1858.00	1904.00
Humedad calculada	%	4.54	8.09	13.06	18.59	22.50
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.627	1.811	1.925	1.969	2.018
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.556	1.675	1.703	1.660	1.647

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	110.6	105.4	69.66	98.63	90.3	95.23	117.1	105.6	123.3	102.6
Rec + suelo seco	g	108.7	104	68.87	94.87	88.78	92.14	110.7	98.45	113.6	95.98
Peso del recipiente	g	70.01	70.18	59.04	48.75	77.12	68.52	75.94	60.24	70.64	66.66
Peso del suelo seco	g	38.68	33.80	9.83	46.12	11.66	23.62	34.80	38.21	42.93	29.32
Peso del agua	g	1.93	1.38	0.79	3.76	1.52	3.09	6.40	7.18	9.68	6.58
Contenido de Humedad	%	4.99	4.08	8.04	8.15	13.04	13.08	18.39	18.79	22.55	22.44
Humedad promedio	%	4.54		8.09		13.06		18.59		22.50	



**Densidad Máxima:**  
1.700 g/cm<sup>3</sup>  
  
**Humedad óptima:**  
15.00 %



## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**SOLICITANTE:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN:** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE  
**MUESTRA:** C3

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11684	11945	12144
Peso suelo húmedo (g)	3751	4018	4223
Volumen cm <sup>3</sup>	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.77	1.89	1.99
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.52</b>	<b>1.62</b>	<b>1.71</b>
Contenido de humedad(%)	16.52	16.77	16.60

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56	
Rec + suelo húmedo g	81.24	79.85	99.45	84.67	84.45	97.45
Rec + suelo seco g	79.21	77.88	97.32	82.34	82.39	95.56
Peso del recipiente g	67.1	65.78	84.62	68.45	70.01	84.15
Peso del suelo seco g	12.11	12.1	12.7	13.89	12.38	11.41
Peso del agua g	2.03	1.97	2.13	2.33	2.06	1.89
Contenido de Humedad %	16.76	16.28	16.77	16.77	16.64	16.56
Humedad promedio %	16.52		16.77		16.60	

### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

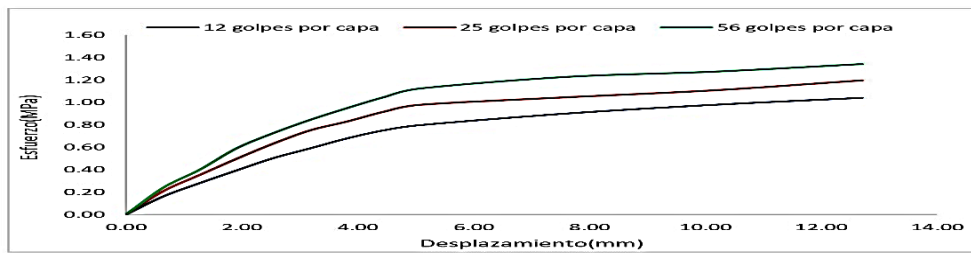
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.31	0.001932	0.16
0.050	1.27	0.54	0.001932	0.28
0.075	1.91	0.76	0.001932	0.39
0.100	2.54	0.97	0.001932	0.50
0.125	3.18	1.14	0.001932	0.59
0.150	3.81	1.31	0.001932	0.68
0.175	4.45	1.45	0.001932	0.75
0.200	5.08	1.54	0.001932	0.80
0.300	7.62	1.74	0.001932	0.90
0.400	10.16	1.89	0.001932	0.98
0.500	12.70	2.01	0.001932	1.04

**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.40	0.001932	0.21
0.050	1.27	0.68	0.001932	0.35
0.075	1.91	0.96	0.001932	0.50
0.100	2.54	1.22	0.001932	0.63
0.125	3.18	1.45	0.001932	0.75
0.150	3.81	1.60	0.001932	0.83
0.175	4.45	1.77	0.001932	0.92
0.200	5.08	1.89	0.001932	0.98
0.300	7.62	2.02	0.001932	1.05
0.400	10.16	2.14	0.001932	1.11
0.500	12.70	2.31	0.001932	1.20

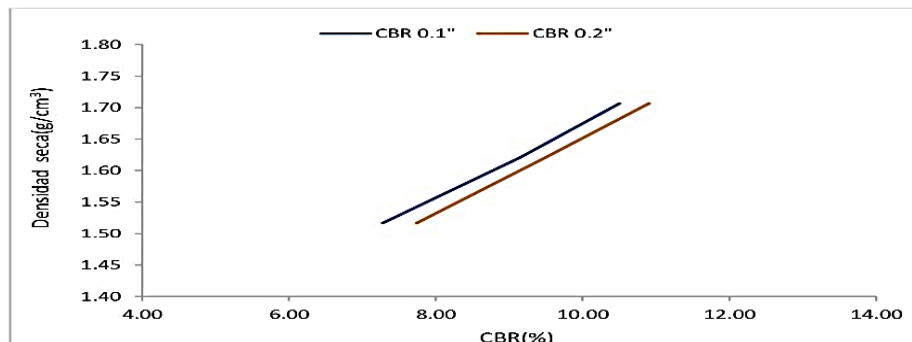
**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.46	0.001932	0.24
0.050	1.27	0.77	0.001932	0.40
0.075	1.91	1.14	0.001932	0.59
0.100	2.54	1.4	0.001932	0.72
0.125	3.18	1.63	0.001932	0.84
0.150	3.81	1.83	0.001932	0.95
0.175	4.45	2.02	0.001932	1.05
0.200	5.08	2.17	0.001932	1.12
0.300	7.62	2.37	0.001932	1.23
0.400	10.16	2.46	0.001932	1.27
0.500	12.70	2.59	0.001932	1.34



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.50	6.9	7.28
12	0.2	0.80	10.3	7.74
25	0.1	0.63	6.9	9.15
25	0.2	0.98	10.3	9.50
56	0.1	0.72	6.9	10.50
56	0.2	1.12	10.3	10.90

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.52	7.28	7.74
25	1.62	9.15	9.50
56	1.71	10.50	10.90



M.D.S	1.700	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.615	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	8.7	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	9.2	%

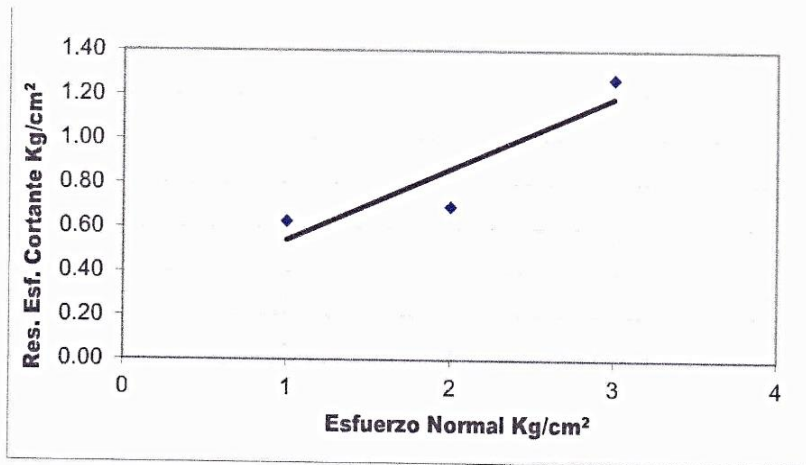


**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**ASTM D 3080**

**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD.  
**SOLICITANTE:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN:** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE  
**MUESTRA:** C3

VELOCIDAD 1 mm/min  
Wm 260 gr.  
FACTOR DE CALIBRACION 4.559

T min	D.H cm	Lc	Area Corregida AC=8*Lc (cm2)	σ1			σ2			σ3		
				L.D (un)	F.C. Kg	T (Kg/cm <sup>2</sup> )	L.D (un)	F.C. Kg	T (Kg/cm <sup>2</sup> )	L.D (un)	F.C. Kg	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.000	6.000	36.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.25	0.025	5.975	35.850	0.028	0.128	0.004	0.085	0.388	0.011	0.095	0.433	0.012
0.50	0.050	5.950	35.700	0.084	0.383	0.011	0.145	0.661	0.019	0.184	0.839	0.023
0.75	0.075	5.925	35.550	0.154	0.702	0.020	0.395	1.801	0.051	0.521	2.375	0.067
1.00	0.100	5.900	35.400	0.251	1.144	0.032	0.784	3.574	0.101	1.621	7.390	0.209
1.50	0.150	5.850	35.100	0.524	2.389	0.068	1.785	8.135	0.232	1.754	7.996	0.228
2.00	0.200	5.800	34.800	1.156	5.270	0.151	2.362	10.768	0.309	2.650	12.081	0.347
2.50	0.250	5.750	34.500	1.570	7.158	0.207	2.785	12.697	0.368	3.745	17.073	0.495
3.00	0.300	5.700	34.200	2.147	9.798	0.286	3.107	14.165	0.414	4.685	21.405	0.626
3.50	0.350	5.650	33.900	3.105	14.156	0.418	3.684	16.795	0.495	5.574	25.412	0.750
4.00	0.400	5.600	33.600	3.625	16.526	0.492	4.099	18.687	0.556	6.611	30.140	0.897
4.50	0.450	5.550	33.300	4.025	18.350	0.551	4.567	20.821	0.625	7.284	33.208	0.997
5.00	0.500	5.500	33.000	4.389	20.009	0.606	4.845	22.088	0.669	8.547	38.956	1.181
5.50	0.550	5.450	32.700	4.502	20.525	0.628	4.985	22.727	0.685	9.124	41.596	1.272
6.00	0.600	5.400	32.400	4.151	18.924	0.584	4.214	19.212	0.593	8.984	40.958	1.264



RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE

σ	T	
1	0.63	kg/cm <sup>2</sup>
2	0.70	kg/cm <sup>2</sup>
3	1.27	kg/cm <sup>2</sup>

PARAMETROS OBTENIDOS

**Coefficiente de cohesión(kg/cm<sup>2</sup>)** 0.22  
**Angulo de fricción interna (°)** 17.90



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384



## ANEXO N.º 30: Estudio de mecánica de suelos Calicata N.º 04



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
LABORATORIO DE CERÁMICOS Y SUELOS

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-4/ E-1  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)				% QUE PASA	OBSERVACIONES	Humedad natural 4.20
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO			
3"	75.000				100.00		
2"	50.000				100.0		
1 1/2"	37.500				100.0		
1"	25.000				100.0		
3/4"	19.000				100.0		
1/2"	12.500				100.0		
3/8"	9.500				100.0		
Nº4	4.750	28.4	2.8	2.8	97.4		
Nº10	2.000	15.9	1.6	4.2	95.8		
Nº18	1.100	45.4	4.5	8.8	91.2		
Nº30	0.600	34.0	3.4	12.2	87.8		
Nº40	0.425	29.0	2.9	15.0	85.0		
Nº50	0.297	24.6	2.5	17.5	82.5		
Nº100	0.149	64.3	6.4	23.9	76.1		
Nº200	0.075	51.7	5.2	29.1	70.9		
< Nº200	Fondo	709.4	70.9	100.0			
Total		1000.5	100.0				

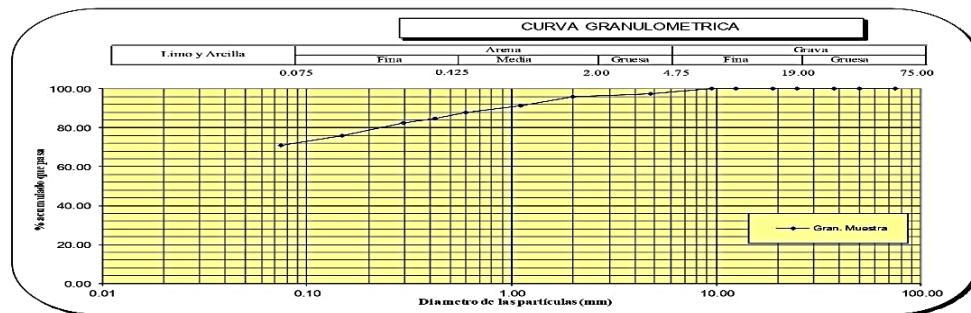
CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS	
Grava (%)	28.1
Arena (%)	70.9
Finos(%)	-
D30	-
D60	-
D10	-
Cu	-
Cc	-

LIMITES DE CONSISTENCIA	
LL	30.1
LP	19.0
IP	11.0

CLASIFICACION DE SUELOS	
SUCS	CL
AAHSTO	A-6



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
LABORATORIO DE CERÁMICOS Y SUELOS

### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NPT 339.127

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-4/ E-1  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	126.45	124.4	2.05	74.85	49.55	4.1	4.2
2	152.32	150.12	2.20	95.48	54.64	4.0	
3	129.84	127.48	2.36	72.54	54.94	4.3	

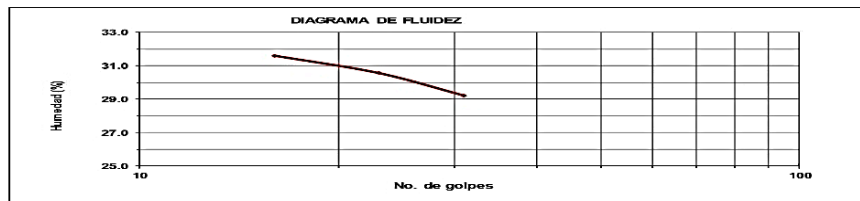


**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA  
NTP 339.129**

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-4/ E-1  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

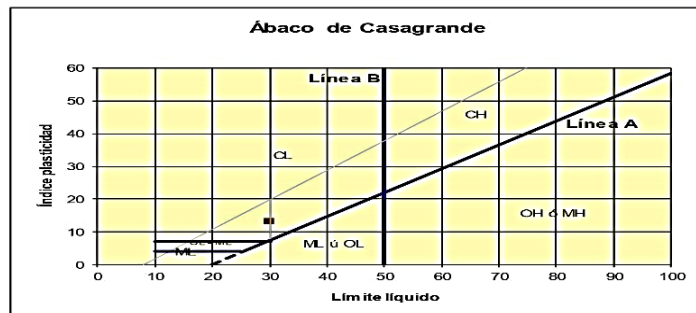
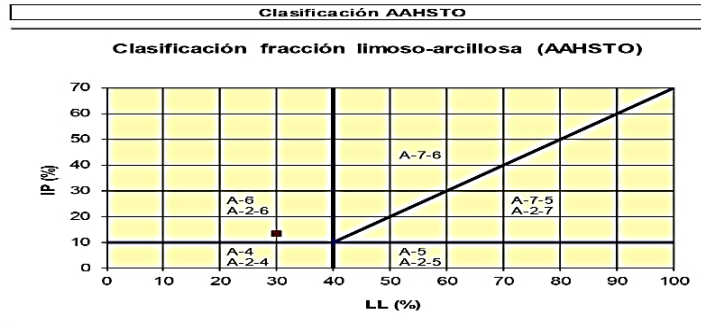
CRISTAL No.	W <sub>h</sub> + CRISTAL (gra)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (gra)	W AGUA (gra)	W CRISTAL (gra)	W <sub>s</sub> (gra)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>							
1	82.14	80.31	1.83	74.52	5.79	31.6	16
2	71.59	69.34	2.25	61.98	7.36	30.6	23
3	89.45	87.27	2.18	79.81	7.46	29.2	31
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>							
1	72.65	71.49	1.16	65.01	6.48	17.9	
2	68.24	67.54	0.7	63.99	3.55	19.7	
3	82.45	81.54	0.91	76.88	4.66	19.5	

L.L.	30.1
L.P.	19.0
I.P.	11.0



**CLASIFICACION DE SUELOS**

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-4/ E-1  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE





## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

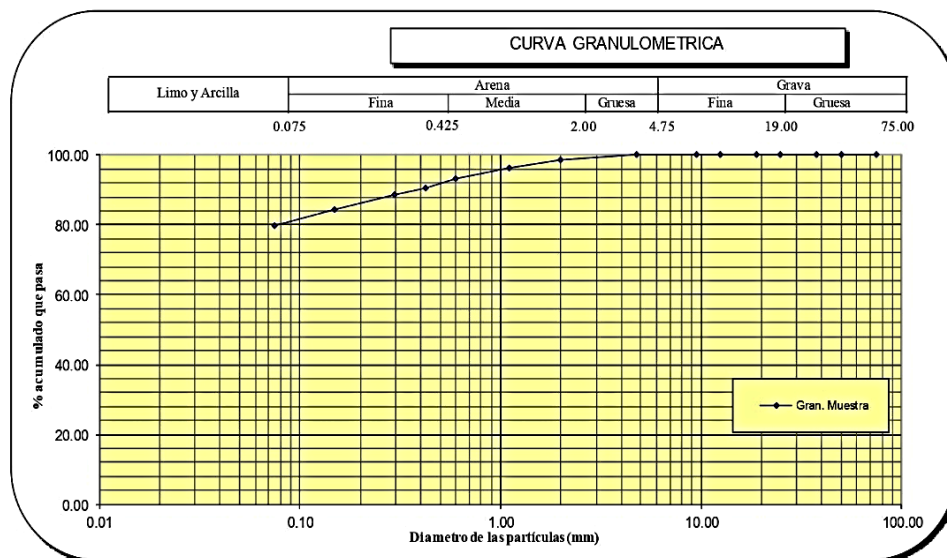
**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

**MUESTRA :** C-4/ E-2

**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO

**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)					OBSERVACIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
3"	75.000				100.00	Humedad natural 7.00  <b>CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS</b>  Grava (%) Arena (%) 20.3 Finos(%) 79.7 D30 - D60 - D10 - Cu - Cc -  <b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>  LL 29.3 LP 18.8 IP 10.5  <b>CLASIFICACION DE SUELOS</b> SUCS CL AAHSTO A-6
2"	50.000				100.0	
1 1/2"	37.500				100.0	
1"	25.000				100.0	
3/4"	19.000				100.0	
1/2"	12.500				100.0	
3/8"	9.500				100.0	
N°4	4.750				100.0	
N°10	2.000	15.9	1.4	1.4	98.6	
N°16	1.100	25.7	2.3	3.7	96.3	
N°30	0.600	34.0	3.0	6.7	93.3	
N°40	0.425	29.0	2.6	9.3	90.7	
N°50	0.297	22.9	2.0	11.3	88.7	
N°100	0.149	49.0	4.4	15.7	84.3	
N°200	0.075	51.7	4.6	20.3	79.7	
< N°200	Fondo	896.0	79.7	100.0		
Total		1124.0	100.0			





**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NPT 339.127**

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-4/ E-2  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	157.1	151.42	5.68	72.32	79.1	7.2	7.0
2	135.89	130.98	4.91	59.06	71.92	6.8	
3	149.33	144.06	5.27	70.19	73.87	7.1	



**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**NTP 339.129**

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD  
**MUESTRA :** C-4/ E-2  
**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------	--------------------	--------------	-----------------	----------	-------------	------------

**LÍMITE LÍQUIDO**

1	74.24	72.54	1.7	67.36	5.18	32.8	17
2	74.31	73.01	1.3	68.65	4.36	29.8	22
3	74.69	72.87	1.82	66.36	6.51	28.0	30

L.L.	29.3
L.P.	18.8
I.P.	10.5

**LÍMITE PLÁSTICO**

1	66.53	66.46	0.07	66.07	0.39	17.9
2	71.88	71.81	0.07	71.44	0.37	18.9
3	58.34	58.26	0.08	57.85	0.41	19.5





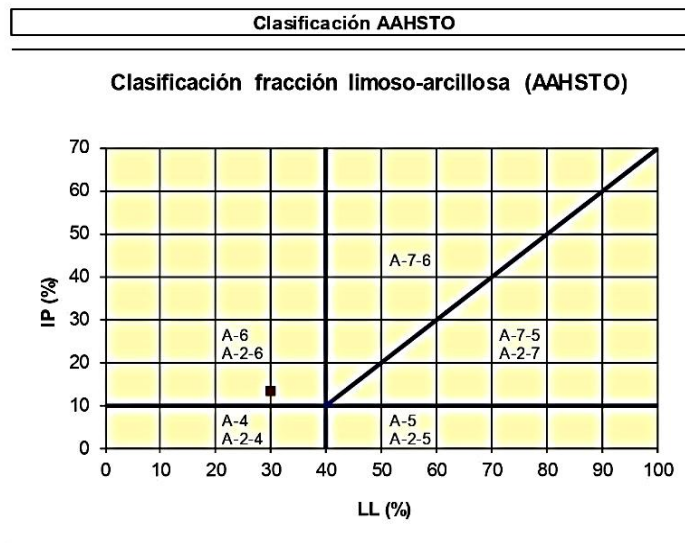
## CLASIFICACION DE SUELOS

**PROYECTO :** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

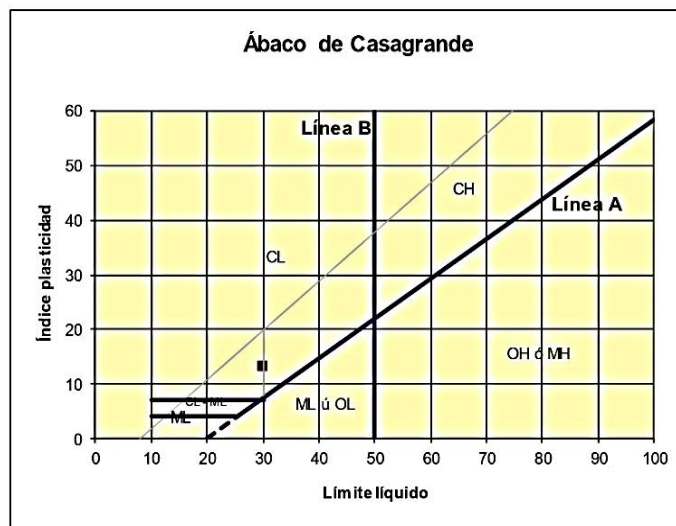
**MUESTRA :** C-4/ E-2

**SOLICITADO:** JAIME LOPEZ REDULFO

**UBICACIÓN :** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE



**Material limoso-arenoso**  
Pobre a malo como subgrado  
**A-6 Suelo arcilloso**



**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
Suelo de partículas finas.  
**Arcilla baja plasticidad con arena CL**



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD.  
**SOLICITANTE:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN:** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

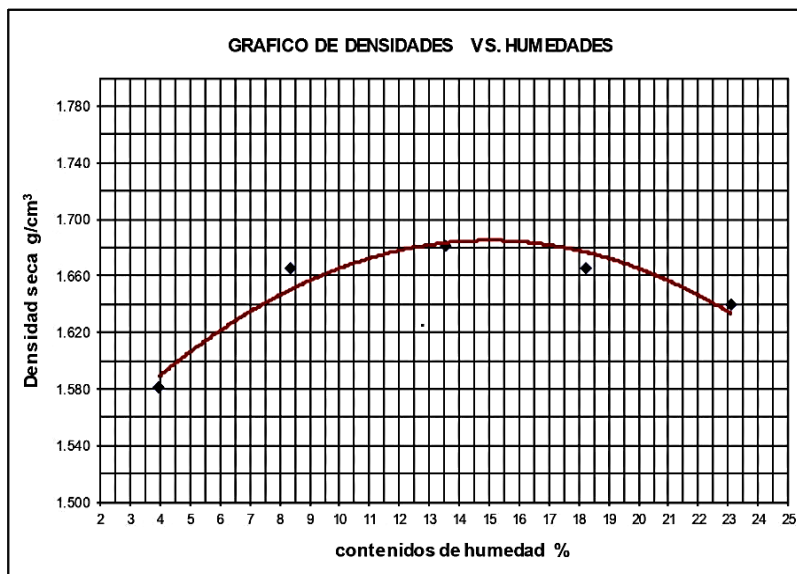
Volumen molde: 943.66 cm<sup>3</sup> # de capas: 5  
Peso molde: 3763 g Golpes por capa: 25  
Muestra: C4

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5314.00	5465.00	5564.00	5621.00	5667.00
Peso del suelo húmedo	g	1551.00	1702.00	1801.00	1858.00	1904.00
Humedad calculada	%	3.96	8.33	13.53	18.22	23.09
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.644	1.804	1.909	1.969	2.018
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.581	1.665	1.681	1.665	1.639

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	105.5	117.5	110.5	123.5	114.8	116.5	115	121.5	109.7	121.2
Rec + suelo seco	g	104.3	115.5	107	120.5	110.5	111.3	110.1	114	102.2	113.7
Peso del recipiente	g	70.01	70.18	65.48	84.54	79.41	72.54	83.56	72.45	70.64	80.24
Peso del suelo seco	g	34.24	45.36	41.52	35.91	31.07	38.80	26.58	41.57	31.51	33.43
Peso del agua	g	1.20	2.00	3.45	3.00	4.29	5.14	4.88	7.52	7.50	7.48
Contenido de Humedad	%	3.50	4.41	8.31	8.35	13.81	13.25	18.36	18.09	23.80	22.38
Humedad promedio	%	3.96		8.33		13.53		18.22		23.09	



**Densidad Máxima:**  
1.680 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**  
15.00 %



## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALcantarillado DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD.  
**SOLICITANTE:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN:** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE  
**MUESTRA:** C4

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7927	7935	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11521	11954	12241
Peso suelo húmedo (g)	3594	4019	4320
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.69	1.89	2.04
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.46</b>	<b>1.64</b>	<b>1.76</b>
Contenido de humedad(%)	15.72	15.80	15.61

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #		12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo	g	95.24	79.40	101.75	98.16	98.45	118.34
Rec + suelo seco	g	92.60	76.79	97.61	94.00	94.28	113.35
Peso del recipiente	g	76.00	60.00	71.34	67.74	68.00	80.86
Peso del suelo seco	g	16.60	16.79	26.27	26.26	26.28	32.49
Peso del agua	g	2.64	2.61	4.14	4.16	4.17	4.99
Contenido de Humedad	%	15.90	15.54	15.76	15.84	15.87	15.36
Humedad promedio	%	15.72		15.80		15.61	

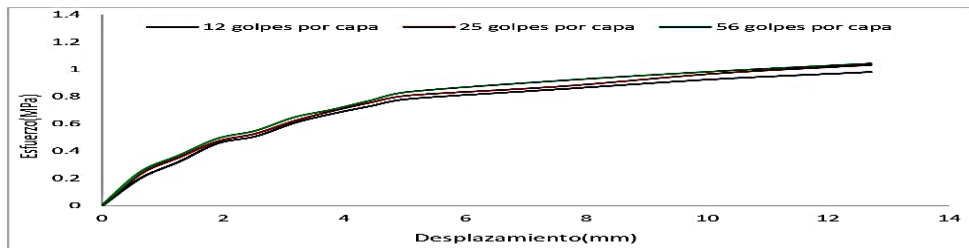
### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.39	0.001932	0.20
0.05	1.27	0.62	0.001932	0.32
0.075	1.91	0.88	0.001932	0.46
0.1	2.54	0.98	0.001932	0.51
0.125	3.18	1.17	0.001932	0.61
0.15	3.81	1.3	0.001932	0.67
0.175	4.45	1.41	0.001932	0.73
0.2	5.08	1.51	0.001932	0.78
0.3	7.62	1.65	0.001932	0.85
0.4	10.16	1.79	0.001932	0.93
0.5	12.7	1.89	0.001932	0.98

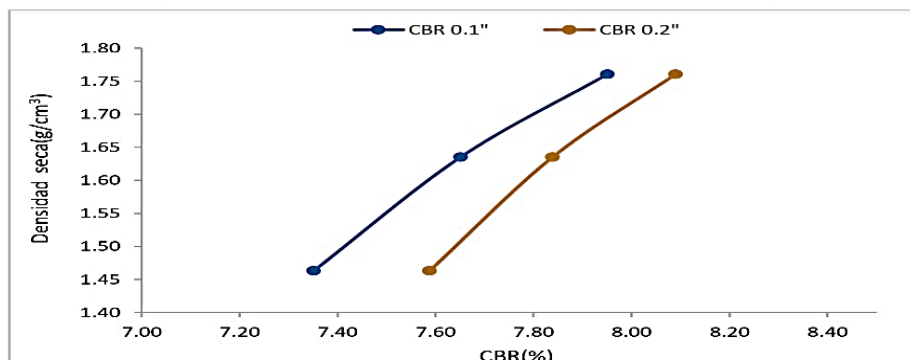
Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.45	0.001932	0.23
0.050	1.27	0.68	0.001932	0.35
0.075	1.91	0.91	0.001932	0.47
0.100	2.54	1.02	0.001932	0.53
0.125	3.18	1.20	0.001932	0.62
0.150	3.81	1.34	0.001932	0.69
0.175	4.45	1.46	0.001932	0.76
0.200	5.08	1.56	0.001932	0.81
0.300	7.62	1.69	0.001932	0.87
0.400	10.16	1.87	0.001932	0.97
0.500	12.70	1.99	0.001932	1.03

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.48	0.001932	0.248
0.05	1.27	0.71	0.001932	0.367
0.075	1.91	0.95	0.001932	0.492
0.1	2.54	1.06	0.001932	0.549
0.125	3.18	1.25	0.001932	0.647
0.15	3.81	1.36	0.001932	0.704
0.175	4.45	1.49	0.001932	0.771
0.2	5.08	1.61	0.001932	0.833
0.3	7.62	1.77	0.001932	0.916
0.4	10.16	1.9	0.001932	0.983
0.5	12.7	2.01	0.001932	1.040



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.51	6.9	7.35
12	0.2	0.78	10.3	7.59
25	0.1	0.53	6.9	7.65
25	0.2	0.81	10.3	7.84
56	0.1	0.55	6.9	7.95
56	0.2	0.83	10.3	8.09

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.46	7.35	7.59
25	1.64	7.65	7.84
56	1.76	7.95	8.09



M.D.S	1.680	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.596	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	7.6	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	7.8	%



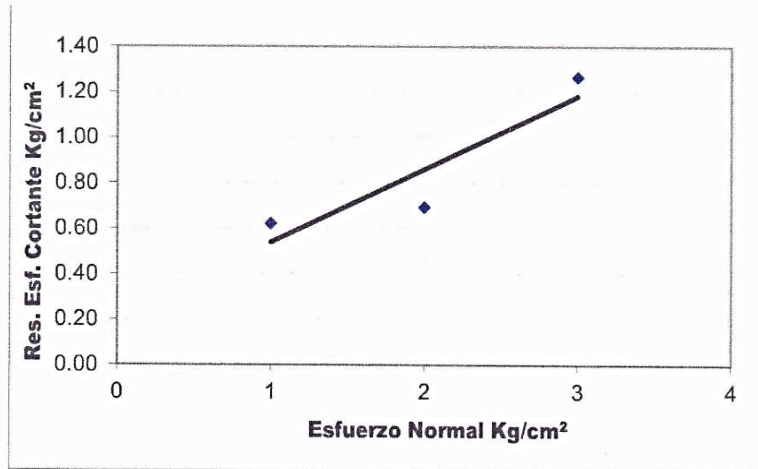


**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**ASTM D 3080**

**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD.  
**SOLICITANTE:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN:** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE  
**MUESTRA:** C4

VELOCIDAD 1 mm/min  
Wm 255 gr. FACTOR DE CALIBRACION 4.559

T min	D.H cm	Lc	Area Corregida AC=6*Lc (cm <sup>2</sup> )	σ1			σ2			σ3		
				L.D (un)	F.C. Kg.	τ (Kg/cm <sup>2</sup> )	L.D (un)	F.C. Kg.	τ (Kg/cm <sup>2</sup> )	L.D (un)	F.C. Kg.	τ (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.000	6.000	36.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
0.25	0.025	5.975	35.850	0.034	0.155	0.004	0.061	0.278	0.008	0.078	0.356	
0.50	0.050	5.950	35.700	0.078	0.356	0.010	0.125	0.570	0.016	0.139	0.634	
0.75	0.075	5.925	35.550	0.127	0.579	0.016	0.385	1.801	0.051	0.485	2.211	
1.00	0.100	5.900	35.400	0.207	0.944	0.027	0.784	3.574	0.101	1.065	4.855	
1.50	0.150	5.850	35.100	0.425	1.938	0.055	1.785	8.136	0.232	1.784	8.133	
2.00	0.200	5.800	34.800	0.965	4.399	0.126	2.362	10.788	0.309	2.539	11.575	
2.50	0.250	5.750	34.500	1.425	6.497	0.188	2.785	12.697	0.368	3.475	15.843	
3.00	0.300	5.700	34.200	2.004	9.136	0.267	3.107	14.165	0.414	4.568	20.826	
3.50	0.350	5.650	33.900	2.520	11.489	0.339	3.684	16.795	0.495	5.492	25.038	
4.00	0.400	5.600	33.600	3.240	14.771	0.440	4.099	18.687	0.556	6.522	29.734	
4.50	0.450	5.550	33.300	4.063	18.523	0.556	4.567	20.821	0.625	7.311	33.331	
5.00	0.500	5.500	33.000	4.295	19.581	0.593	4.845	22.088	0.669	8.495	38.729	
5.50	0.550	5.450	32.700	4.475	20.402	0.624	4.985	22.727	0.695	9.085	41.419	
6.00	0.600	5.400	32.400	4.085	18.624	0.575	4.214	19.212	0.593	8.570	39.071	



RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE

σ	τ	
1	0.62	kg/cm <sup>2</sup>
2	0.70	kg/cm <sup>2</sup>
3	1.27	kg/cm <sup>2</sup>

PARAMETROS OBTENIDOS

**Coefficiente de cohesión(kg/cm<sup>2</sup>)** 0.22  
**Angulo de fricción interna (°)** 17.80



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. C.I.P. N° 197384

**ANEXO N.º 31:** Resumen de estudio de mecánica de suelos para el diseño de los sistemas de la red de agua potable y alcantarillado para el centro poblado de Bello Horizonte.



**CALCULOS DE LA CARGA ADMISIBLE**  
CIMENTOS CORRIDOS Y CUADRADOS

**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO DE BELLO HORIZONTE, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD.  
**SOLICITANTE:** JAIME LOPEZ REDULFO  
**UBICACIÓN:** CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE

Cimiento Corrido:

$$q_n = \frac{(0.5 * \gamma * B * N_\gamma + c * N_c + \gamma * D_f * N_q)}{F}$$

Cimiento Cuadrado:

$$q_n = \frac{(0.42 * \gamma * B * N_\gamma + 1.2c * N_c + \gamma * D_f * N_q)}{F}$$

<b>PARAMETROS DE CORTE</b>		Cohesión : $\zeta =$	0.22
		Angulo de Fricción $\phi =$	17.8
<b>Factores de Capacidad de Carga</b>		<b>Datos del Suelo</b>	
$N_q =$	5.16	Peso Específico del Suelo $\gamma =$	1.42 gr/cm <sup>3</sup>
$N_c =$	12.95	Cota de Fundación $D_f =$	0.80 m
$N_\gamma =$	1.93	$\gamma \cdot D_f =$	1.14 Tn / m <sup>2</sup>

<b>Cimientos Corridos</b>			
F.S	3.0		
B	$q_d$	$q_{adm.}$	$q_{adm.}$
(m)	(Tn / m <sup>2</sup> )	(Tn / m <sup>2</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>
0.60	35.16	11.72	1.19
0.80	35.43	11.81	1.20
1.00	35.71	11.90	1.21

<b>Zapatas Cuadradas</b>			
F.S	3.0		
B	$q_d$	$q_{adm.}$	$q_{adm.}$
(m)	(Tn / m <sup>2</sup> )	(Tn / m <sup>2</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>
1.00	41.13	13.71	1.39
1.30	41.46	13.82	1.40
1.50	41.68	13.89	1.41



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R.C.P. N° 197384

## ANEXO N.º 32: Resultados de la calidad del agua.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

LASACI



### INFORME DE ANÁLISIS

SOLICITANTE	: REDULFO JAIME LOPEZ
TESIS	: "Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del Centro Poblado de Bello Horizonte, Distrito Laredo, Trujillo, La Libertad
MUESTRA	: CAPTACION MENOCUCHO
FECHA DE INGRESO	: 29 DE SEPTIEMBRE DEL 2020
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

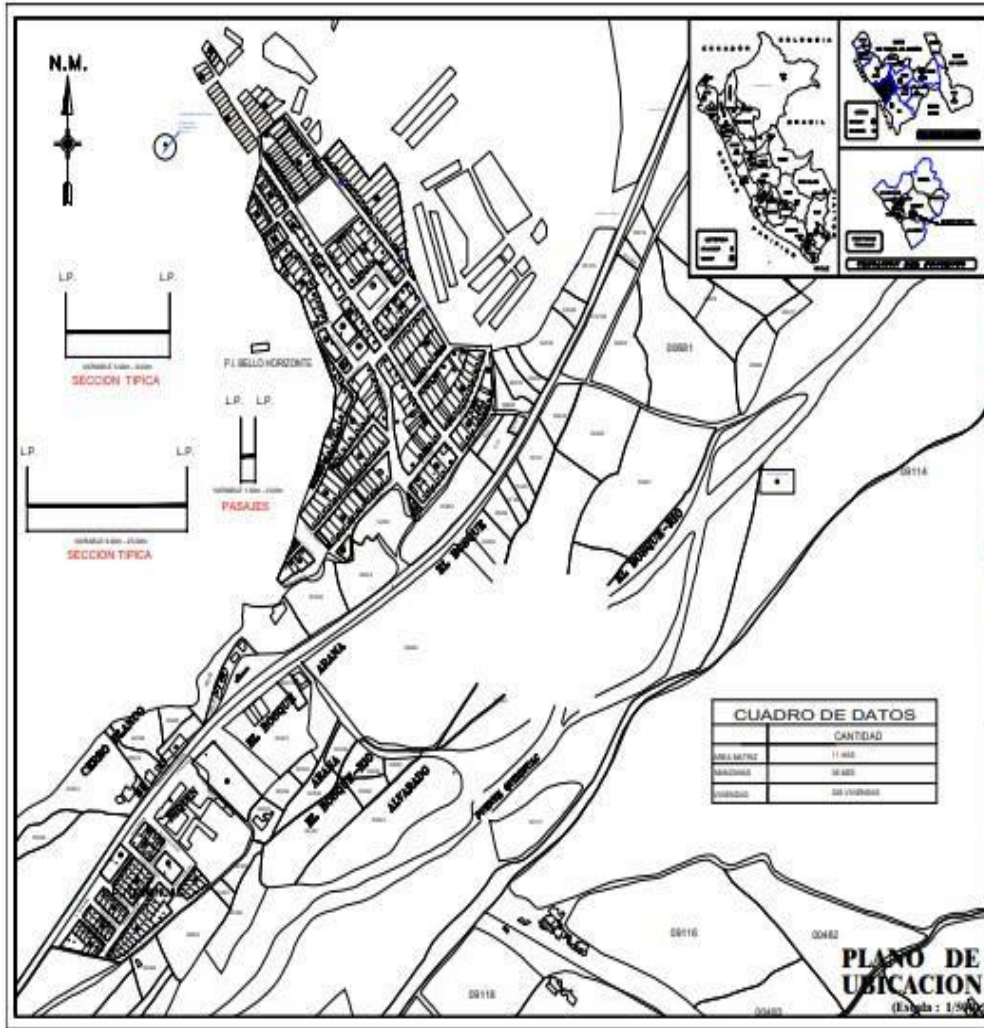
DETERMINACIONES	Unidades	Resultados
Olor	-	Aceptable
Sabor	-	Aceptable
Color	Pt/Co	14
Turbidez	NTU	4
Ph	-	6.36
Conductividad	mS/cm	1.17
Sólidos totales disueltos	mg/L	751
Cloruros	Cl mg/L	255
Calcio	Ca mg/L	91.2
Magnesio	Mg mg/L	55.4
Sodio	Na mg/L	38.21
Potasio	K mg/L	1.61
Sulfatos	SO <sub>4</sub> mg/L	78.56
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub> mg/L	456
Amoniaco	NH <sub>3</sub> mg/L	< 0.01
Cianuro total	CN mg/L	< 0.01
Aceites y grasas	mg/L	< 0.01
Carbonatos	CO <sub>3</sub> mg/L	0.00
Bicarbonatos	HCO <sub>3</sub> mg/L	87
Nitratos	NO <sub>3</sub> mg/L	1.13
Nitritos	NO <sub>2</sub> mg/L	0.17

Conclusión: Cumple las especificaciones establecidas Categoría 1: Subcategoría A (Aguas destinadas a producción de agua potable) para el consumo humano.

TRUJILLO 05 DE OCTUBRE DEL 2019

  
Ing. Carlos A. Valqui Mendoza  
DIRECTOR LASACI

**ANEXO N.º 33: Plano de ubicación del Centro Poblado Bello Horizonte.**



**ANEXO N.º 34:** Cálculo del diseño del sistema de agua y alcantarillado del Centro Poblado Bello Horizonte.

**Diseño de la captación:**

**Determinación del ancho de pantalla:**

**Consideramos:**

$$Q_{max} = V_2 * C_d * A$$

Al despejar tenemos la siguiente expresión:

$$A = Q_{max} / V_2 * C_d$$

**Donde:**

**Q.max. de la fuente = 6.90l/s**

**Cd** (coeficiente -descarga) = 0.80 (considerar de 0.6@0.8)

**H=Carga** sobre el centro del orificio = 0.40m (considerar 0.40@0.50m)

**g** =Aceleración relaciona con la gravedad = 9.81m/s<sup>2</sup>

**Velocidad de paso teórica:**

$$V_2 = C_d x \sqrt{2gH}$$

$$\rightarrow V_2 = 0.80 x \sqrt{2 * 9.81 * 0.40}$$

$$DEV_2 = 2.24 \frac{m}{s} \text{ (a la entrada de la tubería)}$$

**Velocidad de paso asumida:**  $V_2=0.60\text{m/s}$  (máximo valor 0.60 m/s, al ingreso de la tubería).

**Espacio necesario para descarga (área):**

$$A = \frac{Q_{max}}{V_2 x C_d}, \text{ entonces } \square A = \frac{6.9}{0.60 x 0.80} \square A = 0.01438 \text{ m}^2$$

Entonces se utilizará el área siguiente: **A =0.01438m<sup>2</sup>**

Sabemos que:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

**Tamaño de tubería calculada (diámetro):**

$$D_c = \sqrt{\frac{4 * 0.01438}{3.1416}} \square D_c = 0.13529\text{m} \langle \rangle 5.33 \text{ plg}$$

Asumiremos un diámetro comercial:

$D_a = 2.00 \text{ plg} \langle \rangle 0.0508\text{m}$  se recomienda diámetros  $\langle \rangle \delta = 2''$

Usamos los siguientes métodos para contar los agujeros en la pantalla:

$$N^{\circ}o = \left( \frac{\text{Área del diámetro calculado}}{\text{Área del diámetro asumido}} \right)^{\wedge 2} + 1$$

$$N^{\circ}o = \left( \frac{D_c}{D_a} \right)^{\wedge 2} + 1$$

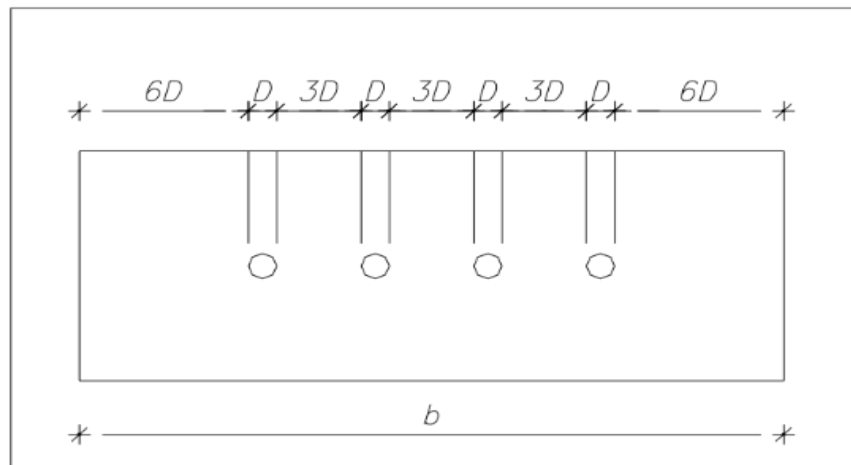
$$N^{\circ}o = \left( \frac{5.33}{2} \right)^{\wedge 2} + 1$$

$N^{\circ}o = 8.10$ , por tanto asumimos  $N^{\circ}o = 9$  orificios.

Nº de orificios considerados = **9** orificios (mín. recomendado 3)

Conociendo el número y diámetro de los orificios en tubería de ingreso determinamos la base de pantalla (**b**), mediante la expresión siguiente:

### **Distribución de orificios**



**Ancho de la pantalla.**

$$b = 2 \times (6D) + N^{\circ}orif \times D + 3D(N^{\circ}orif - 1)$$

entonces ancho de pantalla es igual a:

$$b = 2(6 \times 0.0508) + 9 \times 0.0508 + 3 \times 0.0508 \times (9 - 1)$$

$$b = 2.286 \text{ m}$$

para lo cual asumimos que: **b = 2.30 m**

**Definición de la distancia entre cámara húmeda y el afloramiento:**

Consideraremos esta expresión matemática:

$$H_f = H - h_o$$

**Donde:**

$H = 0.40\text{m}$ ; H, presión (carga) en el centro del orificio.

La expresión siguiente determina el descenso de carga en el orificio:

$$h_o = 1.56 \left( \frac{V_2^2}{2g} \right)$$

$$h_o = 1.56 \left( \frac{0.60^2}{2 \times 9.81} \right)$$

entonces tenemos que:  $h_o = 0.029\text{m}$

El siguiente paso es calcular el descenso de carga en la cuenca-afloramiento.

$$H_f = 0.40 - 0.029$$

$$\Rightarrow H_f = 0.371\text{m}$$

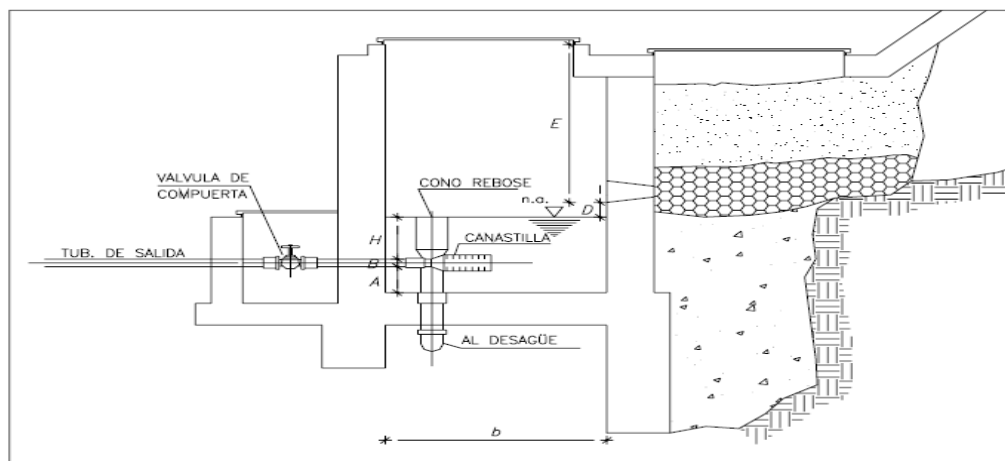
Distancia entre afloramiento y cuenca (captación):

$$L = \left( \frac{H_f}{0.30} \right); \text{ al reemplazar valores tenemos que: } L = \left( \frac{0.371}{0.30} \right),$$

Entonces asumimos que:

$$L = 1.24\text{m} \approx 1.30\text{m}$$

**Altura de la cámara húmeda:**



**Donde:**

**A:** Alt. mín. de 10cm, para facilitar la sedimentación de arena.

$$A = 10\text{cm}$$

**B:** Se tiene en cuenta la media parte del diámetro de la canastilla de salida.

$$\mathbf{B = 10.16 \text{ cm} \Leftrightarrow 4.0 \text{ plg}}$$

**D:** El nivel de entrada de agua entre afloramiento y nivel de agua en la cámara húmeda deben estar separados por un mínimo de 5 cm de nivel.

$$\mathbf{D = 10,00 \text{ cm}}$$

**E:** Se recomienda un mín. de 30cm como borde libre.

$$\mathbf{E = 30.00\text{cm}}$$

**C:** Para permitir que el flujo de salida de la captación viaje a través del tubo de conducción, sugerimos una altura mínima del agua de 30 cm.

$$\mathbf{C = 0.0286 \text{ m}}$$

$$C = 1.56 * \frac{V^2}{2g} = 1.56 * \frac{Qmd^2}{2g * A^2}$$

Donde los datos se mostrarán como se detalla a continuación:

Velocidad: ----- > **Vs = 0.60 (m/s)**

Gravedad: ----- > **g = 9.81 (m/s<sup>2</sup>)**

$$\Rightarrow C = 1.56 \times \frac{0.60^2}{2 \times 9.81}$$

$$\Rightarrow C = 0.0286 \text{ m} = \mathbf{2.86 \text{ cm}}$$

#### **Síntesis de datos:**

**A= 10.00cm**

**B= 10.16cm**

**C= 30.00cm**

**D=10.00cm**

**E= 30.00cm**

#### **Altura total:**

$$\mathbf{Ht = A+ B+ C+ D+ E}$$

$$\mathbf{Ht = 10+10.16+ 30+ 10+ 30}$$



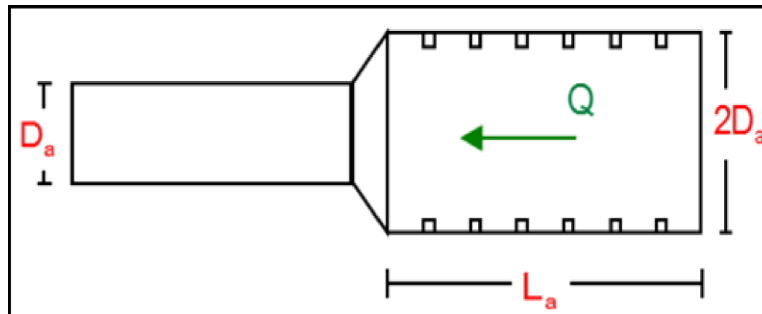
**Ht = 90.16cm**, redondeando tenemos

$$\mathbf{Ht = 0.916m}$$

Para el presente caso asumimos una altura total de: **Ht = 1.00m**

**Cálculo de canastilla:**

***Dimensión de la canastilla***



**Diámetro de canastilla:**

Para evitar la escasez provocada por sedimentación, el diámetro sugerido de la canastilla es que sea el doble ( $2D_a$ ) de la tubería de conducción.

**Por tanto:**

$$\mathbf{D_c = 2 * D_a = 2 * 4'' = 8'' \quad \mathbf{D \text{ canastilla} = 8 \text{ pulg}}$$

**Distancia a considerar en canastilla:**

Sugerimos una longitud de canastilla superior a  $3D_a$  e inferior a  $6D_a$ :

$\mathbf{L_c = 3 * 4 = 12 \text{ pulg} = 30.48 \text{ cm}}$
---

$\mathbf{L_c = 6 * 4 = 24 \text{ pulg} = 60.96 \text{ cm}}$
---

En el presente trabajo asumimos para la canastilla una Longitud de:

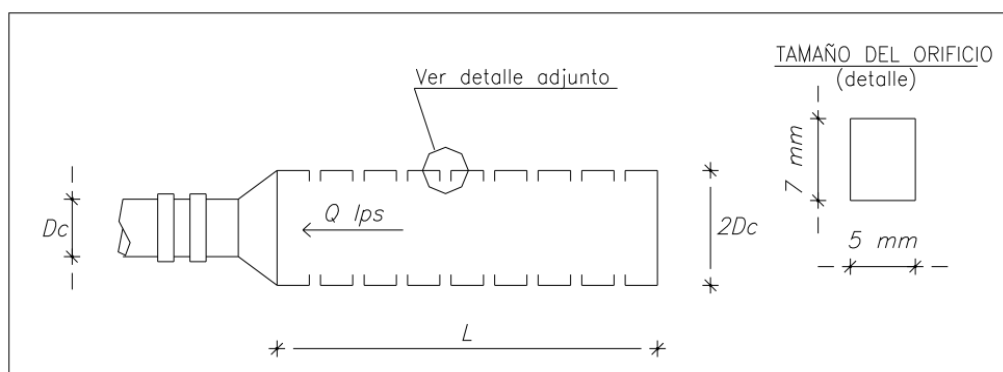
$\mathbf{L_c = 30.00 \text{ cm}}$
-----------------------------------

**Recomendamos las siguientes medidas en el diseño de las ranuras de la canastilla:**

**L** = Largo del orificio = 7 mm

**A** = Ancho del orificio = 5 mm

### Detalle del área del orificio



Asumiendo las medidas recomendadas obtenemos las siguientes áreas en el diseño de agujeros (orificios) para la canastilla:

Área agujeros en la canastilla = 7 mm \* 5 mm

**Ar = 35 mm<sup>2</sup>**, al convertir a metros tenemos lo siguiente:

$$Ar = 35\text{mm}^2 * 1\text{m}^2 / 1000000\text{mm}^2$$

$$Ar = 0.000035\text{m}^2$$

Para determinar el área total consideramos lo siguiente:

$$Ar = 2 * Ac$$

Donde:

A = Área del tubo de salida:

$$Ac = \frac{\pi * Da^2}{4} \Rightarrow Ac = \frac{3.1416 * 0.1016^2}{4} \Rightarrow Ac = 0.0081 \text{ m}^2$$

Por lo tanto:

$$At = 2 * 0.0081 \text{ m}^2 \Rightarrow At = 0.016\text{m}^2$$

Asumimos que, el tamaño total no debe ser más del 50% del área lateral de la granada (Ag):

$$Ag = 0.50 * Dg * L$$

Donde:

Consideramos como diámetro total de granada 4 pulg, es decir:

**Dg = 4 pulg = 10.16 cm**

La longitud de la canastilla asumida es:

**Lc = 30.00 cm**

$$\Delta, Ag = 0.50 * 10.16\text{cm} * 30\text{cm},$$

$$\Rightarrow A_g = 152.4 \text{ cm}^2, \quad \Rightarrow A_g = 1.524 \text{ m}^2$$

**Por lo tanto:**

**At < 50% Ag ----- > (Si cumple).**

Para la determinación del número de ranuras se consideró la siguiente expresión matemática:

$$N^{\circ} \text{ranuras} = \frac{\text{Area total de ranuras}}{\text{Area de ranura}}$$

$$\Rightarrow N^{\circ} \text{ranuras} = \frac{0.016 \text{ m}^2}{0.000035 \text{ m}^2} = 457.14$$

$\Rightarrow N^{\circ} \text{ranuras} = 458$
--

Para determinar el cálculo de Rebose usamos la siguiente expresión:

$$Dr = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

**Donde:**

Q.máx.-En la fuente: =====>**Q.máx.** = 6.9l/s

Carga perdida en unidades en m/m: =====>**hf**=0.015m/m, (valor recomendado).

Tubo de rebose de diámetro especificado: =====>**Dr**= 3.57pulg.

Consideramos un diámetro comercial:

$$Dr = 3 \text{ pulg}$$

**Tubería de Mantenimiento:**

Tomar en cuenta pendientes del 1 al 1,5% en el diseño de las tuberías de desagüe y limpieza, así como el caudal máximo, cuyo diámetro se calculará a través de la ecuación de Hazen y Williams.

$$DL = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{S^{0.21}}$$

**Q.máx. en la fuente:** =====□**Q.máx.** =6.9l/s

El valor sugerido respecto a la pérdida de carga unitaria expresada en m/m debe considerarse el siguiente:

**Pérdida de carga unitaria:** =====□**hf**= 0.015m/m

**Diámetro de la tubería de limpieza:**

$$DL = \frac{0.71 * 6.9^{0.38}}{0.015^{0.21}}$$

$$\Rightarrow DL = 3.57 \text{ pulg}$$

Asumimos una tubería de limpieza de diámetro:

$$DL = 3 \text{ pulg}$$

### Cálculo estructural de la captación:

Datos que consideraremos en el cálculo de la estructura de la captación:

**Ht= 1.55m** Altura de caja de la cámara húmeda.

**Hs = 0.50 m** Alto sobre el suelo.

**B= 2.30m** Longitud de pantalla.

**Em= 0.15m** Grosor de pared.

**Vs= 1420 kg/m<sup>3</sup>** Carga exacta del suelo.

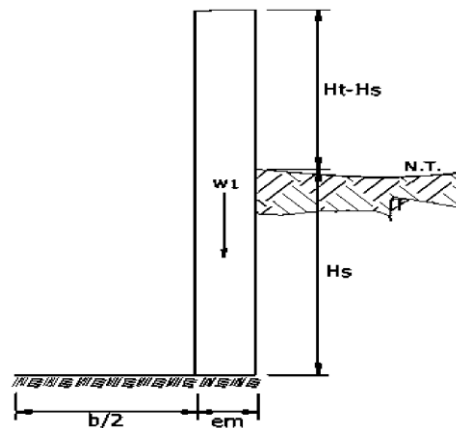
**Ø=17.80°** Ángulo fricción interna del terreno.

**M= 0.45** coeficiente de fricción.

**γc= 2400kg/m<sup>3</sup>** Concreto con un peso específico.

**St= 1.21kg/cm<sup>2</sup>** Resistencia del suelo.

### Muro de cámara húmeda



### Presión del suelo sobre el muro (P):

Coefficiente de empuje:

$$Cah = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \Rightarrow Cah = \frac{1 - \sin 17.8^\circ}{1 + \sin 17.8^\circ} \Rightarrow Cah = 0.53$$

$$P = \frac{Cah * \gamma_s * (H_s)^2}{2} \Rightarrow P = \frac{0.53 * 1420 * (0.50)^2}{2} \Rightarrow P = 94.01$$

**Donde:**

$$Y = \frac{Hs}{3} \Rightarrow Y = \frac{0.50}{3} \Rightarrow Y = 0.17m$$

**Momento de vuelco (Mo):**

$$Mo = P * Y \Rightarrow Mo = 94.01 * 0.17$$

$$\Rightarrow Mo = 15.98Kg*m$$

Momento estabilizador (Mr) y peso (W):

$$Mr = W * X$$

**Donde:**

**W**= Peso estructural propio.

**X**= Longitud al centro de gravedad.

$$W_1 = em * Ht * \gamma_c$$

$$W_1 = em * Ht * \gamma_c \Rightarrow W_1 = 0.15 * 1.55 * 2400 \Rightarrow W_1 = 558 kg$$

$$X_1 = \left(\frac{b}{2} + \frac{em}{2}\right) \Rightarrow X_1 = \left(\frac{2.30}{2} + \frac{0.15}{2}\right) \Rightarrow X_1 = 1.225 = 1.23m$$

$$M_{r1} = W_1 * X_1 \Rightarrow M_{r1} = 558 * 1.23 \Rightarrow M_{r1} = 686.34kg * m$$

$\Delta$  asumiremos  $M_r = 686.00kg * m$

**Verificamos si el Mr pasa por el 1/3 central:**

$$Mr = Mr1$$

$$a = \frac{Mr + Mo}{W}$$

Reemplazando en la expresión tenemos que:

$$a = \frac{686+15.98}{558} \Rightarrow a = 1.26 m$$

**Chequeo por volteo:**

Siempre deberá ser mayor que el factor de seguridad sugerido 1.6, para ello haremos uso de la siguiente expresión:

$$C_{dv} = \frac{Mr}{Mo} \Rightarrow C_{dv} = \frac{686}{15.98} \Rightarrow C_{dv} = 42.93 > 1.6 \text{ .....(Cumple)}$$

**Revisión por desplazamiento:**

$$F = m * W$$

$$F = 0.40 * 558 \dots \dots \dots F = 223.20$$

$$C_{dd} = \frac{F}{P} \Rightarrow C_{dd} = \frac{223.20}{94.01} \Rightarrow C_{dd} = 2.37 > 1.6 \dots \dots \dots (\text{cumple})$$

**Revisión para la carga máxima unitaria:**

$$L = \frac{b}{2} + em \Rightarrow L = \frac{2.30}{2} + 0.15 \Rightarrow L = 1.30m$$

$$P_1 = (4L - 6a) \times \frac{W}{L^2}$$

$$\Rightarrow P_1 = (4 \times 1.30 - 6 \times 1.26) \times \frac{588}{1.30^2}$$

$$\Rightarrow P_1 = -779.22/10000 \text{ Kg/Cm}^2 \Rightarrow P_1 = -0.078 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$P_1 = (6a - 2L) \times \frac{W}{L^2}$$

$$\Rightarrow P_1 = (6 \times 1.26 - 2 \times 1.30) \times \frac{558}{1.30^2}$$

$$\Rightarrow P_1 = 1637.68/10000 \text{ Kg/Cm}^2 \Rightarrow P_1 = 0.16 \text{ Kg/Cm}^2$$

De los valores  $P_1$ , el mayor debe ser igual o menor al valor obtenido en la capacidad portante del suelo:

$$P_1 \leq \sigma_t$$

$$\Rightarrow 0.16 \text{ Kg/cm}^2 < 1.21 \text{ Kg/cm}^2 \dots \dots \dots (\text{ok})$$

**Diseño con refuerzo:**

Para esta actividad consideraremos los siguientes datos:

$$em = 0.15m.$$

$$el = 0.05m.$$

$$f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$b = 230 \text{ cm.}$$

**Distribución estructural en la pared:**

$$A_{s_{min}} = 0.7 \times f'_c^{0.5} \times b \times \left(\frac{em}{f_y}\right)$$

$$\Rightarrow A_{s_{min}} = 0.7 \times 210^{0.5} \times 230 \times \left(\frac{0.15}{4200}\right)$$

$$\Rightarrow A_{s_{min}} = 8.33 \text{ cm}^2$$

A continuación, se muestra la distribución final del acero:

### Estructura horizontal y vertical:

$$f = \left(\frac{3}{8}\right), \text{ diámetro asumido para el diseño.}$$

$$A_{s_f} = 0.71 \text{ cm}^2$$

### Espaciamiento:

$$esp = \left(\frac{A_{s_{var}} * 100}{A_{s_{min}}}\right) \Rightarrow esp = \left(\frac{0.71 * 100}{8.33}\right) \Rightarrow \text{espaciamiento} = 8.52 \text{ cm}$$

Por eso, en ambas direcciones de la estructura se recomienda utilizar acero de 3/8 a intervalos de 10 cm.

### Distribución de la estructura en losa:

La cantidad mínima de acero fue determinada mediante la siguiente expresión:

$$A_{s_{min}} = 0.0018 \times b \times l \Rightarrow A_{s_{min}} = 0.0018 \times 230 \times 5 \Rightarrow A_{s_{min}} = 2.07 \text{ cm}^2$$

A continuación, mostramos la distribución final del acero:

### Estructura bidireccional:

$$f = \left(\frac{3}{8}\right), \text{ Diámetro asumido para el diseño.}$$

$$A_{s_f} = 0.71 \text{ cm}^2$$

### Espaciamiento:

$$esp = \left(\frac{A_{s_{var}} * 100}{A_{s_{min}}}\right) \Rightarrow esp = \left(\frac{0.71 * 100}{2.07}\right) \Rightarrow \text{espaciamiento} = 34.29 \text{ cm}$$

Por lo tanto, recomendamos utilizar acero de 3/8 cada 20 cm, en ambos sentidos de la estructura.

Se asume que: **As Ø3/8, @20.00**

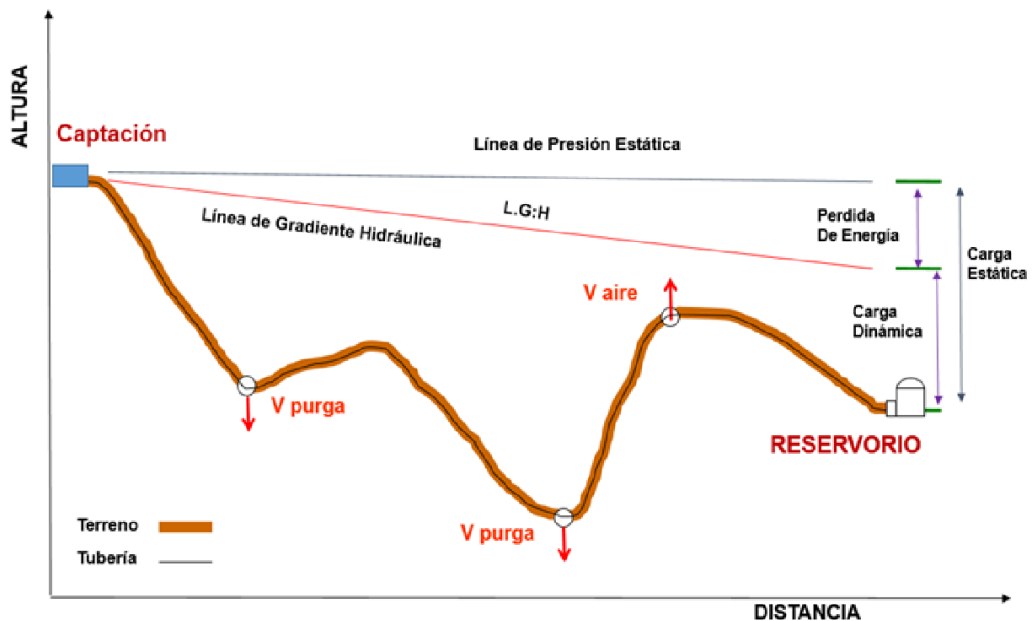
### Diseñamos la línea de conducción:

#### Criterios de diseño:

#### Carga Disponible:

Ubicada entre las elevaciones de la fuente y el almacenamiento.

## Línea conductora



**Gasto de diseño:** Consideramos el gasto intermedio por día ( $Q_m$ ). El caudal máximo por día es considerado como caudal de diseño, siendo este caudal medio para la población para determinado tiempo, este se multiplicará por el factor  $K_1$ , cuyo valor es de 1.3, (Agüero, Roger, 1997, p. 53).

**Diámetros:** Para determinar el diámetro consideramos el desnivel máximo que existe en el tramo de la tubería cuyo diámetro permitirá el cumplimiento de velocidades según el diseño tenemos de 0.60 y 3 m/s. según, (Agüero, Roger.1997, p.55).

### Elementos complementarios:

#### ✓ Válvula de purga:

Se considera este tipo de válvulas debido al posible acumulamiento de sedimentos puesto que comúnmente son los puntos más bajos en la línea conductora considerando que la topografía del terreno es accidentada y el fin de esta válvula es realizar una limpieza periódica de la tubería, (Agüero, Roger. 1997, p.55).

#### ✓ Válvula rompe presión:

La construcción de cámaras rompe presiones es necesaria para dispersar la presión del agua ya que la topografía accidentada provoca desniveles entre fuente y determinados puntos a lo largo de



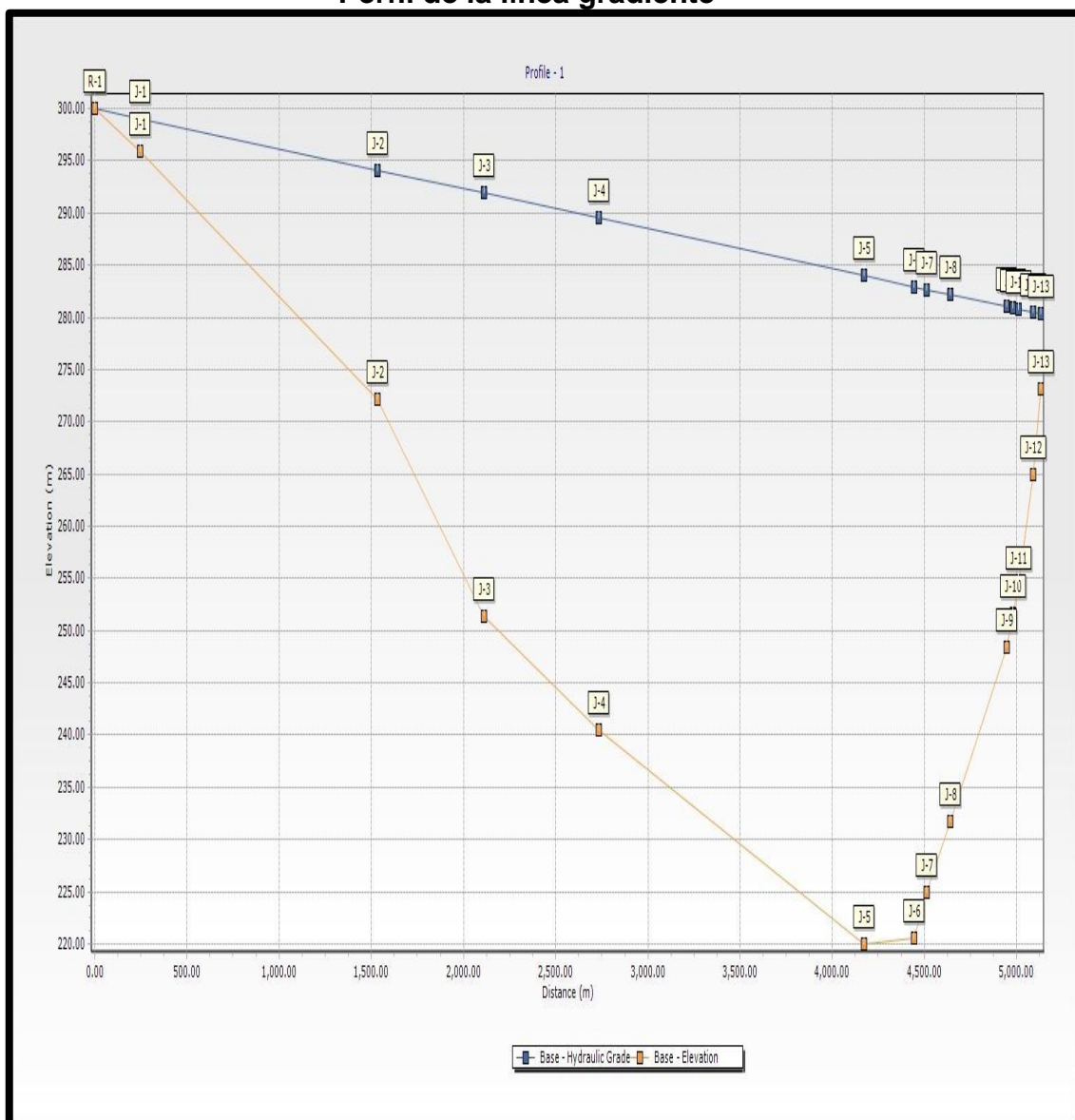
la línea conductora generando presiones superiores a las máximas que pueden impactar en la tubería (Agüero, Roger.1997, p.55).

✓ **Válvulas de aire:**

Aconsejamos identificar los puntos altos y colocar válvulas de aire allí ya que una acumulación de aire en secciones con puntos altos puede aumentar la pérdida de presión y, como resultado, reducir el suministro de agua (Agüero, Roger 1997, p.55).

**Trazado de la línea conductora:**

**Perfil de la línea gradiente**



**Trazado de línea conductora.**

<b>LÍNEA DE CONDUCCION</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
(Qmd) caudal de diseño	5.12	lts/s
(L) longitud de conducción	5131	m.
Cota de captación	300.00	m.
Cota de caseta	272.54	m.
Material (C)	150	-
Carga disponible	27.46	m.
Pérdida de carga unitaria (hf )	0.0054	%
Diámetro (tentativo)	0.0952	m.
	3.75	Pulg.
Diámetro (elegido)	4.00	Pulg.
	<u>0.102</u>	m.
Área de diámetro (elegido)	0.00817	m <sup>2</sup>

**Verificación del tramo total**

<b>VERIFICACIÓN A LO LARGO DEL TRAMO</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
	0.0039	
Pérdida (hF) de carga unitaria	1	m /m
Perdida de carga (HF) todo el tramo	20.06	m.
Cota piezométrica del reservorio	272.30	m.
Presión final del tramo	217.00	m.
Velocidad en tubería	0.63	m/s

Verificación en el tramo de la línea conductora a fin de determinar en caso que las presiones excedan el máximo permitido de 50 m.c.a.

### Presiones en puntos de la línea de agua potable.

TRAMO	PROGRESIVA		LONGITUD	COTAS		ALTURA (m)	Perdida hf (m)	Perdida carga tramo HF	Cota piez. (metros)	PRESION (metros)	Obs.	VELOCIDAD (m/seg)
	inicial	final		inicial	final							
1 Cap.	0+000.00	0+244.95	244.95	300	295.9	4.1	0.00391	0.96	299.04	3.14	UF CL. 7.5	0.63
2	0+244.95	1+534.11	1289.16	295.9	272.2	23.7	0.00391	5.04	290.86	21.80	UF CL. 7.5	0.63
3	1+534.11	2+111.77	577.66	272.2	251.41	20.79	0.00391	2.26	269.94	40.33	UF CL. 7.5	0.63
4	2+111.77	2+733.15	621.38	251.41	240.47	10.94	0.00391	2.43	248.98	48.84	UF CL. 7.5	0.63
5	2+733.15	4+173.72	1440.57	240.47	220	20.47	0.00391	5.63	234.84	63.68	UF CL. 7.5	0.63
6	4+173.72	4+443.25	269.53	220	220.5	0.5	0.00391	1.05	218.95	62.13	UF CL. 10	0.63
7	4+443.25	4+513.88	70.63	220.5	225	4.5	0.00391	0.28	220.22	57.35	UF CL. 10	0.63
8	4+513.88	4+641.59	127.71	225	231.7	6.7	0.00391	0.50	224.50	50.15	UF CL. 10	0.63
9	4+641.59	4+946.85	305.26	231.7	248.48	16.78	0.00391	1.19	230.51	32.18	UF CL. 7.5	0.63
10	4+946.85	4+981.26	34.41	248.48	251.63	3.15	0.00391	0.13	248.35	28.90	UF CL. 7.5	0.63
11	4+981.26	5+010.81	29.55	251.63	254.52	2.89	0.00391	0.12	251.51	25.89	UF CL. 7.5	0.63
12	5+010.81	5+090.94	80.13	254.52	265	10.48	0.00391	0.31	254.21	15.10	UF CL. 7.5	0.63
13 Reserv.	5+090.94	5+131.33	40.39	265	273.2	8.2	0.00391	0.16	264.84	6.74	UF CL. 7.5	0.63

Consideramos tubería con diámetro de 4 **pulgadas** en la línea de conducción y nos da una velocidad **0.63 m/s** la cual es admisible para nuestra tubería clase 7.5 que utilizaremos entre los tramos del 1 al 5 y del 8 al 13 y se consideró tubería de 4" de clase 10 para los siguientes tramos: 5 – 6, 6 – 7 y 7 – 8, lo cual se encuentra dentro de los parámetros permitidos y admisibles

## Cálculo del volumen del reservorio

Tabla 15.- Dimensiones del reservorio

Caudal promedio día:	Qpd= 3.94 l/s	340.06 m3/día
Caudal máx. día:	Qmd= 5.12l/s	442.07 m3/día
Caudal máx. hora:	Qmh= 7.88l/s	680.11 m3/día

### Volumen de Almacenamiento:

$$Valm = Vreg + Vi + Vres$$

#### - Volumen de regulación:

El R.N.E. señala que el volumen de regulación esta dado por:

$$Vreg = 0.25 * Q$$

#### Donde:

Vreg = Volumen de regulación para zona rural

Q = Caudal promedio Diario Anual.

$$Vreg = 85.01 \text{ m}^3$$

#### - Volumen de incendio:

Según RNE, en proyectos urbanísticos con población inferior a 10.000 personas, la exigencia de volumen contra incendios no es obligatoria, en consecuencia, para el presente proyecto se despreció dicho volumen.

$$Vi = 00 \text{ m}^3$$

#### - Volumen de reserva:

$$Vres = Qp \times t \text{ ----- } > 3 \text{ horas} < t < 4 \text{ horas}$$

$$Vres = 15.76 \text{ m}^3$$

$$Vres = 1/3 \times Vreg$$

$$Vres = 28.34 \text{ m}^3$$

#### - Volumen de Almacenamiento:

$$Valm = 129.11 \text{ m}^3$$

#### - Dimensiones del reservorio con cúpula:

$$\text{Radio: ----- } > 4.5 \text{ m}$$

$$H \text{ de agua} = 2.4 \text{ m}$$

$$H \text{ reserv} = 2.7 \text{ m}$$

$$A_r = 63.62 \text{ m}^2$$

$$V_r = \text{-----} > (4.5 \times 2.7) + 129.11 = 152.06$$

$$\text{Redondeando tenemos que: } V_r = 150.00 \text{ m}^3$$

### Diseño estructural del reservorio:

Para el diseño usamos los datos descritos a continuación:

- $f'_c = 245 \text{ kg/cm}^2$
- $f'_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$
- $q_{adm} = 1.21 \text{ kg/cm}^2 = 12.10 \text{ Tn/m}^2$

### Predimensionamiento:

$$V: \text{Vol. del reservorio} = 150.00 \text{ m}^3$$

$$h: \text{Altura de agua} = 2.40 \text{ m}$$

$$a: \text{Altura libre.} = 0.30 \text{ m.}$$

$$h_s: \text{altura de salida del agua} = 0.15 \text{ m.}$$

$$H: \text{Altura del muro } (h + a + h_s) = 2.70 \text{ m.}$$

$$H_t: H + E_{losa} = 2.95 \text{ m.}$$

$d_i$ : Diámetro interno.

$d_e$ : Diámetro externo.

$e_p$ : Grosor de pared.

$f$ : Flecha de la tapa.

$e_t$ : Espesor de techo de losa.

#### Cálculo de $d_i$ :

$$V = \frac{\pi \cdot d_i^2 \cdot h}{4} \quad \begin{array}{l} d_i = 8.92 \text{ m.} \\ d_i = 9.00 \text{ m.} \end{array}$$

**Cálculo de  $f$ :** consideramos  $f = 1/6 \times d_i = 1.50 \text{ m.}$

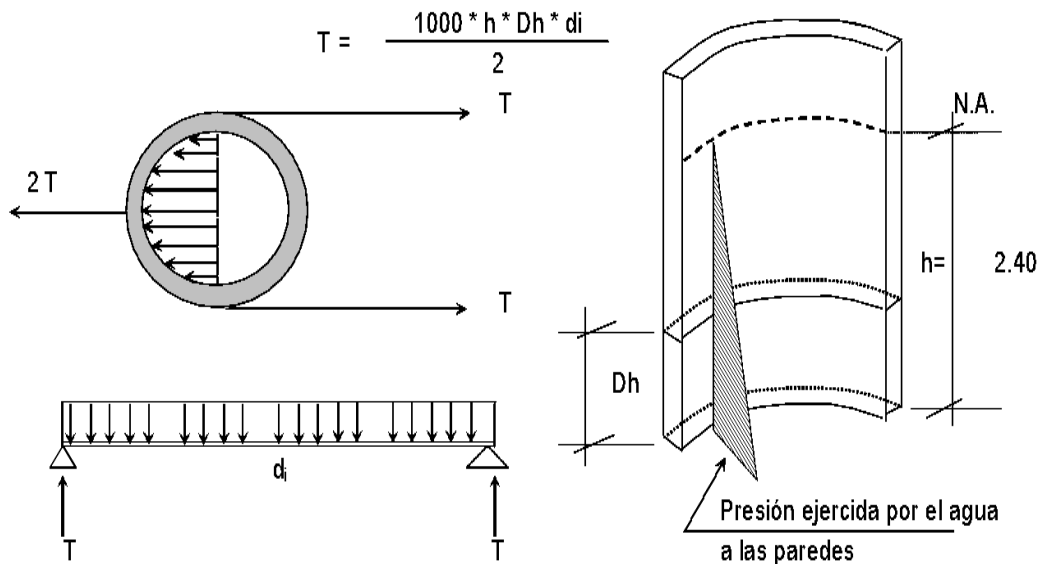
#### Cálculo de $e_p$ :

- Para Company:  $e_p \geq (7 + 2h/100) \text{ cm.}$
- $h = \text{Altura del agua en m.} = 2.40$
- Reemplazando tenemos  $e_p \geq 11.80 \text{ c.m.}$
- De acuerdo a norma:  $e_p \geq (h/12)$
- Al reemplazar tenemos  $e_p \geq 20.00 \text{ c.m.}$

Los esfuerzos de tracción surgen en las paredes considerando juntas libres de movimientos entre el fondo y pared.

Este gráfico ayuda a evidenciar que la tracción de la pared respecto a un anillo de altura elemental "h" en profundidad y la presión sobre una pared "h" metros debajo del espejo de  $\rho_{\text{agua}} * h$  (Kg/cm<sup>2</sup>) son ambas como sigue:

**Espesor de la pared**



Analizamos para un **Dh =1.00 m**

Al reemplazar la fórmula tenemos: -----> **T=10,800Kg.**

Cuando el agua llene, la tracción será máxima: ---> **H=2.40m.**

Al reemplazar en la fórmula, tenemos: -----> **Tmáx=25,920Kg**

El rango permitido respecto a la resistencia del concreto es del 10% al 15% de resistencia a la compresión, es del modo siguiente:

$T_c = f_c * 10\% * 1.00m * e_p$ , igualando a "T".

$$25,920 = 245.00 * 10.00\% * 100.00 * e_p$$

Al despejar tenemos: ----->  **$e_p \geq 10.58cm$**

Considerar que el valor del espesor de la pared debe cumplir los criterios siguientes:

$$e_p \geq 15.00c.m.$$

En tal sentido, consideramos:  **$e_p = 30.00 c.m.$**

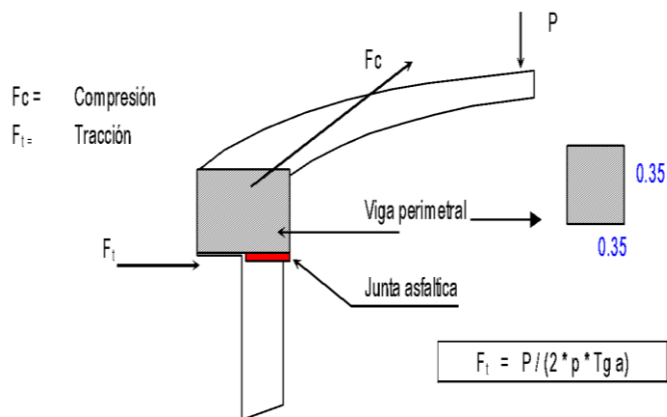
**Cálculo del  $d_e$ :** ----->  **$d_e = d_i + 2 * e_p = 9.60c.m.$**

**Cálculo espesor del techo de losa  $e_t$ :**

Con la ayuda de una junta asfáltica, el techo se apoyará sobre las paredes y será en forma de bóveda, evitando que los empotramientos provoquen fracturas por flexión en los muros.

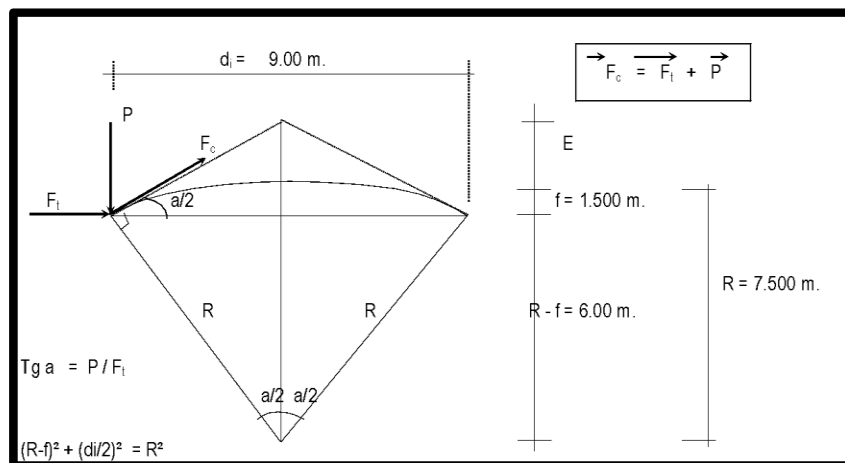
La viga perimetral, por su parte, funcionará como zuncho y su función será resistir los empujes que provoca la cubierta. La fuerza horizontal general de la cúpula de la revolución es:

### Espesor de losa de techo



Calculamos dos valores respecto al espesor, considerando esfuerzos a compresión y cortante del concreto. Primero calculamos esfuerzos a tracción y compresión generados por peso y forma de la cúpula ( $F_c$  y  $F_t$ ).

### Esfuerzos a tracción y compresión



Al reemplazar obtenemos valor de R: ----->  $R = 7.50 \text{ m}$

$Tg^* a/2 = [d_i] / (R-f) = 0.7500 \implies a = 73.140^\circ \implies a/2 = 36.87^\circ$

De la figura:

$$F_c = P / \text{Seno } a$$

### Metrado de cargas

P. propio	=168Kg /m <sup>2</sup>
S/C.	=150 Kg/m <sup>2</sup>
Acabados	=100 Kg/m <sup>2</sup>
Otros	=50 Kg/m <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>=468Kg /m<sup>2</sup></b>

**Área de cúpula** =  $2 \times \pi \times r \times f$  □ **A<sub>c</sub> = 42.41 m<sup>2</sup>** (Casquete esférico)

**Peso:** **P = 468Kg/m<sup>2</sup> × 42.41m<sup>2</sup>**

**P = 19,8480.58kg**

Al reemplazar datos obtenemos:

<b>F<sub>t</sub> = 4,212.00Kg.</b>
<b>F<sub>c</sub> = 33,080.97Kg.</b>

Distancia de la circunferencia, (línea de arranque) = **L<sub>c</sub>**:

$$L_c = \pi \times d_i = 9.00 \times \pi = 28.27m.$$

**En la circunferencia hay una presión por ml:**

$$P / ml = F_c / L_c = 33,080.97 / 28.27$$

$$P / ml = 1,170.179Kg/ml$$

$$F_c / L_c = 33080.9$$

$$P / ml = = 7 / 28.27 = 1,170.00 \quad Kg/ml$$

**Resistencia a la compresión del concreto P<sub>c</sub>:**

Usamos el factor de seguridad: **P<sub>c</sub> = 0.45 × f'c × b × e<sub>t</sub>**

Para un ancho de b = 100.00cm.

**e<sub>t</sub> = espesor-techo.**

Igualando la ecuación a la presión por ML: **P/ ml.**

$$0.45 \times 245 \times e_t = 1,170.179$$

**1º Espesor:** **e<sub>t</sub> = 0.11cm.**



En nuestra opinión, este espesor es insuficiente para la estructura, y mucho más para soportar los pesos especificados anteriormente.

**Cortante por ml en el zuncho (Viga perimetral):**

$$V/ml: P/Lc= 19,848.58 / 28.27= 702.00\text{Kg/ml}$$

**Esfuerzo admisible cuando el concreto lo corta:**

$$V_u=0.5 \times (f'c)^{1/2} \times b \times e_t$$

Ancho of **b= 100.00 cm.**

Igualando la ecuación con el valor del cortante por ml se tiene:

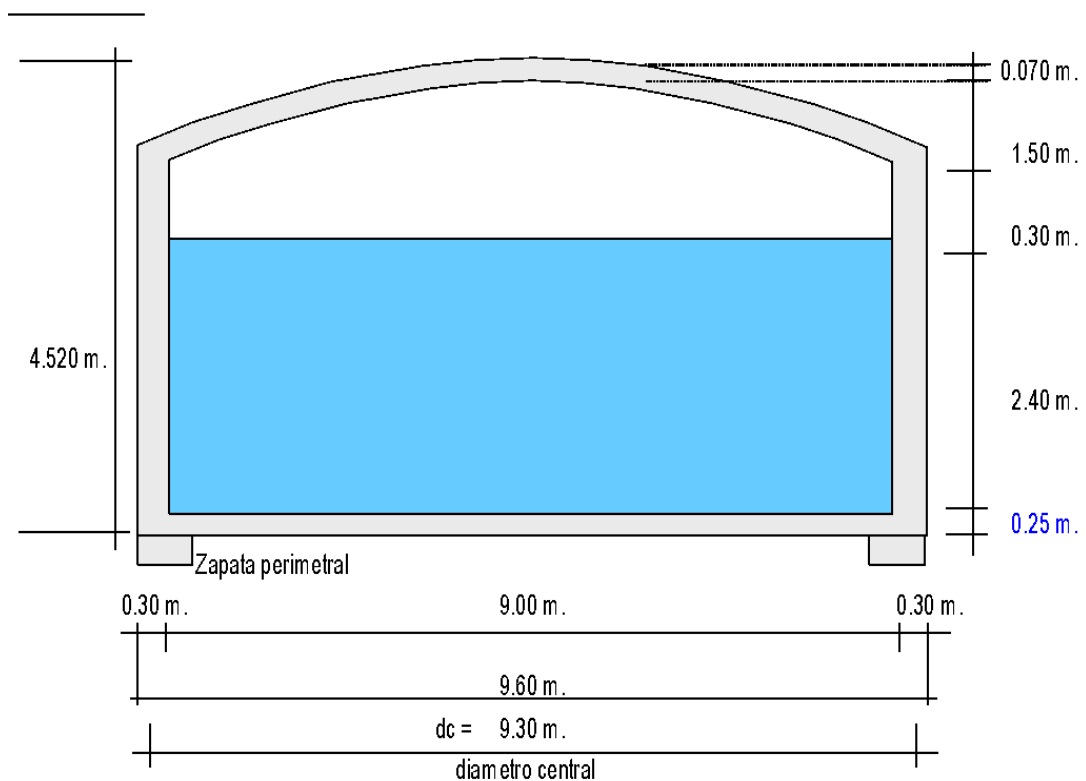
**V/ml**

**2ª espesor:**  $e_t = 0.878 \approx 0.90\text{cm.}$

Creemos que el espesor es insuficiente; el RNE recomienda un espesor mín. de losa de 5cm, para esta situación utilizamos un espesor de losa como se detalla a continuación:

$$e_t = 7.00\text{cm.}$$

**Valor de predimensionamiento.**



Carga específica del hormigón:  $\gamma_c=2.40\text{Tn/m}^3.$

Carga específica de agua:  $\gamma_c=100\text{Tn/m}^3$

**Zapata limítrofe (perimetral):**

**B =0,75m.**

**h =0,40m**

### Metrado del embalse (reservorio)

Techo-reservorio	$e =7.00\text{cm}$	$(\pi *d_i *f) *e *\gamma_c = 7.60\text{Tn}$
Perimetral-viga		$\Pi *d_c *b *d *\gamma_c = 8.59\text{Tn}$
Muros-laterales		$\Pi *d_c *e *h *\gamma_c = 56.80\text{Tn}$
Carga de zapata extendida		$\Pi *d_c *b *h *\gamma_c = 21.04\text{Tn}$
Carga de losa inferior		$\Pi *d_i^2 *e *\gamma_c/4 =38.17\text{Tn}$
Carga de agua		$\Pi *d_i^2 *h *\gamma_a/4 =152.68\text{Tn}$
<b>Carga total considerada:</b>		<b>284.88Tn</b>

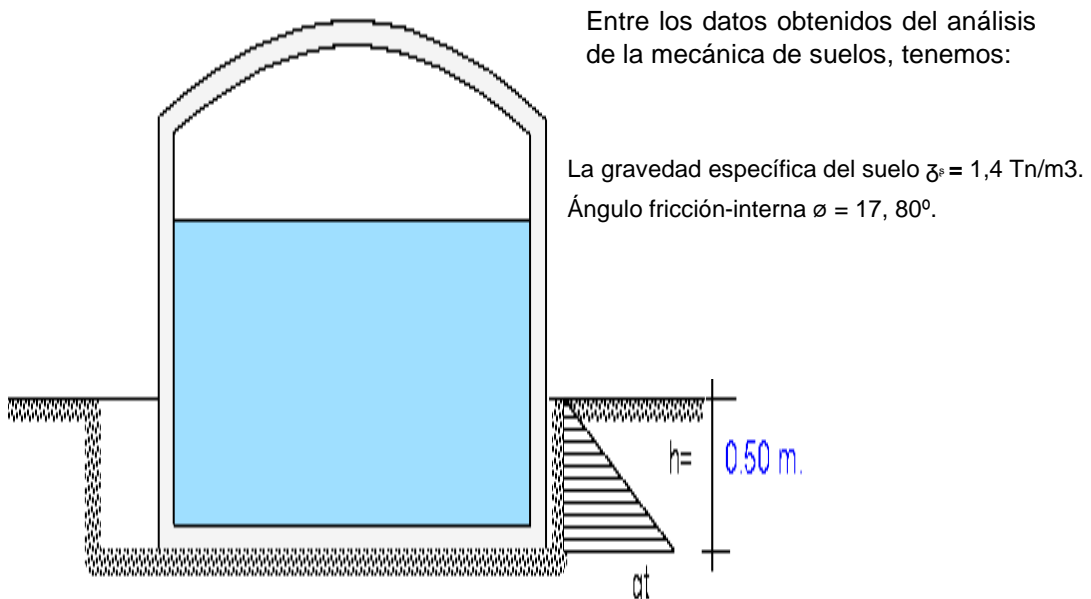
Para diseños y cálculos, realizamos las consideraciones siguientes:

#### b) Diseño reservorio-vacío:

Momento flector:  $M=M_0 \times M_1 \times X_1 =qt \times r^2/2 \times (1-\cos\theta) -qt \times r^2/6$

Calculamos el qt:

### Embalse del reservorio



Teniendo en cuenta la presión del suelo que actúa sobre los muros del reservorio a 0,50m de altura, podemos concluir que dicha estructura está a esa profundidad.

**El coeficiente de empuje, según mecánica de suelos es:**

$$K_a = \tan^2(45^\circ + \phi/2):$$

Para cargas uniformes considerar:  $W_s/c = \Rightarrow P_s/c = K_a \times W_s / c,$

Siendo:  $W_s / c = q_t$

$$P_s / c = \text{Presión de sobrecarga} = \delta s \times h = K_a \times q_t \Rightarrow q_t = \delta s \times h / K_a$$

**Al reemplazar tenemos:**

$$K_a = 1.881$$

$$\text{Así que: } \Rightarrow q_t = 1.34 \text{ Tn/m}^2$$

$$\text{Aplicando el factor carga útil: } \Rightarrow q_t \times u = 1.55 \times q_t = 2.07 \text{ Tn/m}^2$$

**Momentos de flexión para los cálculos:**

**Información necesaria:**

$$r = \text{radio} = 4.80 \text{ m}$$

$$q_{tu} = 2.07 \text{ Tn/m}^2$$

$$L. \text{ anillo} = 30.16 \text{ m}; \text{ Para } 0 \leq \theta \leq \pi / 3$$

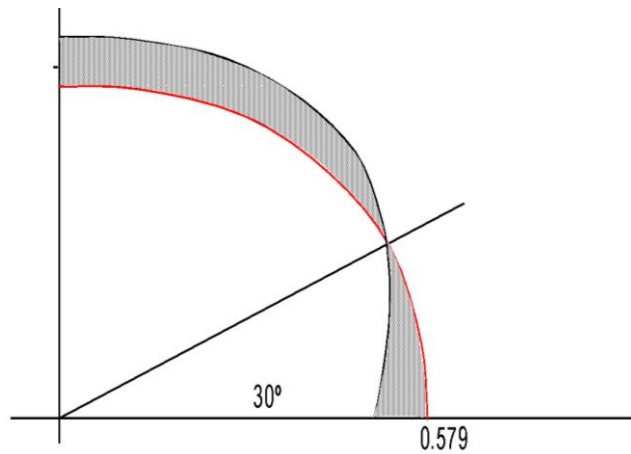
$$M_u = q_t \times r^2 / 2 (1 - \cos \theta) - q_t \times r^2 / 6; \text{ Para } 0 \leq \theta \leq \pi / 3$$

$$M_u = q_t \times r^2 / 2 \times (1 - \sin \theta) - q_t \times r^2 (1 - \cos x (30 - \theta))$$

### **Momentos flectores.**

$\theta$	$M_u(\text{T-m/anillo})$	$M_u(\text{T-m/m-anillo})$	$\theta$	$M_u(\text{T-m/anillo})$	$M_u(\text{T-m/m-anillo})$
0.00°	-7.947	-0.264	0.00°	17.453	0.579
10.00°	-7.585	-0.251	5.00°	17.296	0.573
20.00°	-6.509	-0.216	10.00°	16.826	0.558
30.00°	-4.753	-0.158	15.00°	16.046	0.532
40.00°	-2.369	-0.079	20.00°	14.963	0.496
48.15°	-0.012	0.000	25.00°	13.584	0.450
60.00°	3.974	0.132	30.00°	11.921	0.395

### Diagramas de momentos



**Tabla 19.- Fuerzas cortantes.**

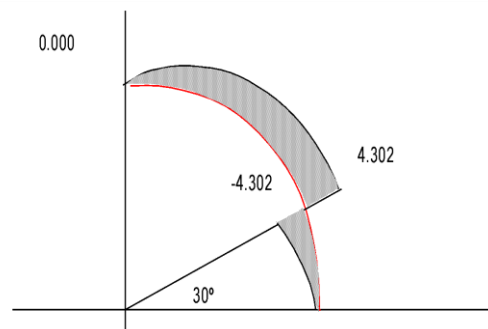
Cuando  $0 \leq \theta \leq \pi/3$   
 $Q = (1/r) * dM/d\theta = qtu \cdot r \cdot \text{sen}\theta / 2$

Cuando  $0 \leq \theta \leq \pi/6$   
 $Mu = qtu \cdot r [-\cos\theta/2 + \text{sen}(30 - \theta)]$

$\theta$	Mu ( T-m / anillo)
0.00°	0.000
10.00°	0.863
20.00°	1.699
30.00°	2.483
40.00°	3.193
50.00°	3.805
60.00°	4.302

$\theta$	Mu ( T-m / anillo)
0.00°	0.000
5.00°	-0.750
10.00°	-1.494
15.00°	-2.227
20.00°	-2.942
25.00°	-3.636
30.00°	-4.302

### Diagrama de cortantes.



Determinación del acero a usar para la construcción de muros del reservorio según esfuerzos determinados:

#### Acero Horizontal:

$$ep = 30\text{cm} \quad \text{recubrim} = 4.0\text{cm} \quad f'c = 245 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \quad \beta = 0.85$$

$$p_{min} = 0.0020 \quad f_y = 4200 \frac{Kg}{cm^2} \quad \phi = 0.85$$

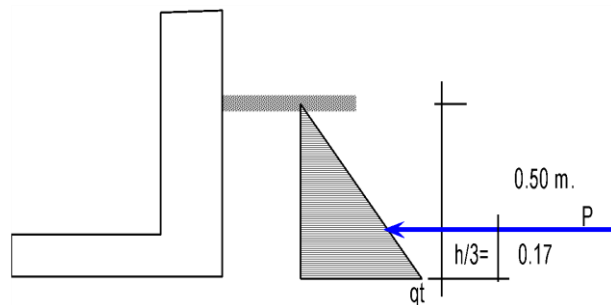
### Determinación de acero.

M(Tn-m)	b( cm)	d( cm)	a( cm)	As(cm2)	As min	As diseño	ϕ	Total	Disposición
0.58	100.00	26.00	0.119	0.59	5.20	5.20	1/2"	5.63	Ø1/2@0.23

#### Acero Vertical:

Momento de volteo (Mv) ayuda a determinar el acero vertical.

#### Momento de volteo



$P = q_t u \times h/2$	$P = 0.517 \text{ Tn}$
$M_v = P \times h/3$	$P = 0.086 \text{ Tn - m}$
$M_{vu} = 1.6 \times M_v$	$P = 0.138 \text{ Tn -m}$

M(Tn-m)	b(cm)	d(cm)	a(cm)	As(cm2)	As min	P=As/bd	ϕ	Total	Disposición
0.14	100.00	26.00	0.028	0.14	5.20	0.0020	1/2"	5.63	Ø1/2@0.23

**Diseño-reservorio (Lleno):** teniendo en cuenta que la unión entre el fondo y pared rígidos (empotrados).

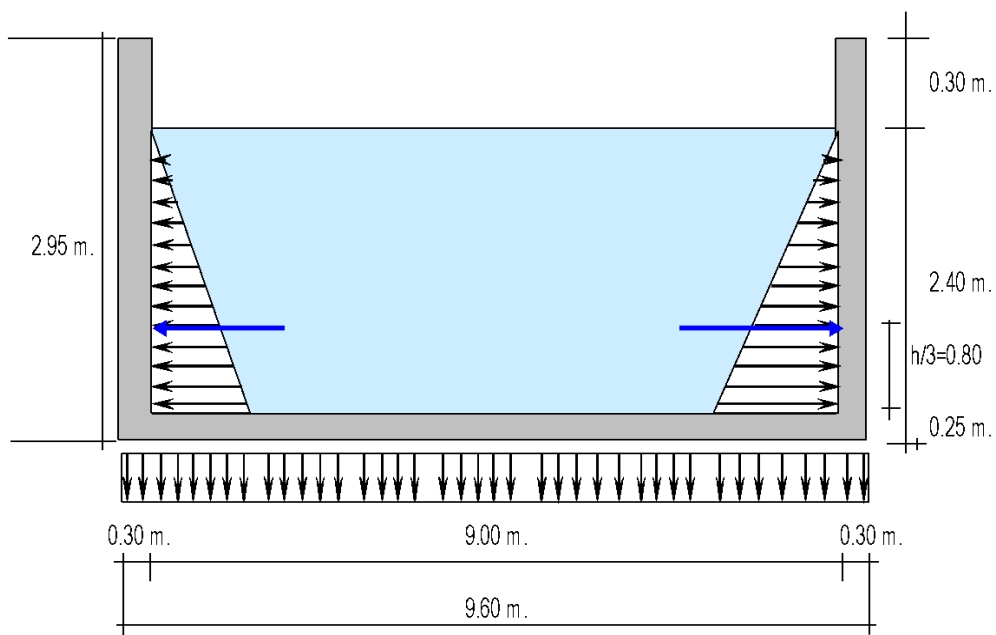
Considerando muros y fondo empotrados se originan momentos flectores en ambos elementos por lo que deberían compartir una armadura para evitar posibles agrietamientos. Por tanto, consideramos necesario dejar sin efecto la presión del suelo (en caso de ser semi enterrado) y para aumentar la seguridad en el diseño estructural, supondremos que el reservorio está lleno

y consideraremos 2 estructuras resistentes a fuerza del agua en los muros y fondo de la losa.

Consideraremos lo siguiente:

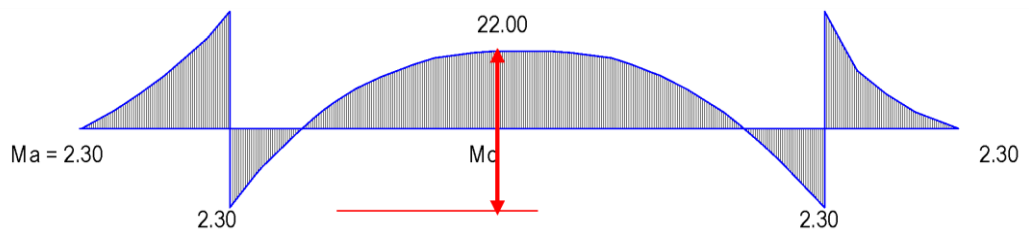
- Elementos estructurales (anillos) resistentes a la tracción.
- Marcos invertidos en "U", son tiras verticales expuestas a esfuerzos flexibles y a tracción al fondo de la pieza; como resultado, la distribución de la presión se da entre los anillos (guías) y marcos (generatrices).

### Reservorio lleno



El siguiente diagrama de momentos que se muestra a continuación es el obtenido después de examinar una tira de marcos en "U" que tiene un metro de ancho:

### Diagrama - momentos



**Calculando:**

$$P = (\delta a \times H^2 / 2) \times 1.00m$$

$$= 2.88Ton.$$

$$Ma = PH / 3$$

$$= 2.30Ton-m$$

$$Mu = Ma \times 1.55$$

$$= 3.57Ton-m$$

Al calcular en la base de losa el momento, despreciamos la capacidad portante del suelo.

**Presión:**  $W = \delta a \times H \implies W = 2.40Tn/m =$  Carga Rápida

**Mo** =  $W \times D^2 / 8$  ===== > **Mo** = 24.30Tn/m

**Tracción:**  $T = W \times D / 2$  =====> **T** = 10.80Tn

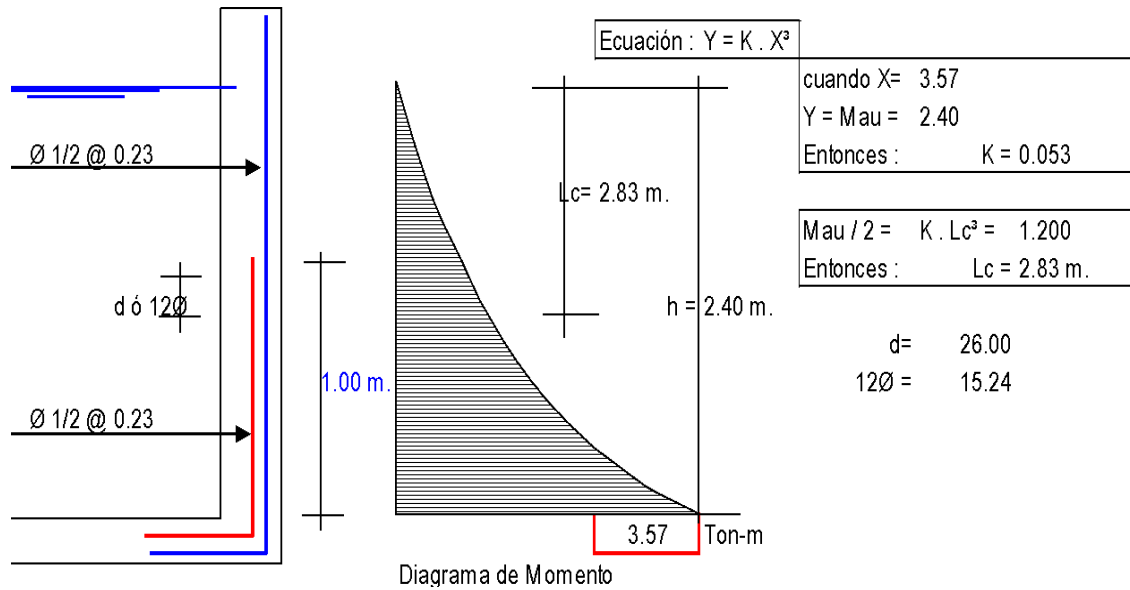
Determinación del acero para los muros del embalse según esfuerzos determinados.

**Acero Vertical:**

**Mau** = 3.57Tn-m

M (Tn-m)	b(cm)	d(cm)	a(cm)	As(cm <sup>2</sup> )	As min	P= As/bd	ø	Total	Disposición
3.57	100.00	26.00	0.74	3.69	5.20	0.0020	1/2"	5.63	Ø1/2 @ 0.23

**Diagrama de momentos y cortantes.**



Asumiendo una cortante del concreto en una franja de 1m de ancho:

$$V_c = \phi * 0.5 \sqrt{210} * b * d, \text{ siendo } b = 100 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.85 \quad d = 0.26 \text{ cm}$$

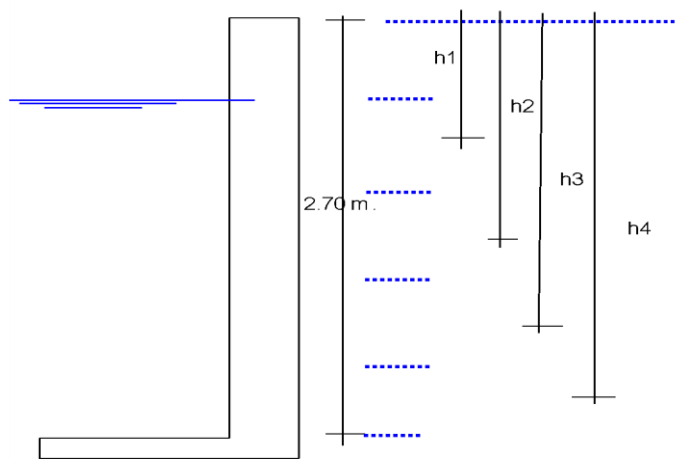
$$V_c = 17.30 \text{ tn}$$

Tensión en el fondo de la estructura (losa),  $V_u = T = 10.80 \text{ Tn} \text{ -- } T < V_c, \text{ Ok}$

### Acero Horizontal:

Usamos las presiones máximas en cada uno de los anillos para determinar sus tensiones, que luego se ajustaron al espesor de la pared. El anillo total se dividió en 5 anillos, cada uno de 0,54 cm de alto, porque las tensiones varían según la profundidad en cada uno de los anillos.

### División en anillos



### Tracciones.

$T = \frac{1000 * h * di}{2}$	<b>h = 0.54m</b>  <b>di = 9.00m</b>
-------------------------------	---

Se consideró como un solo anillo a los dos primeros.

$h_i = L.(m)$
$h_1 = 0.81$
$h_2 = 1.35$
$h_3 = 1.89$
$h_4 = 2,43$



Reemplazando en la ecuación tenemos:

N.º de Anillo	T (Tn)
1	1.968
2	3.281
3	4.593
4	5.905

$$T = F_s \times A_s \quad F_s = 0.5 \times F_y = 2100$$

$$A_s \text{ mín.} = 0.002 \times 0.54 \text{ m} \times 0.26 \text{ m} = 2.81 \text{ cm}^2$$

$$\text{Distancia } A_s \text{ Máx.} = 1.5 \times e = 0.450 \text{ m}$$

La tensión de tracción está representada por:

N.º Anillo	T (Kg)	As (cm <sup>2</sup> )	As (usar)	∅	Total, cm <sup>2</sup>	Disposición
1	1968.30	0.94	2.81	3/8"	3.08	∅ 3/8 @ 0.25
2	3280.50	1.56	2.81	1/2"	3.04	∅ 1/2 @ 0.23
3	4592.70	2.19	2.81	1/2"	3.04	∅ 1/2 @ 0.23
4	5904.90	2.81	2.81	1/2"	3.91	∅ 1/2 @ 0.18

Consideración del **As. mín.** en la otra cara del muro.

**Acero Longitudinal:** cuenta como acero de montaje.

$$\text{∅ } 1/2 \text{ @ } 0.30$$

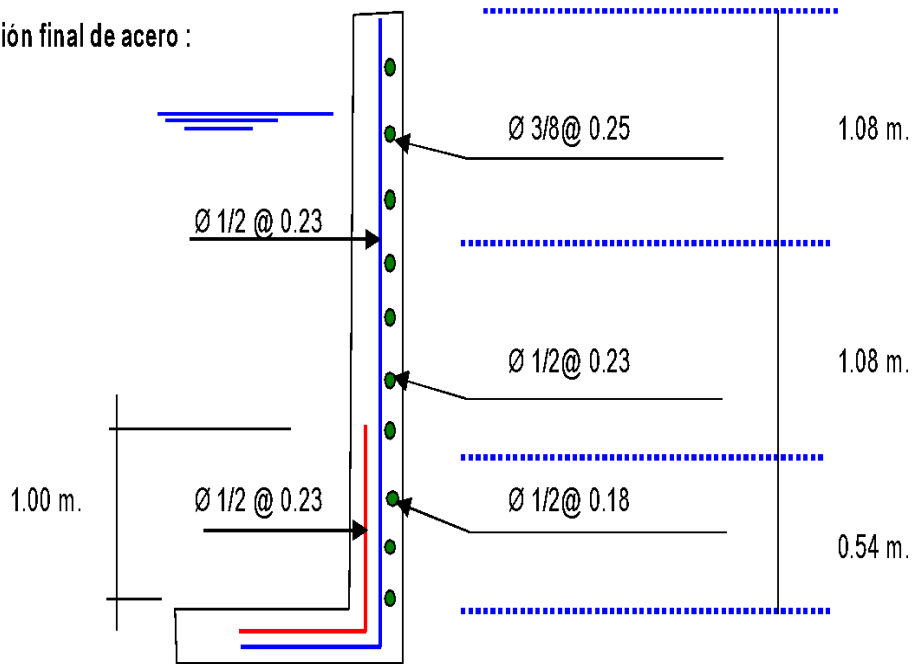
**Acero Horizontal:** asumimos 2/3 del Acero mínimo:

$$2/3 * 2.81 \text{ cm}^2 = 1.87 \text{ cm}^2$$

$$\text{∅ } 1/2 \text{ @ } 0.50 \text{ m.}$$

### Distribución de fierro.

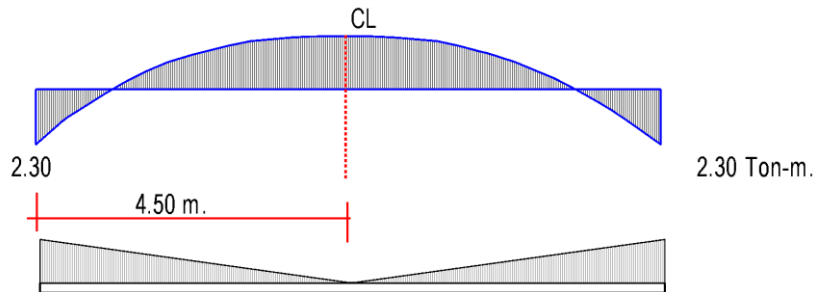
Disposición final de acero :



De donde la cuantía será:  $4 \text{ } \varnothing 1/2 @ 0.18, 6 \text{ } \varnothing 1/2 @ 0.23, \text{ Resto } \varnothing 3/8 @ 0.25$

**Determinación del acero para el fondo de la losa del embalse:**

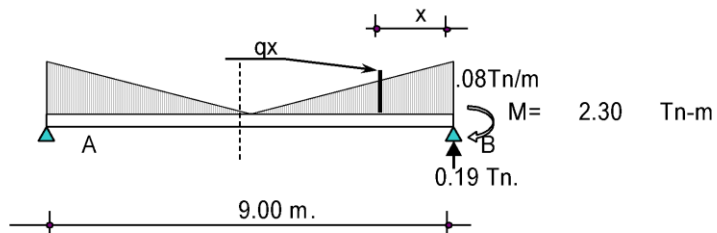
### Diagrama de momentos en losa.



<b>Peso Total = <math>\bar{\delta}a \times H \times R^2</math></b>	<b>===== <math>\square</math> Peso Total = 152.68Ton.</b>
--	---

Unidad de longitud por unidad de carga unitaria = $q = H \times \bar{\delta}a / Lc = 0.08Tn/m$
--

### Diagrama de cortantes y momentos



**A una distancia "x" determinamos la cortante:**

Determinamos el valor "qx" en función de "x".

$$qx = 0.019 * (4.50 - X)$$

**Cortante "Vx":**

$$Vx = R - P - 0.5x(q' + qx) * X = 0.191 - 0.085X + 0.009X^2$$

**Momento "Mx":**

$$Mx = -M + (R - P) * X - qx * X^2 / 2 - (q' - qx) * X^2 / 3$$

$$Mx = -2.30 + 0.191 X - 0.042 X^2 + 0.003X^3$$

**Valores de cortantes y momentos.**

X(m) =	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75	4.50
V(Ton) =	0.19	0.26	0.34	0.43	0.53	0.64	0.76
M(Tn-m) =	-2.30	-2.18	-2.10	-2.05	-2.03	-2.02	-2.02

**Comprobación de cortante:**

La siguiente tabla especifica la cortante asumida en una franja de hormigón de 1m.

$Vc = \emptyset 0.5 * \sqrt{210} * b * d$	<b>Siendo:</b> <b>b = 100cm.</b>
	<b>d = 0.25m.</b>
	<b><math>\emptyset = 0.85m</math></b>
<b>→ Vc = 16.63Ton.</b>	

La tensión máx. en la losa es:  $Vu = T = 0.76Ton = \tau < Vc, Ok!$

<b>Mau = 1.55 * 2.02 = 3.13Tn- m</b>									
Recubrimiento = 4.00cm									
M (Tn - m)	b (cm)	d (cm)	a (cm)	As (cm <sup>2</sup> )	As min	p=As/b d	$\emptyset$	Total	Disposición
3.13	100.0 0	21.00	0.81	4.02	4.20	0.0020	<b>5/8</b> "	11.00	$\emptyset 5/8 @ 0.18$
Acero de repartición, Usaremos el As min =				4.20			$\emptyset$	Total	Disposición
							<b>1/2</b> "	4.22	$\emptyset 1/2 @ 0.30$

**Diseño de cimentación y cálculo del acero.**

Acero negativo	Mau = 3.57Ton-m					Longitud = Lc = (12 $\emptyset$ ó d) = 3.55m.			
								d = 21.00cm	
								12 $\emptyset$ = 354.58cm	
M (Tn - m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm <sup>2</sup> )	As min	P =As/bd	$\emptyset$	Total	Disposición
3.57	100.0 0	21.00	0.93	4.60	4.20	0.0022	<b>5/8</b> "	11.64	$\emptyset 5/8 @ 0.17$

## Diseño de zapatas corridas:

Esta estructura soportará cargas lineales uniformes de los siguientes elementos:

Techo (losa): 7.60Tn      L = 28.27m

Perimetral viga: 8.59Tn      ==> Peso/ml= 3.33tn/ ml

paredes del reservorio: 56.80Tn

Peso propio: 21.04Tn

94.02Tn

Los resultados del análisis del suelo demuestran un:  $q_u = 1.21 \text{Kg /cm}^2$

Ancho de la zapata continua (b), donde  $b = \text{peso} * \text{ml} / q_u$ .

Reemplazando se tiene que:  $b = 3,33 / 12,10 = 0,27 \text{m}$

Para propósitos de construcción, consideramos  $b = 1.00 \text{m}$ , resultando una reacción neta de:

$\sigma_n = \text{Peso} * \text{ml} / b = 3.33 / 1.00 = > 0.333 \text{Kg/cm}^2$

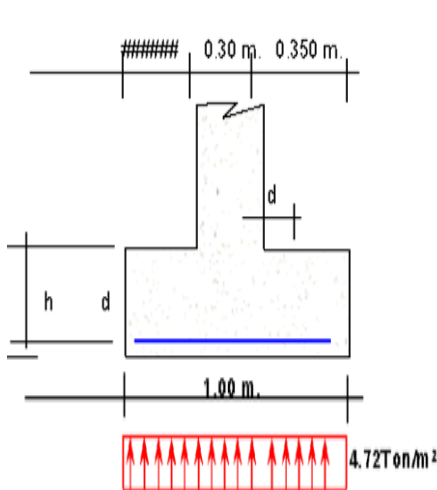
¡Observamos a partir de esta ecuación que la reacción neta  $< q_u$ , Ok!

Presión neta de rotura:  $\sigma_{nd} = \delta_s * \text{Peso} * \text{ml} / \text{Azap}$ .

$\sigma_{nd} = \delta_s * \sigma_n = 1,42 \text{Tn/m}^3 * 0,333 = 4,72 \text{Tn / m}^2$ .

Se utilizará un metro lineal de zapata para calcular su peralte efectivo.

### Zapata corrida



Dado que el gráfico muestra que el punto crítico o corte activo se ubica a una distancia "d" del muro, podemos afirmar que:

$$V_u = 4.72 * (35 * d) / b / d \quad b = 75 \text{cm}$$

Cortante asumida por el concreto:

$$V_c = 0.85$$

Al reemplazar tenemos  $V_c = 66.52 \text{Tn/m}^2$

Igualamos con la ecuación primera:  $d = 0.03 \text{m}$

Recubrimiento:  $r = 7.5 \text{cm}$ .  $h = d * r *$

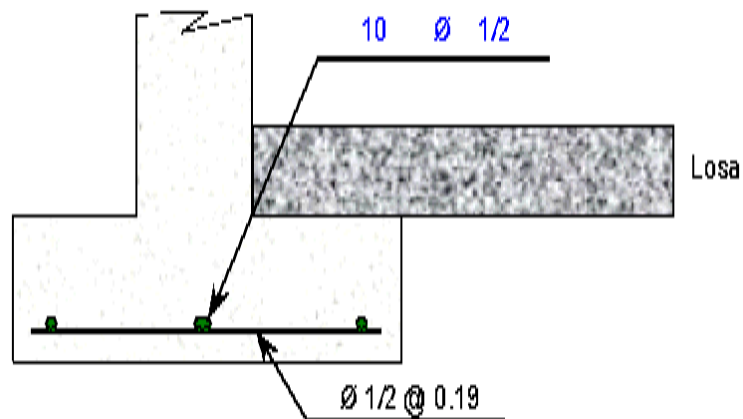
$h = 11.44 \text{cm}$ .

Δ adoptamos un  $h = 40 \text{cm}$ .

Momento actuante en la sección crítica  $M = 4.72 \text{Tn/m}^2 * 0.3502 / 2 = 0.289 \text{Tn-m}$

M(Tn-m)	b(cm)	d(cm)	a(cm)	As(cm <sup>2</sup> )	Asmin	P=As/bd	∅	Total	Disposición
0.289	100.0	32.50	0.048	0.24	6.50	0.0020	1/2"	6.67	∅1/2 @ 0.19

### Diseño de la zapata



### Diseño inicial para la viga de arranque (perimetral):

**Por Tracción:** La viga de arranque está sometida a tensión.

$$F_t = P / (2 * p * T_g * a)$$

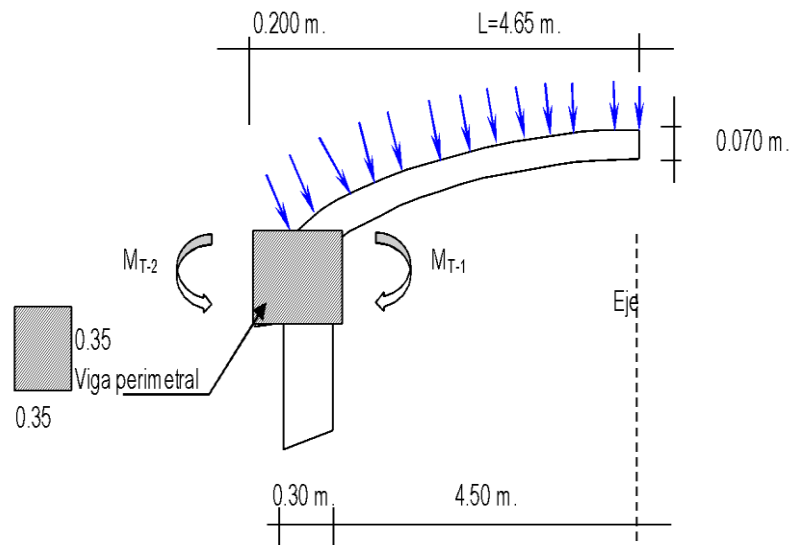
Al reemplazar tenemos que:	$F_t = 921.38 \text{Kg}$
$A_s = F_t / f_s = F_t / (0.5 * F_y) = 0.44 \text{cm}^2$	

**Por Torsión:** en este diseño usamos los siguientes factores de carga:

Pp (peso-propio) = 1.40

S/c (sobre-carga) = 1.70

### Cargas en la viga



### **Metrado de cargas.**

<b>Metrado de cargas:</b>	
Ppv (peso-propio-viga):	= 1.40* 0.35* 240 =1.176Tn/ m
Ppl (peso-propio-losa):	= 1.40 * 0.070* 2.40 =0.2352Tn/ m <sup>2</sup>
S/c:	= 1.70* 0.150 = 0.255Tn/m <sup>2</sup>
Carga Total /m <sup>2</sup> losa:	= 0.490Tn/m <sup>2</sup>
Carga Total /ml viga:	= (0.49*(4.50m + 0.35/2) + 0.41) = <b>2.703Tn/ ml</b>

### **Estimaciones de reacciones internas.**

<b>Mo. Torsión:</b>	
MT- 1 =	0.490*4.50 <sup>2</sup> /2 =4.963Tn-m
Mt - 2 =	0.412*0.20 <sup>2</sup> /2 =0.008Tn-m
MT =	MT - 1/2–MT - 2 = (4.963/2) – 0.008 =2.473Tn- m
<b>Mo. Flexión:</b>	
Mf	W*L <sup>2</sup> /2 =2.703*1.00 <sup>2</sup> /2 =1.352Tn-m
<b>Fuerza Cortante:</b>	
Q =	W* L / 2 =2.703*100/2 =1.352Tn- m
Vu = Vc / (Ø* b* h)	= 12.981Tn/m <sup>2</sup>
<b>Ø = 0.85</b>	

### **Determinación del acero:**

#### **Refuerzo transversal:**

**Por Cortante:** Consideramos la cortante asumida por concreto:

$$0.5*(F'c)^{1/2}$$

$$Vu=12.981Tn/ m^2$$

$$Vc =78.262Tn/ m^2$$

**Vc > Vu**, el acero por cortante se desprecia.

#### **Por Torsión:**

$$MT =2.473Tn-m$$

### Momento resistente del concreto:

$$M_c = \sum (b^2 * h (f'c)^{1/2} / b^{1/2}) * (\text{viga} + \text{losa})$$

$$M_c = ((0.35^2 * 0.35 * 245^{1/2}) / 0.35^{1/2}) + ((4.50^2 * 7.00 * 245^{1/2}) / 4.50^{1/2})$$

$$M_c = 113,436.6 + 1,045.92 = 114,482.51$$

$$M_c = 1.145 \text{Tn} \cdot \text{m}$$

$$\text{Sabemos que: } T_s = M_T - M_c \implies 2.473 + 1.145 = 1.329 \text{Tn} \cdot \text{m}$$

$$A_s / S = T_s / (\phi * F_y * b_1 * d)$$

### Donde:

$$\phi_c = 0.66 + 0.33 * (b_1 / d) < 1.50$$

$$b_1 = b - r - \phi / 2$$

$$d = h - r - \phi / 2$$

$$\phi_c = 0.9900 = \phi_c < 1.50, \text{ OK! } \implies r = \text{recubrimiento} = 3.00 \text{cm}$$

$$S = \text{espaciamiento de acero} \implies b_1 = 31.37 \text{cm}$$

$$A_s = \text{área por torsión del acero: } \implies d = 31.37 \text{cm}$$

### Al reemplazar tenemos:

$$A_s / S = 0.0325 \text{cm}^2 / \text{cm}, \implies S = A_{var} / 0.0325$$

$$\text{Usamos } \phi = 3/8" \implies A_{var} = 0.71 \text{cm}^2, S = 0.22 \text{m}$$

$$\text{Usaremos } \phi 3/8 @ 0.22 \text{m}, \implies > \text{ el acero se colocará } @ 0.22 \text{ m}$$

### Calculamos las reacciones interiores:

#### Mo. Torsión:

$$M_{T-1} = (0.490) * (4.50^2 / 2) = 4.963 \text{Tn} \cdot \text{m}$$

$$M_{T-2} = (0.412) * (0.20^2 / 2) = 0.008 \text{Tn} \cdot \text{m}$$

$$M_T = M_{T-1} / 2 - M_{T-2} = (4.963 / 2) - 0.008 = 2.473 \text{Tn} \cdot \text{m}$$

#### Mo. Flector:

$$M_F = W * L^2 / 2 = 2.703 * 1.00^2 / 2 = 1.352 \text{Tn} \cdot \text{m}$$

#### F. Cortante:

$$Q = W * L / 2 = 2.703 * 1.00 / 2 = 1.352 \text{Tn/m}$$

$$V_u = (V_c / (\phi * b * h)) = 12.981 \text{Tn/m}^2$$

$$\phi = 0.85$$

### Determinación del acero:

#### Transversal refuerzo:

**Por Cortante:** asumiendo cortante efectuada por el concreto tenemos que:

$$0.5 * (F'c)^{1/2}$$

$$Vu = 12.981 \text{ Tn/m}^2 \quad Vc = 78.262 \text{ Tn/m}^2$$

$Vc > Vu$ , el acero por cortante se desprecia, (no es necesario).

**Por torsión:**

$$M_T = 2.473 \text{ Tn-m}$$

**Momento resistente del concreto:**

$$Mc = \sum (b^2 * h (F'c)^{1/2} / b^{1/2}) * (\text{losa} + \text{viga})$$

$$Mc = ((0.352 * 0.35 * 245^{1/2}) / 0.35^{1/2}) + ((4.502 * 7.0 * 245^{1/2}) / 4.50^{1/2})$$

$$Mc = 113,436.6 + 1,045.92 = 114,482.51$$

$$Mc = 1.145 \text{ Tn-m}$$

**Sabemos:**  $T_s = M_T - Mc = 2.473 + 1.145 = 1.329 \text{ Tn-m}$

$$A_s / S = T_s / (\phi_c * F_y * b_1 * d),$$

**Donde:**

$$\phi_c = 0.66 + 0.33 * (b_1 / d) < 1.5$$

$$B_1 = b - r - \phi / 2$$

$$d = h - r - \phi * 2$$

$$\phi_c = 0.990 \implies \phi_c < 1.50, \text{ OK!} \implies r = 3.00 \text{ cm}$$

**S** = espaciamiento-acero:  $b_1 = 31.37 \text{ cm}$

**A<sub>s</sub>** = área por torsión del acero:  $d = 31.37 \text{ cm}$

**Reemplazando:**

$$A_s / S = 0.0325 \text{ cm}^2 / \text{cm}, \quad S = A_{\text{var}} / 0.0325$$

Usamos  $\phi = 3/8"$   $A_{\text{var}} = 0.71 \text{ cm}^2$ ,  $S = 0.22 \text{ m}$

Usaremos  $\phi 3/8 @ 0.22 \text{ m}$ , la colocación del acero será **@0.22m**

**Reforzamiento continuo (longitudinal):**

**A Flexión:**  $A_s = MF / F_y * Z$  siendo  $Z = 0.90 * d = 28.23 \text{ cm}$

$$MF = W * L^2 / 8 = 2.703 * 1.00^2 / 8 = 0.338 \text{ Tn-m}$$

**Reemplazando:**

$$A_s = 33,791.06 / 4,200 * 28.23 \text{ cm} = 0.285 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.002 * b * d = 2.196 \text{ cm}^2$$

**A Torsión:** usando la fórmula:  $A_1 = 2 * (A_s / S) * (b_1 + d) = 4.07 \text{ cm}^2$

Usamos la siguiente fórmula para determinar si la resistencia de la viga reforzada es mayor que la resistencia de la viga no reforzada según el RNE.

$$T_{rs} = 0.6 * b^2 * h * f'c^{1/2} = 4.027 \text{ Tn-m} / \text{m} \quad M_T = 2.473 \text{ Tn-m}$$



Tenemos la expresión:  $T_{rs} > M_T$ , significa que el refuerzo por torsión será inferior al siguiente valor:

$$P_{it} \leq 6.40 * (F'_c / F_y)^{1/2} = 1.546$$

$$P_{it} = A_1 * (1 + 1 / \phi_c) / (b * h)$$

Donde:

$$A_1 = 4.07 \text{ cm}^2$$

$$\phi_c = 0.990$$

Reemplazando:  $P_{it} = 0.0067$

Aquí evidenciamos que:  $0.0067 < 1.546$  **OK!**

Por ello tomamos en cuenta acero de tracción y flexión:

$$A_{s.Total} = A_s \text{ flexión} + A_s \text{ tracción} = 2.196 + 0.44 \text{ cm}^2 = 2.63 \text{ cm}^2$$

Usaremos:  $1\phi 1/2" + 2\phi 1/2" = > A_{Total} = 3.80 \text{ cm}^2$

Cálculo de las reacciones internas:

<b>Momentos de torsión:</b>					
MT-1 =			0.490 x	4.50 <sup>2</sup> / 2 =	4.963 Tn-m
MT-2 =			0.412 x	0.20 <sup>2</sup> / 2 =	0.008 Tn-m
MT =	MT-1 / 2 -	MT-2 =	4.963 / 2	- 0.008 =	2.473 Tn-m

**Momento a flexión:**

$M_F =$	$W * L^2 / 2 =$	2.703 x	1.00 <sup>2</sup> / 2 =	1.352 Tn-m	
<b>Fuerza Cortante:</b>					
Q =	$W * L / 2 =$	2.703 x	1.00 / 2 =	1.352 Tn/m	
$V_u = V_c / (\phi * b * h) =$				12.981 Tn/m <sup>2</sup>	
	$\phi = 0.85$				

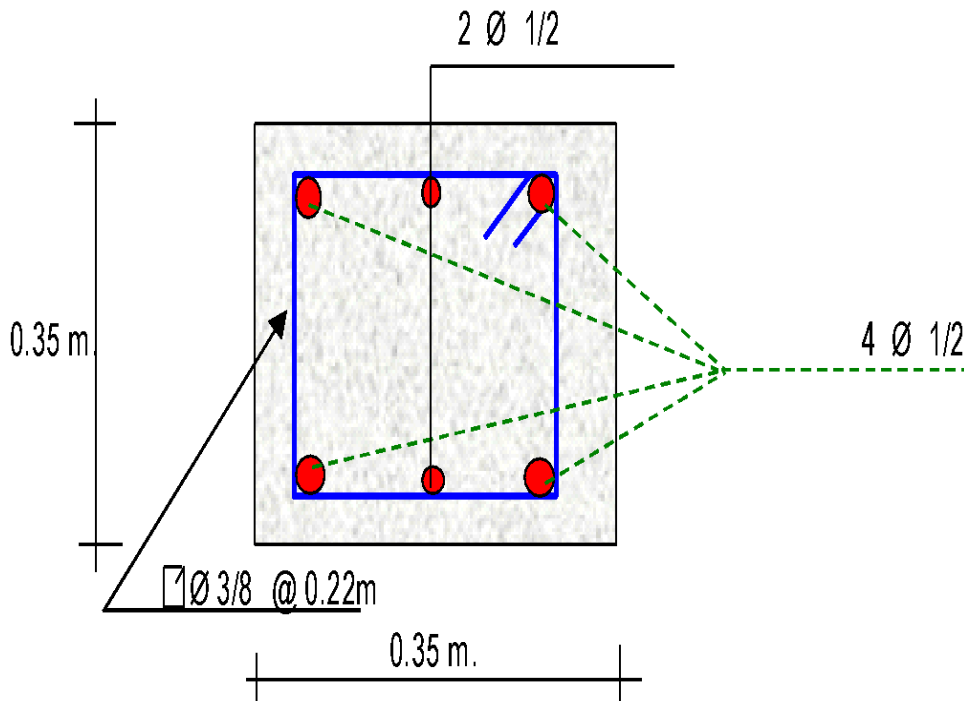
**Cálculo del acero:**

**Refuerzo transversal:**

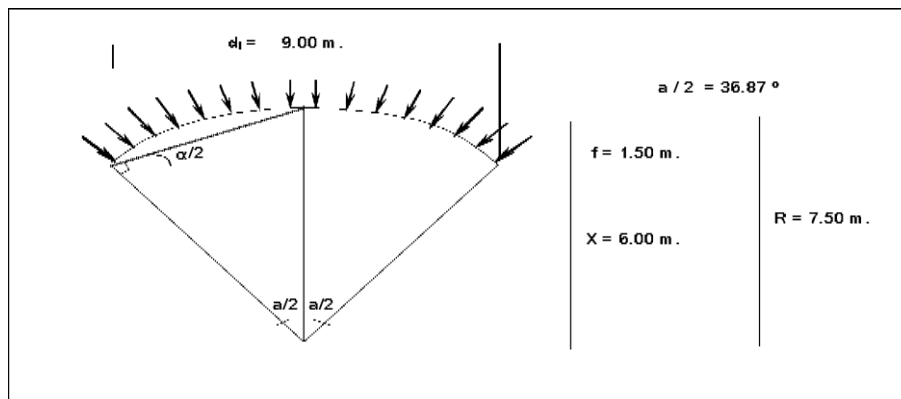
<b>Por Fuerza Cortante:</b>			El hormigón asume la cortante: $0.5 * (F'_c)^{1/2}$			
$V_u =$	12.981 Tn/m <sup>2</sup>		$V_c =$	78.262 Tn/m <sup>2</sup>		
$V_c > V_u$ No necesita acero por cortante						

<b>Por Torsión:</b>							
MT =	2.473	Tn-m					
Momento de resistencia del hormigón:							
$Mc = \Sigma [ b^2 h (f_c)^{1/2} / b^{1/2} ]$ (viga + losa)							
Mc =	$0.35^2 \times$	$0.35 \times$	$245^{1/2}$	+	$4.50^2 \times$	$7.00 \times$	$245^{1/2}$
		$0.35^{1/2}$				$4.50^{1/2}$	
Mc =	113,436.6	+	$\frac{1,045.92}{92}$	=	114,482.51		
Mc =	1.145	Ton-m					
Se sabe que: $T_s = MT - Mc = 2.473 + 1.145 = 1.329$ Ton-m							
$As / S = T_s / [c * F_y * b_1 * d]$				Por tanto: $\phi_c = 0.66 + 0.33 * (b_1/d) < 1.50$			
					$b_1 = b - r - \phi/2$	$d = h - r - \phi/2$	
$\phi_c =$	0.9900	$\phi_c < 1.5$ Ok!			$r =$ recubrimiento =	3.00 cm	
S =	Espaciamiento del acero				$b_1 =$	31.37 cm	
As =	Área de acero por torsión.				$d =$	31.37 cm	
Al reemplazar:							
As / S =	0.0325cm <sup>2</sup> / cm			S = Avarilla /	0.0325		
Utilizando $\phi =$	3/8	$A_{varilla} =$	0.71 cm <sup>2</sup>		S =	0.22 m.	
Empleando =	$\phi$ 3/8	@ 0.22m		Se colocará	@ 0.22m		

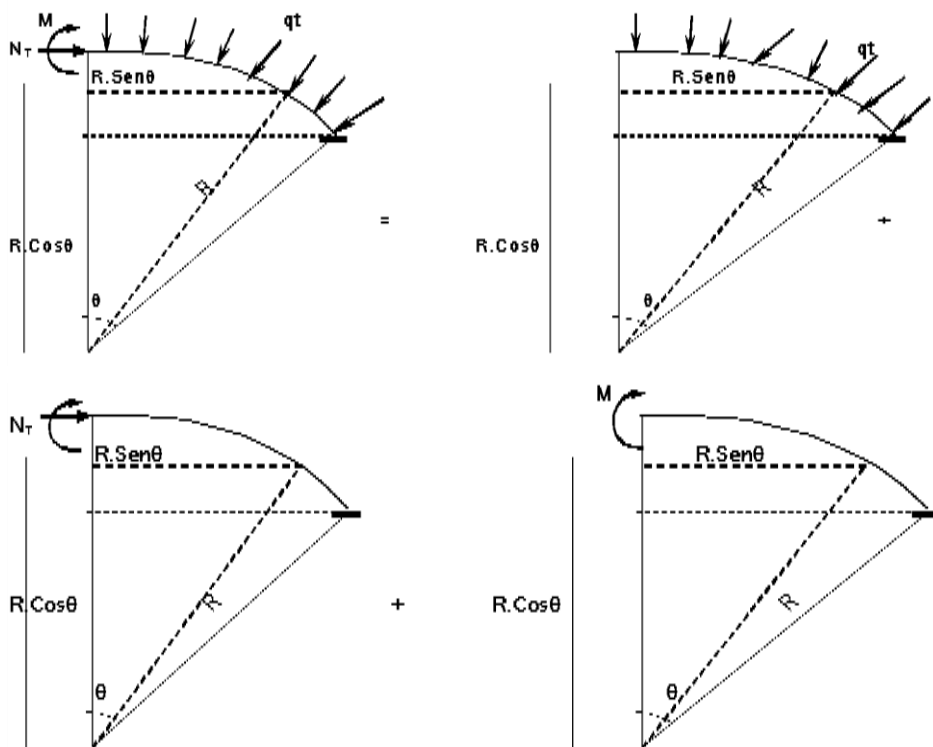
### Disposición final del acero



## Diseño de la cúpula:



Debido a su simetría cortamos por el centro y usamos el método de la fuerza para analizar:



**Analizando la estructura tenemos:**

$$M = 0$$

$NT = W * r$ , aquí reconocemos que la estructura tiene un esfuerzo natural.

Las complejidades del efecto de excentricidad producido por la fuerza resultante de la cúpula y la fuerza transmitida por las paredes del reservorio se evidencian en el gráfico adjunto, que muestra al momento que chocan la cúpula y la viga.



- **Acero por excentricidad:**

$$M = 0.066 \text{ Tn-m}$$

$$\text{recubrim} = 2.5 \text{ cm}$$

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm <sup>2</sup> )	As min	∅	Total	Disposición
0.066	100.00	4.50	0.078	0.39	0.90	3/8"	2.38	∅ 3/8 @ 0.30

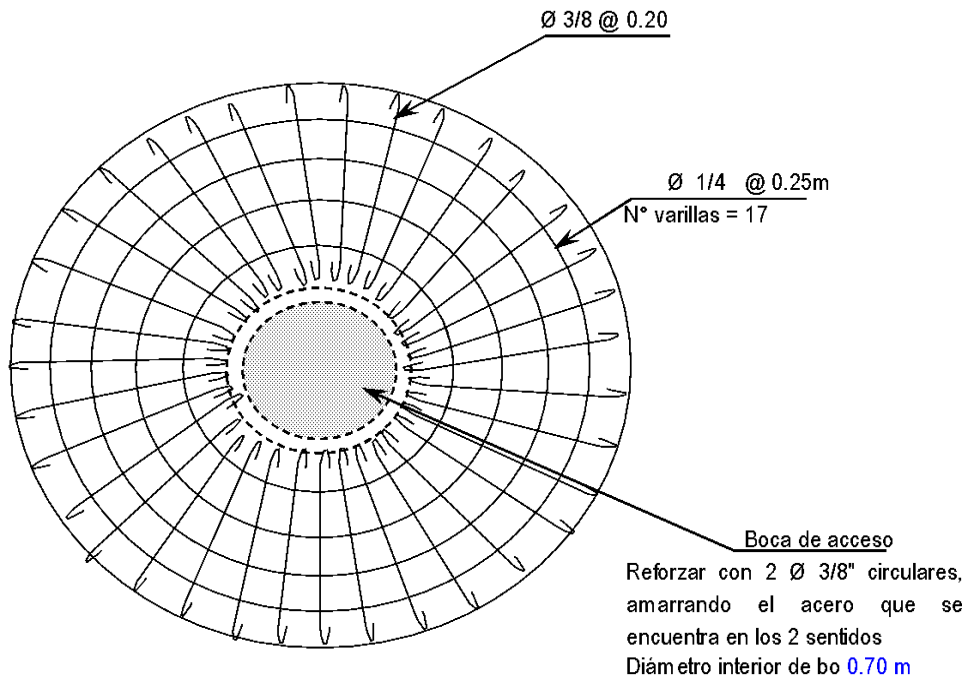
- **Acero de repartición:**

$$A_{sr} = 0.002 * 100 * 4.50 = 0.90 \text{ cm}^2$$

$$4\phi_{1/4} A_{Total} = 1.27 \text{ cm}^2, \text{ cumple el requerimiento de acero, } \phi_{1/4}, 0.25 \text{ m.}$$

**Última disposición del acero:** emplearemos un acero superior entre  $A_t + A_f$  y el acero excéntrico.

**Acero distribuido**



**ANALISIS SISMICO DEL RESERVORIO:**

A fines de este diseño consideramos la "Norma de diseño sismo-resistente".

**Cálculo sísmico:**

$$\text{FUERZA SISMICA} \rightarrow H = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C \cdot P}{R}$$

$R = 7.5$ ; representa la ductilidad general de la estructura considerando el amortiguamiento y el comportamiento en valores apropiados para la fluencia del acero.

Obtenemos los siguientes valores al sustituir valores en la fórmula general "H".

### Ampliación sísmica según su factor, "C":

Datos:	
Factor - suelo:	1.40
Factor -uso:	1.50
Factor -zona:	0.30
Factor -reducción de la fuerza sísmica:	7.50
Número de niveles:	1.00

hn	2.70m
Cr	45
Tp	0.9

$T = h_n / C_r$	--□ T =	0.060
$C = 2.5 (T_p / T)^{1.25}$		73.80
	C =	2.5

### Determinación de la fuerza Fa como T es:

T < 0.7
Fa = 0

### Peso de la estructura como un todo:

**P** =Peso del embalse, tendremos en cuenta las condiciones del reservorio cuando esté lleno y vacío para determinar el valor de H.

#### Reservorio Lleno:

$$P = P_m + P_s/c$$

Respecto al peso de sobrecarga  $P_s/c$ , consideramos el 80% peso del agua.

$$P_m = 284.9T_n \implies P_{\text{agua}} = 152.68T_n$$

$$P_s/c = 122.1T_n \implies P = 407.02T_n$$

Reemplazando  $H = 0.210 * 407.02 = 85.5T_n$ , por / ml de muro.

$$L = 28.57m$$

$$\text{Fuerza Sísmica} \implies H = 2.991$$

$P = P_m + P_s/c$ , en este caso consideramos el 50% para sobrecarga ( $P_s/c$ ), de la estructura.

$$P_m = 284.88 - 152.7T_n \implies 132.19$$

$$P_s/c = 66.10T_n \implies P = 198.29T_n$$

Al reemplazar:  $H * 0.210 * 198.29 = 41.64T_n$

$$\text{Fuerza Sísmica} \implies H = 1.457$$

## Reservorio Vacío:

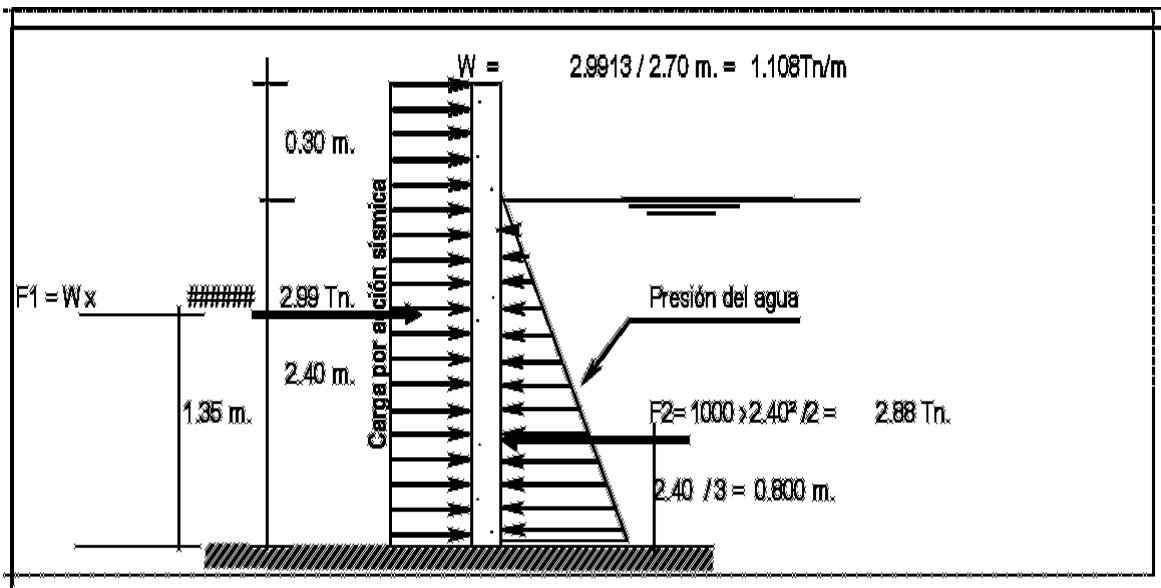
### Diseño sísmico en muros:

Consideraremos dos condiciones del reservorio lleno y vacío.

## Reservorio Lleno:

Según Oshira Higa quien en su libro antisísmica afirma (Vol. I) que las tensiones sísmicas en los muros se distribuirán por igual, para fines de diseño sísmico.

### Diseño sísmico



$$M1 = F1 \times \text{#####} = 4.038 \text{ Tn-m.}$$

$$M2 = F2 \times \text{#####} = 2.304 \text{ Tn-m.}$$

$$\text{Momento Resultante} = M1 - M2 = 4.038 - 2.304 = 1.734$$

$$Mr = 1.734$$

Este momento es el que absorbe la parte traccionada por efecto del sismo.

**Importante:** chequear "d" mediante cuantía máx.:

$$d_{\text{máx}} = (0.53 \times 10^5 / (0.236 \times F'c \times b))^{1/2} = 3.03 \text{ cm.}$$

En este caso evidenciamos que el valor de "d" con el cual se está trabajando es mayor que el  $d_{\text{máx}}$ . Por tanto, si cumple. ¡Ok!

### Calculamos el acero vertical:

M(Tn-m)	b(cm)	d(cm)	a(cm)	As(cm <sup>2</sup> )	As. mín.	P=As/bd	1/2	total	Disposición
1.734	100.00	26.00	0.358	1.78	5.20	0.0020	3	3.80	Ø 1/2 @ 0.33

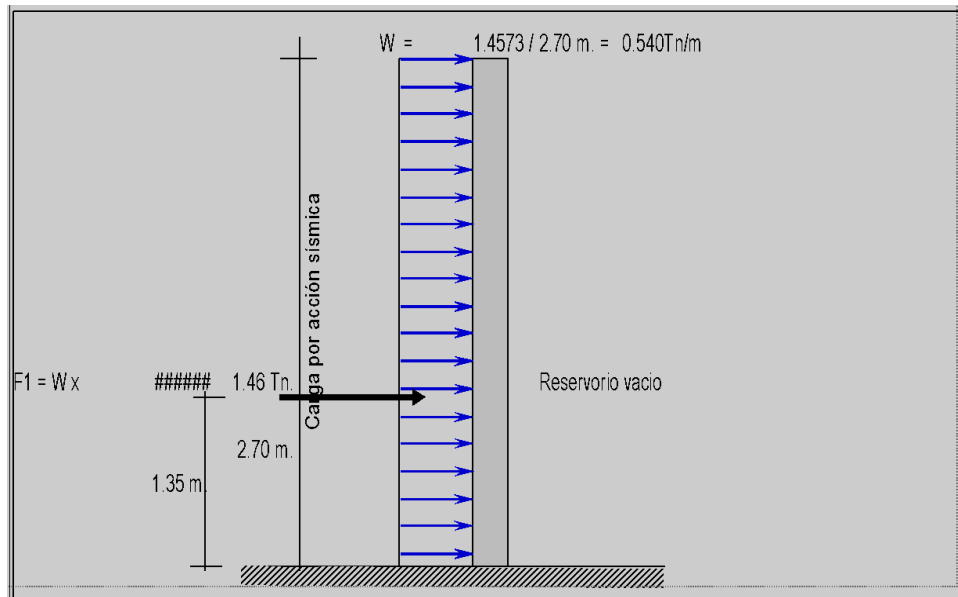
**Calculamos acero horizontal:** consideramos acero mín. que es:

$$As = 5.20 \text{ m}^2$$

1 / 2	Total	Disposición
4	5.07	Ø1/2@0.25

## Reservorio Vacío:

### Reservorio vacío para fines de análisis sísmico.



$M1 = F1 * 1.35m = 1.967Tn \cdot m = Mr$ , (será este momento el que absorba el efecto sísmico en la parte traccionada.

Chequeamos "d" mediante cuantía máxima:

$$d_{\text{máx}} = [0.53 * 105 / (0.236 * F'c * b)]^{1/2} = 3.03 \text{ cm.}$$

El valor "d" que está utilizando es mayor que  $d_{\text{máx}}$ . ¡Ok!

#### Calculamos acero vertical:

M(Tn-m)	b(cm)	d(cm)	a(cm)	As(cm <sup>2</sup> )	As.mín	p=As/bd	1/2	Total	Disposición
1.967	100.00	26.00	0.407	2.02	5.20	0.0020	3	3.80	Ø1/2@0.33
<b>Calculamos acero horizontal:</b>							1/2	Total	Disposición
<b>Consideramos como As.mín. = 5.20cm<sup>2</sup></b>							4	5.07	Ø1/2 @0.25

#### Ubicación final del acero en muros:

La definición vertical del muro del embalse se creó interpolando el trazo estructural de un marco invertido con una combinación desfavorable, donde  $M_u = 3.57Tn \cdot m$  y  $A_s = 3.69 \text{ cm}^2$ , y la situación más desfavorable presenta un  $M_u = 1.97 \text{ Tn} \cdot m$  y  $A_s = 5.20 \text{ cm}^2$ . Al momento que el tanque de almacenamiento se encuentra vacío, asumiendo esta situación, podemos fácilmente tomar en consideración el  $M_o$ . Máx. de:  $M_M = M_o$ . Máx. =  $3.571Tn \cdot m$ .



Determinamos la cantidad de acero a tener en cuenta en el lado interno de la pared en función del momento total.

M(Tn-m)	b(cm)	d(cm)	a(cm)	As(cm <sup>2</sup> )	As. mín.	P=As/bd	1/2	total	Disposición
3.571	100.00	26.00	0.743	3.69	5.20	0.0020	6	7.60	Ø 1/2 @ 0.17

Tener en cuenta el acero horizontal calculado, cuya distribución será la que se muestra en la tabla. Por otro lado, la cara externa de las paredes se recubrirá con el acero elegido en su momento  $M = 1,78Tn\cdot m$ .

### **Red de distribución y su diseño:**

Conjunto de tuberías cuyas dimensiones varían según se requieran, además incluyen válvulas de control, cámaras rompe presión, etc. las cuales tienen su inicio en el reservorio a partir del cual se distribuyen por todas las calles del centro poblado de Bello Horizonte. El caudal se determinó en base a las variaciones de consumo para lo cual consideramos el Qmd. Respecto a las presiones asumimos que se deben cumplir con los estándares máximos y mínimos de tal manera que se garantice el asistimiento de agua a las viviendas de dicho centro poblado.

### **Consideraciones Básicas para el diseño:**

Las velocidades del agua en las tuberías son los principales factores a considerar al determinar el sistema de distribución. Para evitar problemas de sedimentación o daño a los diferentes accesorios y tuberías, considere valores de vel. Mín. de 0,6 m/ s y vel. Máx. de 3,0 m/s.

### **Caudal de Diseño:**

Para conocer su flujo de agua respecto a la repartición realizamos cálculos a través de la fórmula conocida de Hazen y Willams representada a través mediante la ecuación:

$$Q = 0,2788 CD^{2,63} \left(\frac{J}{L}\right)^{0,54} = 0,2788 * 150 * 69.4^{2,63} \left(\frac{20.06}{L}\right)^{0,54}$$

**Donde:**

**Q**= Caudal en m<sup>3</sup>/s

**C**= 150(Coeficiente de flujo)

**D**= Diámetro interno de la tubería en m.

**J**= Pérdida de carga en m.

**L**= Longitud de tubería en m.

El factor  $C= 150$  fue necesario considerarlo al hacer uso de la fórmula de Hazen y Willams, porque es sugerido por todos los productores de tubería de PVC.

**Método de la longitud unitaria:**

El máximo caudal horario debe dividirse por la longitud total de la red para determinar el caudal unitario. Posteriormente multiplicamos el flujo unitario por la longitud de cada sección coincidente para obtener el flujo en esa sección.

**Entonces:**

$$Q_i = q * L_i$$

$$\text{Entonces, } q = \frac{Q_{mh}}{L_t}$$

**Donde:**

$q$ : Caudal unitario (l/s/m) para una tubería por /ml.

$Q_i$ : Caudal / tramo-"i"-(l/s).

$Q_{mh}$ : (l/s).

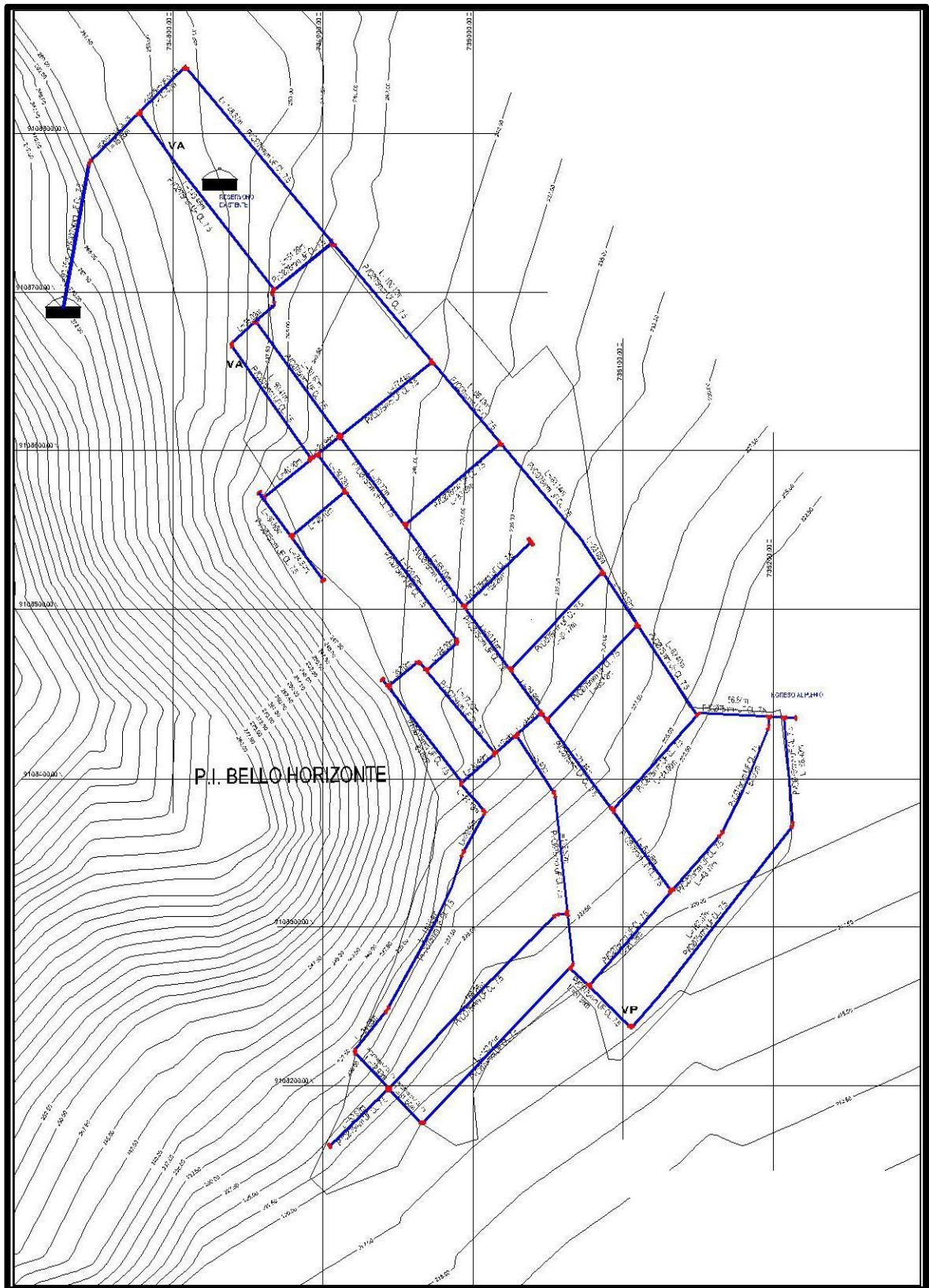
$L_t$ : Representa el total de longitud de la tubería (m).

$L_i$ : "i" (m) longitud/tramo.

**Presiones de tubería de red de distribución.**

ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
33	N3	254.80	0.47	269.26	14.43
35	N4	251.80	0.20	269.03	17.19
37	N5	243.30	0.30	268.82	25.47
39	N6	238.90	0.25	268.71	29.75
41	N7	235.10	0.26	268.64	33.48
43	N8	229.20	0.24	268.58	39.30
45	N9	227.20	0.20	268.56	41.28
47	N10	222.30	0.20	268.55	46.16
49	N11	219.15	0.19	268.54	49.29
51	N12	219.11	0.25	268.53	49.32
53	N13	245.80	0.22	268.86	23.02
55	N14	247.80	0.14	268.66	20.82
57	N15	239.20	0.27	268.47	29.21
59	N16	238.90	0.22	268.37	29.41
61	N17	235.80	0.18	268.29	32.43
63	N18	233.30	0.17	268.25	34.88
65	N19	230.80	0.07	268.22	37.34
67	N20	230.30	0.17	268.21	37.84
69	N21	223.60	0.22	268.19	44.50
71	N22	219.30	0.28	268.17	48.77
76	N23	232.80	0.06	268.21	35.34
85	N25	216.55	0.28	266.31	49.66
87	N26	250.80	0.12	268.61	17.78
89	N27	239.30	0.14	268.44	29.09
91	N28	239.30	0.06	268.31	28.96
93	N29	239.10	0.20	268.22	29.07
95	N30	236.30	0.15	267.92	31.56
97	N31	237.50	0.13	267.78	30.22
99	N32	239.80	0.11	267.74	27.88
101	N33	235.30	0.14	267.67	32.30
103	N34	231.30	0.20	267.64	36.27
107	N35	241.30	0.07	268.39	27.04
109	N36	239.05	0.11	268.37	29.26
111	N37	239.05	0.03	268.35	29.24
114	N38	233.80	0.12	267.71	33.85
117	N39	231.80	0.16	267.55	35.68
120	N40	221.80	0.33	266.77	44.88
122	N41	219.80	0.20	266.43	46.53
124	N42	230.80	0.21	266.04	35.17
126	N43	222.80	0.29	265.92	43.03
128	N44	218.30	0.17	265.92	47.52
130	N45	218.80	0.14	266.51	47.61
141	N48	223.30	0.05	265.86	42.47

# Sistema de distribución de agua potable

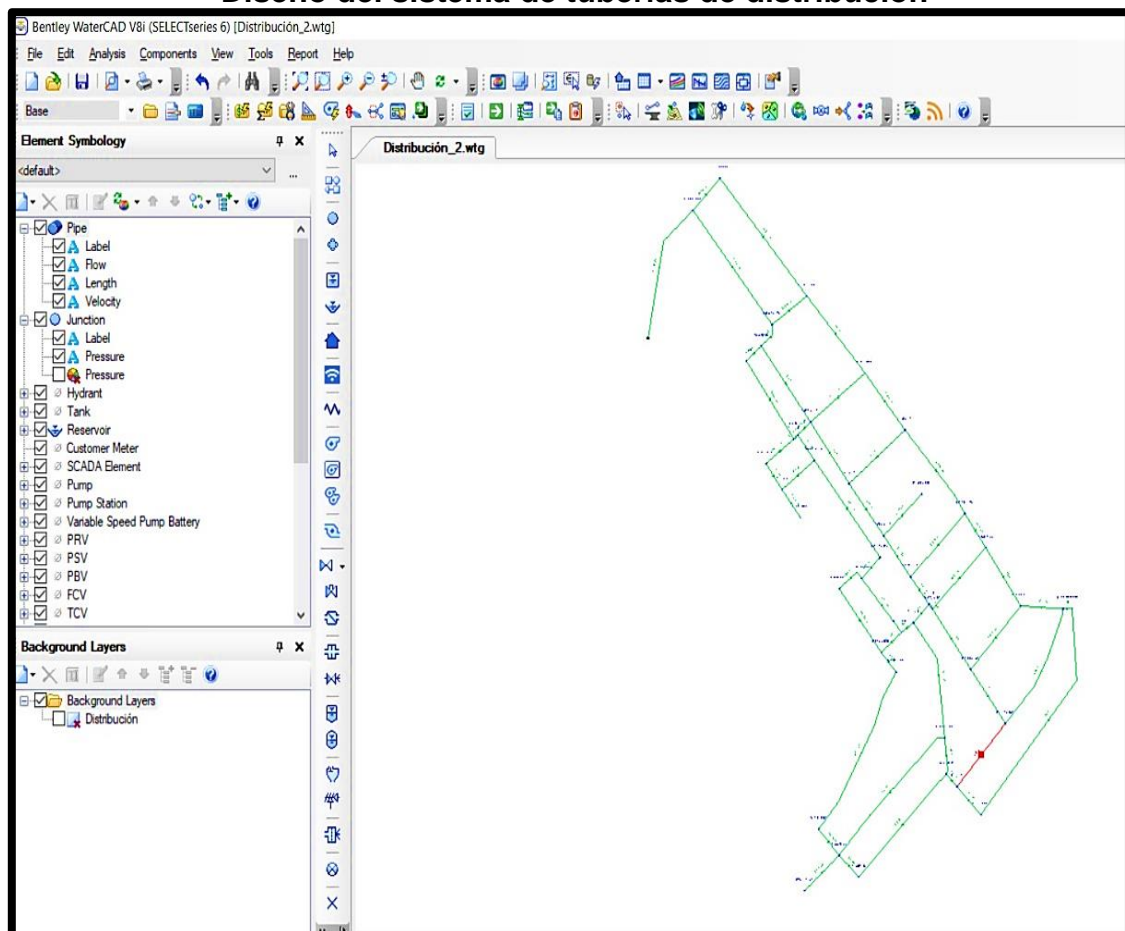


## Altura de reservorio

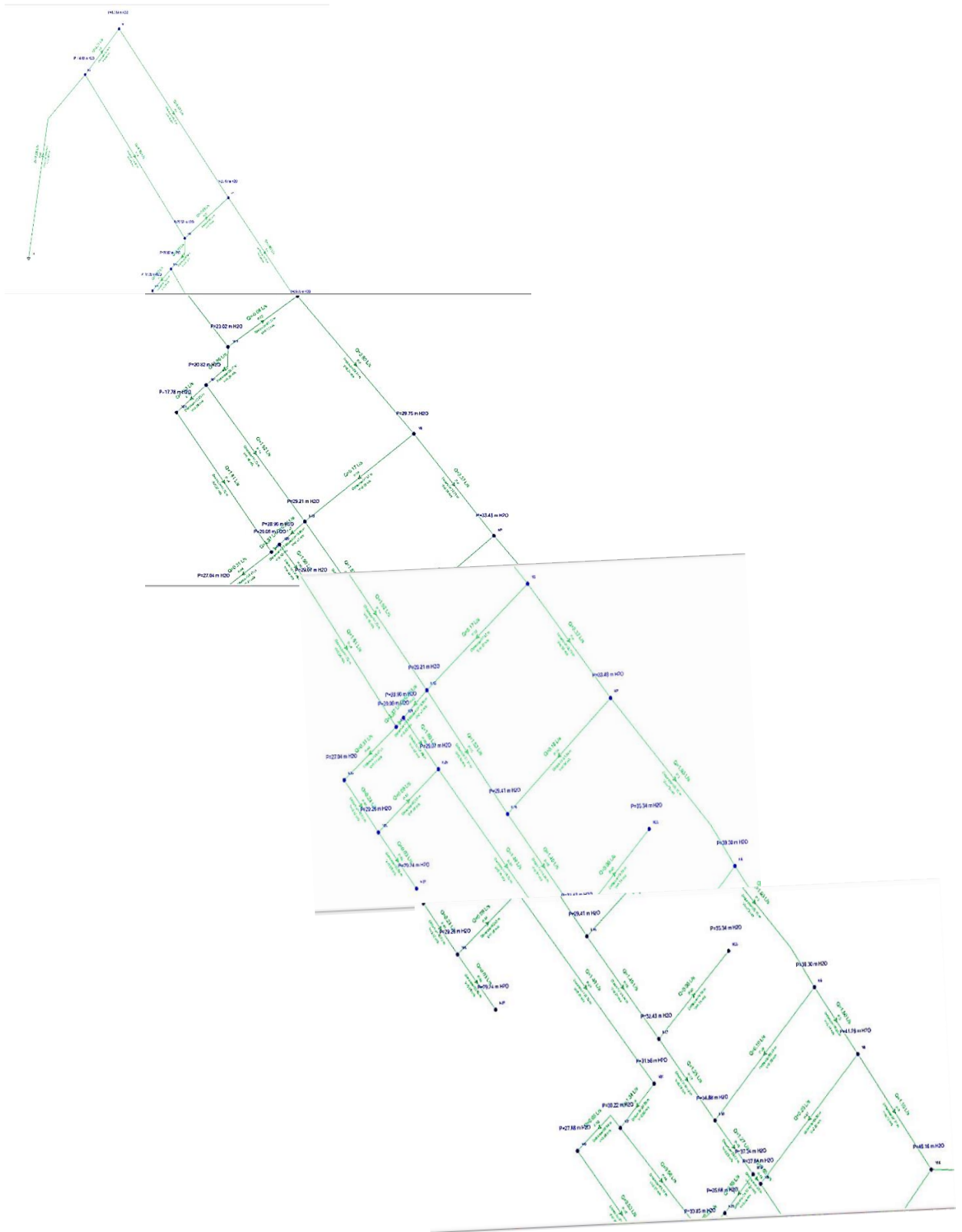
Label	R-1
Notes	
GIS-IDs	<Collection: 0 items>
Hyperlinks	<Collection: 0 items>
<b>&lt;Geometry&gt;</b>	
X (m)	735,726.69
Y (m)	9,108,692.48
<b>Active Topology</b>	
Is Active?	True
<b>Operational</b>	
Controls	<Collection>
<b>Physical</b>	
Elevation (m)	272.50
Zone	<None>

Luego de dibujar la tubería de la red e ingresar las cotas en cada nudo y caudales procedemos a diseñar la red.

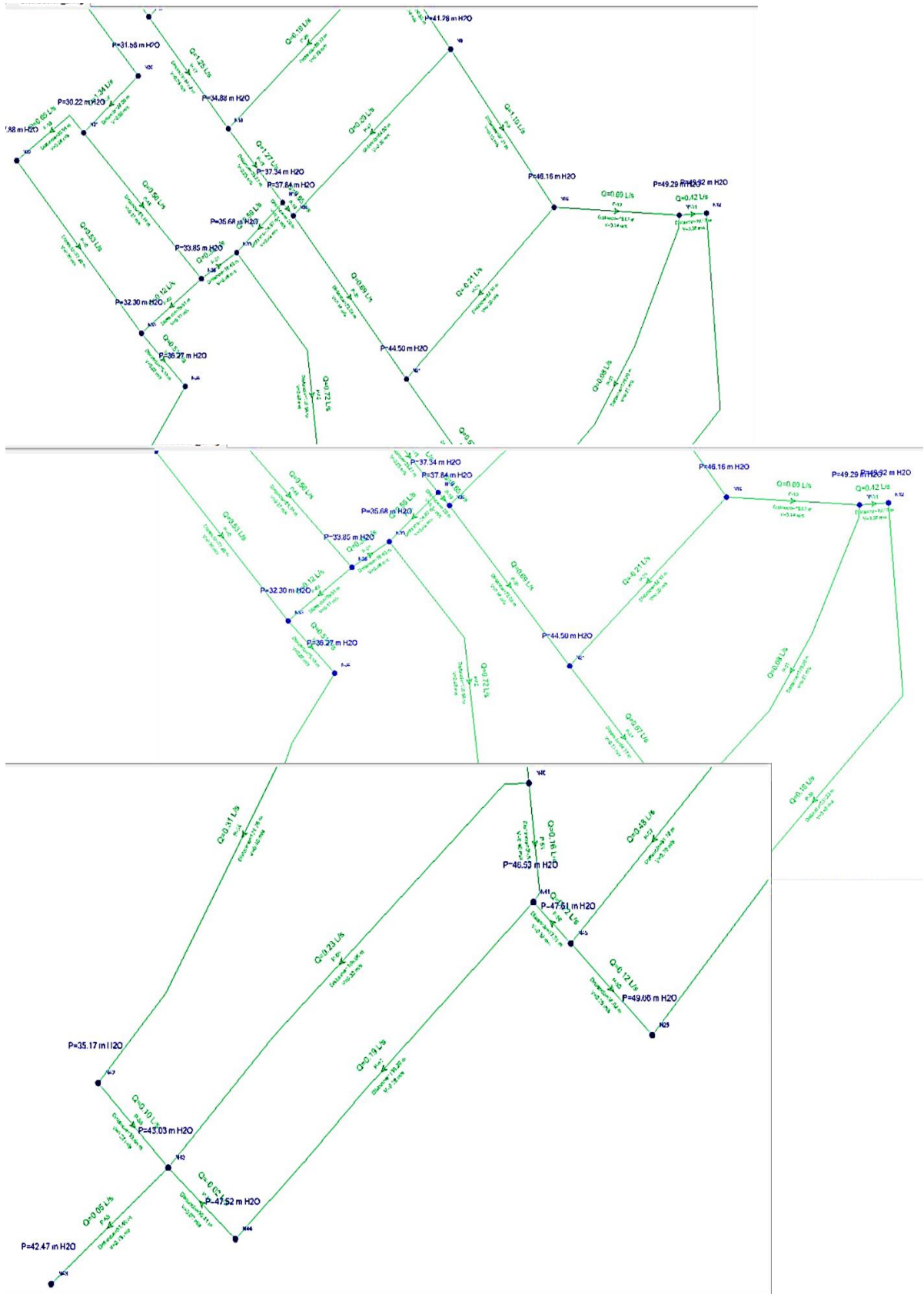
## Diseño del sistema de tuberías de distribución



# Plano de velocidades y presiones



# Plano de velocidades y presiones



**Velocidades en tramos del sistema de distribución.**

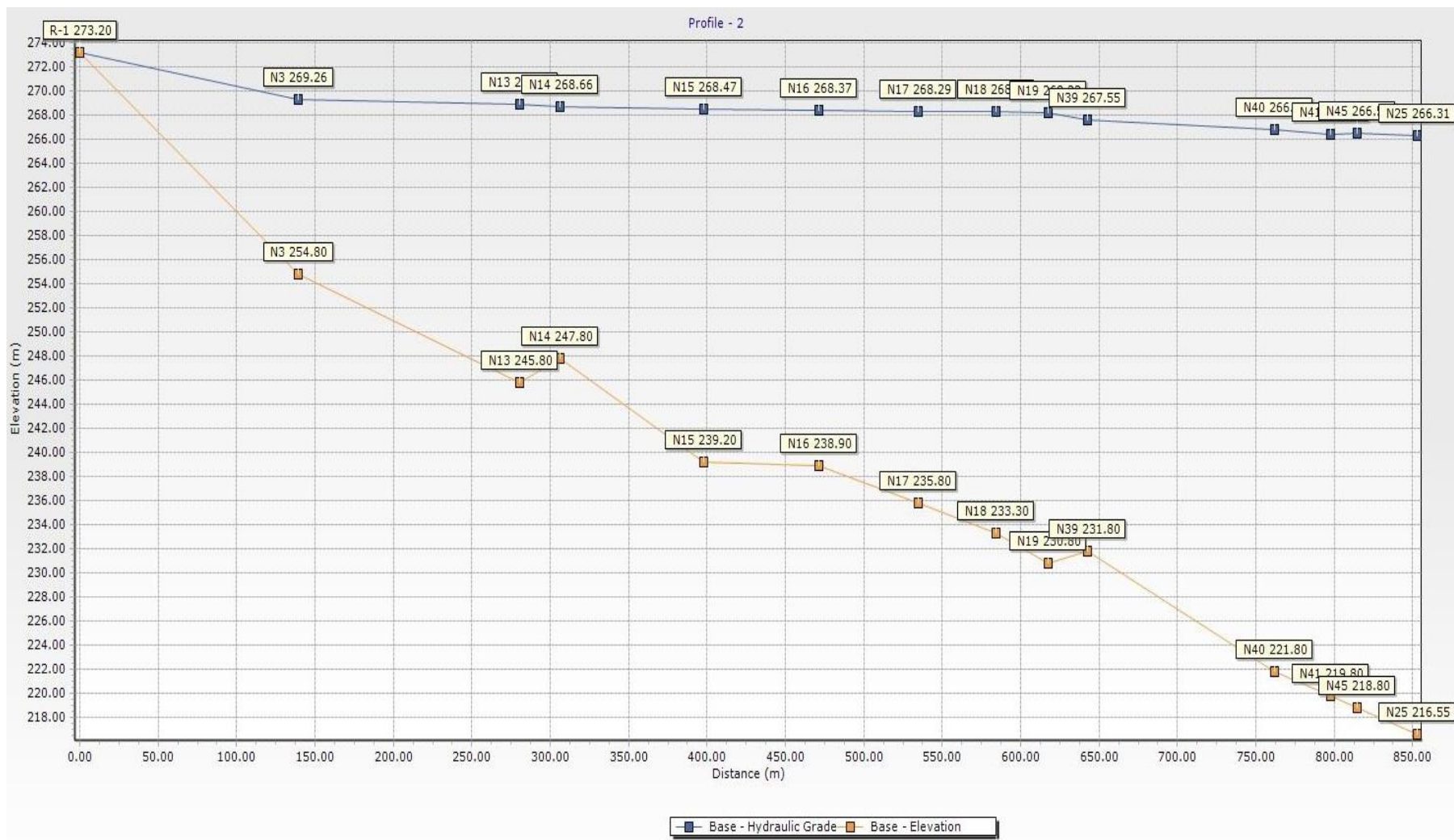
ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
36	P-3	43.18	N3	N4	80.10	PVC	150.0	3.21	0.64
38	P-4	149.43	N4	N5	103.00	PVC	150.0	3.01	0.36
40	P-5	98.70	N5	N6	103.00	PVC	150.0	2.80	0.34
42	P-6	70.73	N6	N7	103.00	PVC	150.0	2.37	0.28
44	P-7	105.15	N7	N8	103.00	PVC	150.0	1.93	0.23
46	P-8	39.93	N8	N9	103.00	PVC	150.0	1.50	0.18
48	P-9	68.31	N9	N10	103.00	PVC	150.0	1.10	0.13
50	P-10	48.03	N10	N11	80.10	PVC	150.0	0.69	0.14
52	P-11	10.45	N11	N12	80.10	PVC	102.0	0.42	0.08
54	P-12	141.23	N3	N13	102.00	PVC	150.0	4.30	0.53
56	P-13	26.12	N13	N14	80.10	PVC	150.0	3.99	0.79
58	P-14	91.73	N14	N15	80.10	PVC	150.0	1.92	0.38
60	P-15	73.21	N15	N16	80.10	PVC	150.0	1.53	0.30
62	P-16	63.24	N16	N17	80.10	PVC	150.0	1.49	0.30
64	P-17	49.82	N17	N18	80.10	PVC	150.0	1.25	0.25
66	P-18	33.27	N18	N19	80.10	PVC	150.0	1.27	0.25
68	P-19	6.20	N19	N20	80.10	PVC	150.0	0.65	0.13
70	P-20	72.02	N20	N21	80.10	PVC	150.0	0.69	0.14
72	P-21	64.77	N21	N22	80.10	PVC	150.0	0.67	0.13
73	P-22	47.74	N5	N13	29.40	PVC	150.0	-0.08	0.12
74	P-23	77.51	N6	N15	29.40	PVC	150.0	0.17	0.25
75	P-24	81.44	N7	N16	29.40	PVC	150.0	0.18	0.26
77	P-25	58.54	N17	N23	22.90	PVC	150.0	0.06	0.14
78	P-26	86.22	N8	N18	29.40	PVC	150.0	0.19	0.29
79	P-27	84.09	N9	N20	29.40	PVC	150.0	0.20	0.30
82	P-29	82.87	N21	N10	29.40	PVC	150.0	-0.21	0.30
84	P-31	129.20	N11	N22	29.40	PVC	150.0	0.08	0.21
86	P-32	237.23	N12	N25	22.90	PVC	150.0	0.16	0.40
88	P-33	22.20	N14	N26	80.10	PVC	150.0	1.93	0.38
90	P-34	91.73	N26	N27	80.10	PVC	150.0	1.81	0.36
92	P-35	6.08	N27	N28	43.40	PVC	150.0	1.37	0.92
94	P-36	30.88	N28	N29	69.40	PVC	150.0	1.60	0.42
96	P-37	118.78	N29	N30	69.40	PVC	150.0	1.49	0.39
98	P-38	28.96	N30	N31	58.40	PVC	150.0	1.34	0.50
100	P-39	33.94	N31	N32	58.40	PVC	150.0	0.65	0.24
102	P-40	77.28	N32	N33	58.40	PVC	150.0	0.53	0.20
104	P-41	25.18	N33	N34	54.20	PVC	150.0	0.51	0.22
105	P-42	18.80	N15	N28	29.40	PVC	150.0	0.29	0.43
108	P-44	39.47	N27	N35	43.40	PVC	150.0	0.31	0.21
110	P-45	30.93	N35	N36	43.40	PVC	150.0	0.24	0.16
112	P-46	33.83	N36	N37	22.90	PVC	150.0	0.03	0.08
113	P-47	46.08	N36	N29	22.90	PVC	150.0	0.09	0.22
115	P-48	68.35	N31	N38	58.40	PVC	150.0	0.56	0.21
116	P-49	29.91	N38	N33	29.40	PVC	150.0	0.12	0.17
118	P-50	24.87	N19	N39	29.40	PVC	150.0	0.56	0.82
119	P-51	16.40	N38	N39	29.40	PVC	150.0	0.33	0.48
121	P-52	119.58	N39	N40	43.40	PVC	150.0	0.72	0.49
123	P-53	35.57	N40	N41	22.90	PVC	150.0	0.16	0.40
125	P-54	174.76	N34	N42	29.40	PVC	150.0	0.31	0.46
127	P-55	33.88	N42	N43	22.90	PVC	150.0	0.10	0.24
129	P-56	30.44	N43	N44	29.40	PVC	150.0	-0.02	0.02
131	P-57	81.72	N22	N45	54.20	PVC	150.0	0.48	0.70
132	P-58	17.31	N45	N41	29.40	PVC	150.0	0.22	0.32
133	P-59	38.02	N45	N25	22.90	PVC	150.0	0.12	0.29
134	P-60	166.06	N40	N43	29.40	PVC	150.0	0.23	0.33
140	P-64	139.28	N41	N44	29.40	PVC	150.0	0.19	0.28
142	P-65	51.49	N43	N48	22.90	PVC	150.0	0.05	0.13
144	P-66	139.05	R-1	N3	80.10	PVC	150.0	7.98	1.58



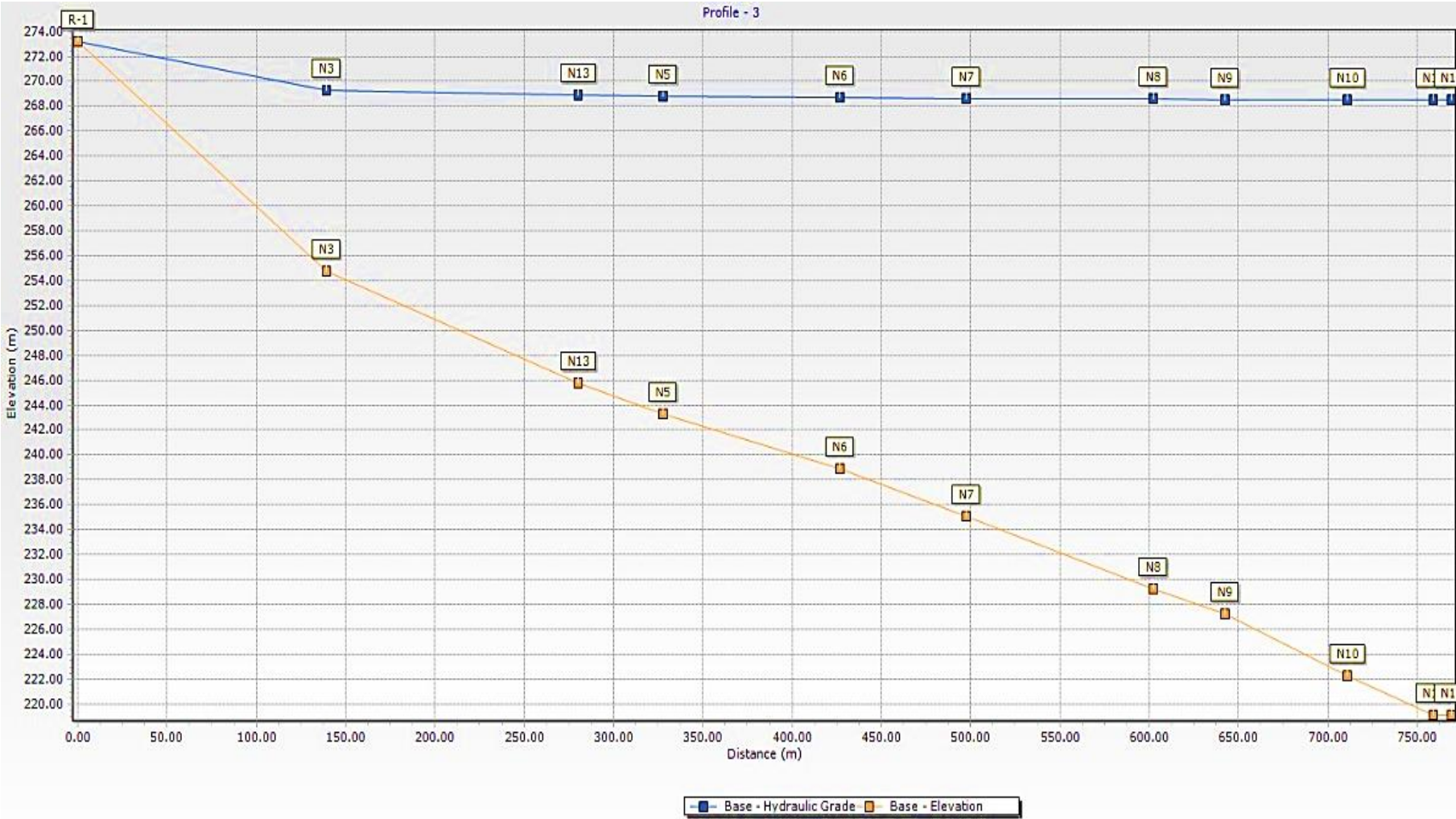
# Gradiente del sistema de distribución



## Gradiente del sistema de distribución



# Gradiente del sistema de distribución



### Datos a considerar para determinar la demanda de agua.

Qmh	7.87	L / s
Longitud total del proyecto	3,911.43	m
Caudal unitario por metro	<b>0.0020</b>	<b>l/s/m</b>

#### Diseño del sistema de alcantarillado.

Los habitantes del C.P. Bello Horizonte evacuan sus aguas negras mediante tubería hacia el río Moche lo cual es un contaminante directo debido a que a los alrededores se encuentran terrenos de cultivo, además la población está expuesta a cualquier tipo de enfermedad, por este motivo optamos por el uso de un sistema sanitario uniéndose al sistema de alcantarillado.

**Consideraciones para el diseño:** Entre las consideraciones más relevantes tenemos población, caudal, pendiente y periodo de diseño.

**Población:** consideramos una población futura a un tiempo determinado de 20 años, considerando el índice de aumento poblacional.

**Caudal de aporte:** Para este flujo, se ha adoptado un 80% del Q<sub>máx/h</sub>.

**Caudal de diseño:** De acuerdo a la norma OS.070, se utilizó el Q<sub>máx/h</sub> para diseñar las redes de desagüe.

**Pendiente:** Para determinar la pendiente hidráulica en las redes de desagüe entre tramos implicó dividir la cota entre los dos puntos comprometidos, el resultado fue dividido entre la distancia de los puntos indicados anteriormente. Usamos la siguiente expresión:

$$S = \frac{H1 - H2}{L}$$

Donde:

S =Pendiente.

H1 =Elevación aguas arriba.

H2 =Elevación aguas abajo.

L = Distancia horizontal entre dos cotas expresadas en metros.

La pendiente cumple con los criterios de la fuerza de tracción a partir de la cual la velocidad de salida en algunos tramos sea equivalente a 5 m/s para ser considerada como pendiente máxima.

### **Máxima Velocidad:**

Es importante evitar que las partículas arrastradas por las aguas grises actúen de forma agresiva al llegar a los buzones del sistema.

### **Velocidad mínima:**

Permitirá que el sistema se limpie automáticamente durante las horas de menor consumo. La velocidad mín. evitará la sedimentación exagerada de material sólido.

### **Tensión tractiva:**

Alude al esfuerzo tangencial vinculado a la escorrentía por gravedad en las tuberías del sistema. Usando los criterios de tensión tractiva, las pendientes deben satisfacer el criterio de autolimpieza. Cada sección ( $\sigma$ ) el caudal inicial ( $Q_i$ ) debe tener un valor mínimo de  $\sigma = 1,0$  Pa; y un valor del coeficiente de Manning de  $n = 0,013$ . para verificar esto. Esta expresión puede ser útil para determinar la pendiente mínima que cumple con este requisito:

$$S_{omin} = 0.0055 * Q_i^{-0.47}$$

### **Donde:**

$$S_{o \ min} = \text{Pendiente mínima} \left( \frac{m}{m} \right)$$

$$Q_i = \text{Caudal inicial} \left( \frac{L}{s} \right)$$

La pendiente máxima permitida para la velocidad final  $V_f = 5$  m/s. Asegurar una adecuada ventilación de la sección cuando  $V_f$  sea mayor que  $V_c$ , la altura del nivel freático permitido debe ser 50% mayor que el diámetro del colector.

$$V_c = 6 * \sqrt{g} * R_h$$

### **Donde:**

Crítico velocidad (m/s) =  $V_c$

Aceleración gravitacional (m/s<sup>2</sup>) = g

Radio hidráulico en metros = Rh

El valor final del caudal máximo debe ser inferior o igual al 75% del diámetro del colector.

### **Planificación del sistema de alcantarillado:**

Año: -----→ 20

N.º viviendas: -----→ 303

Densidad de población: --→ 5,5 Hab/viv.

La tasa de crecimiento: --→ 2,69

Dotación per cápita: -----→ 120,00 l/hab/d

**Qm** = 6.9 l/s

**K2** = 2

Qmh. = 5.12 l/s.

Qalc = 2,14 l/s.

Quni = 0.015 l/s/viv.

### Cálculo hidráulico de redes de alcantarillado.

PROYECTO: ALCANTARILLADO CENTRO POBLADO BELLO HORIZONTE											
ZONA: RED COLECTORA											
PARÁMETROS DE DISEÑO											
Observación	Manning	Serie	Diámetro	Infiltración	Tipo Tubería	Dotación	120	l/s	Longitud de Tuberías	3,704.91	m
Inicio de tramo	0.009	25	110	NO	PVC	Población Proyectada	2,834.00	Hab			
Primeros 300 m	0.009	20	160	NO	PVC	Coficiente Máximo Horario	2.03		Caudal metro de tubería	0.00172	l/s/m
Red colectora		16.7	200			Aporte al Alcantarillado	80.00	%			
			315			Caudal Máximo Horario	6.38	l/s			

Datos Generales y Caudales de Diseño							Régimen Hidráulico										Régimen Hidráulico							Observación							
Buzón		TUBERIA	Longitud	CAUDAL (lps)			Cotas de Tapa		Pendiente terreno	Cotas de Fondo		Altura Bz. de Inicio	Pendiente Tubería	Diámetro Nominal	Tipo de Tubería	Serie	Diámetro Interno	Coficiente de Manning	Sección Llena		Sección Parcial		Tirante		Ángulo	Área Mojada	Perímetro Mojado	Velocidad Real	Velocidad Crítica	Fuerza Tráctiva	
De	A		L	PROP IO	LATE RAL	TOT AL	m.s.n.m.			m.s.n.m.									Vel ocid ad	Cau dal	Q <sub>DIS</sub> /Q <sub>MAX</sub>	h/D	h	%							
Nº	Nº		(m)				Inicial	Final	‰	Inicial	Final	m	‰	mm		s	mm	η	m/s	l/s			mm	h/D	°	m²	m	m/s	m/s	Pascal	
BzN 1	BzN 2	TUBERIA 01	43.92	0.08	0.00	0.08	256.04	254.96	24.59	254.84	253.76	1.20	2.46	200	PVC	20	195.1	0.009	0.74	21.99	0.003	0.43	8.29	4.25	47.59	0.00044	0.08	0.17	1.38	13.07	Red colectora
BzN 2	BzN 6	TUBERIA 02	98.30	0.17	0.08	0.24	254.96	247.40	76.91	253.76	246.20	1.20	7.69	200	PVC	20	195.1	0.009	1.30	38.89	0.006	0.56	10.93	5.60	54.75	0.00066	0.09	0.36	1.58	53.49	Red colectora
BzN 2	BzN 3	TUBERIA 03	66.31	0.11	0.00	0.11	254.96	248.40	98.93	253.76	247.20	1.20	9.89	200	PVC	20	195.1	0.009	1.48	44.11	0.003	0.37	7.12	3.65	44.06	0.00035	0.08	0.31	1.28	45.27	Red colectora
BzN 3	BzN 4	TUBERIA 04	73.40	0.13	0.11	0.24	248.40	242.98	73.84	247.20	241.78	1.20	7.38	200	PVC	20	195.1	0.009	1.27	38.10	0.006	0.56	10.93	5.60	54.75	0.00066	0.09	0.35	1.58	51.36	Red colectora
BzN 4	BzN 5	TUBERIA 05	78.90	0.14	0.24	0.38	242.98	240.00	37.77	241.78	238.80	1.20	3.78	200	PVC	20	195.1	0.009	0.91	27.25	0.014	0.82	15.90	8.15	66.35	0.00115	0.11	0.32	1.90	37.76	Red colectora
BzN 6	BzN 7	TUBERIA 06	31.30	0.05	0.24	0.30	247.40	246.60	25.56	246.20	245.40	1.20	2.56	200	PVC	20	195.1	0.009	0.75	22.42	0.013	0.81	15.75	8.08	66.04	0.00114	0.11	0.26	1.89	25.33	Red colectora
BzN 7	BzN 11	TUBERIA 07	72.59	0.12	0.30	0.42	246.60	240.00	90.92	245.40	238.80	1.20	9.09	200	PVC	20	195.1	0.009	1.41	42.28	0.010	0.70	13.71	7.03	61.48	0.00092	0.10	0.45	1.77	78.78	Red colectora
BzN 8	BzN 10	TUBERIA 08	51.81	0.09	0.00	0.09	248.42	240.63	150.36	247.22	239.43	1.20	15.04	200	PVC	20	195.1	0.009	1.82	54.37	0.002	0.30	5.80	2.98	39.73	0.00026	0.07	0.33	1.16	56.26	Red colectora
BzN 10	BzN 11	TUBERIA 09	29.92	0.05	0.14	0.19	240.63	240.00	21.06	239.43	238.80	1.20	2.11	200	PVC	20	195.1	0.009	0.68	20.35	0.009	0.68	13.27	6.80	60.46	0.00088	0.10	0.21	1.74	17.68	Red colectora

BzN 9	Bz N 10	TUBERIA 10	28.49	0.05	0.00	0.05	242.20	240.63	55.11	241.00	239.43	1.20	5.51	200	PVC	20	195.1	0.009	1.10	32.92	0.001	0.028	5.37	2.75	38.18	0.00023	0.07	0.19	1.12	19.08	Red colector a
BzN 5	Bz N 18	TUBERIA 11	67.91	0.12	0.38	0.49	240.00	236.44	52.42	238.80	235.24	1.20	5.24	200	PVC	20	195.1	0.009	1.07	32.11	0.015	0.086	16.78	8.60	68.21	0.00125	0.12	0.39	1.95	55.18	Red colector a
BzN 11	Bz N 15	TUBERIA 12	70.36	0.12	0.61	0.73	240.00	240.00	0.00	238.80	237.39	1.20	2.00	200	PVC	20	195.1	0.009	0.66	19.85	0.037	0.131	25.56	13.10	84.88	0.00231	0.14	0.32	2.38	31.41	Red colector a
BzN 13	Bz N 12	TUBERIA 13	39.89	0.07	0.00	0.07	240.00	240.00	0.00	238.80	238.20	1.20	1.50	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.20	0.004	0.045	8.83	4.53	49.13	0.00048	0.08	0.14	1.43	8.50	Red colector a
BzN 12	Bz N 14	TUBERIA 14	59.98	0.10	0.07	0.17	240.00	240.00	0.00	238.20	237.30	1.80	1.50	200	PVC	20	195.1	0.009	0.57	17.18	0.010	0.070	13.71	7.03	61.48	0.00092	0.10	0.18	1.77	13.00	Red colector a
BzN 14	Bz N 19	TUBERIA 15	59.98	0.10	0.17	0.28	240.00	237.57	40.51	237.30	236.37	2.70	1.55	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.46	0.016	0.087	16.97	8.70	68.62	0.00127	0.12	0.21	1.96	16.50	Red colector a
BzN 15	Bz N 18	TUBERIA 16	75.39	0.13	0.00	0.13	240.00	236.44	47.22	237.39	235.24	2.61	2.85	200	PVC	20	195.1	0.009	0.79	23.68	0.005	0.053	10.34	5.30	53.24	0.00061	0.09	0.21	1.54	18.80	Red colector a
BzN 15	Bz N 16	TUBERIA 17	69.83	0.12	0.73	0.85	240.00	236.78	46.11	237.39	235.58	2.61	2.59	200	PVC	20	195.1	0.009	0.76	22.58	0.038	0.132	25.75	13.20	85.22	0.00234	0.15	0.36	2.38	40.91	Red colector a
BzN 16	Bz N 17	TUBERIA 18	51.88	0.09	0.00	0.09	236.78	234.08	52.04	235.58	232.88	1.20	5.20	200	PVC	20	195.1	0.009	1.07	31.99	0.003	0.038	7.41	3.80	44.96	0.00037	0.08	0.23	1.31	24.78	Red colector a
BzN 18	Bz N 22	TUBERIA 19	85.11	0.15	0.62	0.77	236.44	231.67	56.05	235.24	230.47	1.20	5.60	200	PVC	20	195.1	0.009	1.11	33.20	0.023	0.105	20.49	10.50	75.63	0.00167	0.13	0.46	2.14	71.34	Red colector a
BzN 22	Bz N 23	TUBERIA 20	20.43	0.04	0.77	0.80	231.67	230.61	51.88	230.47	229.41	1.20	5.19	200	PVC	20	195.1	0.009	1.07	31.94	0.025	0.109	21.27	10.90	77.11	0.00177	0.13	0.45	2.18	68.42	Red colector a
BzN 25	Bz N 23	TUBERIA 21	26.69	0.05	0.25	0.30	231.87	230.61	47.21	230.67	229.41	1.20	4.72	200	PVC	20	195.1	0.009	1.02	30.47	0.010	0.070	13.56	6.95	61.14	0.00091	0.10	0.32	1.76	40.48	Red colector a
BzN 17	Bz N 25	TUBERIA 22	41.50	0.07	0.09	0.16	234.08	231.87	53.25	232.88	230.67	1.20	5.33	200	PVC	20	195.1	0.009	1.08	32.36	0.005	0.050	9.76	5.00	51.68	0.00056	0.09	0.28	1.50	33.17	Red colector a
BzN 26	Bz N 25	TUBERIA 23	54.05	0.09	0.00	0.09	234.56	231.87	49.77	233.36	230.67	1.20	4.98	200	PVC	20	195.1	0.009	1.05	31.28	0.003	0.040	7.71	3.95	45.85	0.00039	0.08	0.23	1.33	24.61	Red colector a
BzN 16	Bz N 26	TUBERIA 24	43.93	0.08	0.85	0.93	236.78	234.56	50.53	235.58	233.36	1.20	5.05	200	PVC	20	195.1	0.009	1.05	31.52	0.030	0.117	22.83	11.70	80.01	0.00196	0.14	0.47	2.25	71.25	Red colector a
BzN 19	Bz N 20	TUBERIA 25	28.13	0.05	0.28	0.32	237.57	239.06	-52.97	236.37	235.94	1.20	1.53	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.34	0.019	0.095	18.44	9.45	71.61	0.00143	0.12	0.22	2.04	17.60	Red colector a
BzN 20	Bz N 29	TUBERIA 26	70.73	0.12	0.32	0.45	239.06	235.40	51.75	235.94	234.20	3.12	2.46	200	PVC	20	195.1	0.009	0.74	21.99	0.020	0.098	19.02	9.75	72.78	0.00150	0.12	0.29	2.07	29.19	Red colector a
BzN 21	Bz N 30	TUBERIA 27	61.62	0.11	0.00	0.11	240.79	236.44	70.59	239.59	235.14	1.20	7.22	200	PVC	20	195.1	0.009	1.26	37.68	0.003	0.038	7.41	3.80	44.96	0.00037	0.08	0.27	1.31	34.38	Red colector a
BzN 23	Bz N 24	TUBERIA 28	40.66	0.07	1.10	1.17	230.61	228.67	47.71	229.41	227.47	1.20	4.77	200	PVC	20	195.1	0.009	1.02	30.63	0.038	0.133	25.95	13.30	85.55	0.00236	0.15	0.49	2.39	75.84	Red colector a
BzN 27	Bz N 24	TUBERIA 29	78.69	0.14	0.00	0.14	231.77	228.67	39.40	230.57	227.47	1.20	3.94	200	PVC	20	195.1	0.009	0.93	27.83	0.005	0.050	9.76	5.00	51.68	0.00056	0.09	0.24	1.50	24.54	Red colector a
BzN 26	Bz N 27	TUBERIA 30	40.00	0.07	0.93	1.00	234.56	231.77	69.75	233.36	230.57	1.20	6.98	200	PVC	20	195.1	0.009	1.24	37.03	0.027	0.112	21.85	11.20	78.21	0.00184	0.13	0.53	2.21	94.37	Red colector a
BzN 24	Bz N 39	TUBERIA 31	69.49	0.12	1.31	1.43	228.67	223.88	68.93	227.47	222.68	1.20	6.89	200	PVC	20	195.1	0.009	1.23	36.82	0.039	0.134	26.14	13.40	85.89	0.00239	0.15	0.59	2.40	110.34	Red colector a
BzN 37	Bz N 39	TUBERIA 32	75.60	0.13	0.00	0.13	225.00	223.88	14.81	223.80	222.68	1.20	1.48	200	PVC	20	195.1	0.009	0.57	17.07	0.008	0.062	12.10	6.20	57.67	0.00077	0.10	0.17	1.66	11.37	Red colector a
BzN 27	Bz N 37	TUBERIA 33	71.38	0.12	1.00	1.12	231.77	225.00	94.84	230.57	223.80	1.20	9.48	200	PVC	20	195.1	0.009	1.44	43.18	0.026	0.110	21.46	11.00	77.48	0.00179	0.13	0.62	2.19	126.16	Red colector a



BzN 28	Bz N 36	TUBERIA 34	45.89	0.08	0.48	0.56	233.45	229.49	86.29	232.25	228.29	1.20	8.63	200	PVC	20	195.1	0.009	1.38	41.19	0.013	0.081	15.75	8.08	66.04	0.00114	0.11	0.48	1.89	85.50	Red colector a
BzN 29	Bz N 28	TUBERIA 35	18.11	0.03	0.45	0.48	235.40	233.45	107.68	234.20	232.25	1.20	10.77	200	PVC	20	195.1	0.009	1.54	46.01	0.010	0.071	13.85	7.10	61.81	0.00094	0.11	0.50	1.78	94.26	Red colector a
BzN 30	Bz N 29	TUBERIA 36	24.23	0.04	0.00	0.04	236.44	235.40	42.92	235.14	234.20	1.30	3.88	200	PVC	20	195.1	0.009	0.92	27.62	0.002	0.028	5.37	2.75	38.18	0.00023	0.07	0.16	1.12	13.43	Red colector a
BzN 30	Bz N 31	TUBERIA 37	5.80	0.01	0.15	0.16	236.44	236.46	-3.45	235.14	234.96	1.30	3.10	200	PVC	20	195.1	0.009	0.83	24.70	0.006	0.057	11.12	5.70	55.25	0.00068	0.09	0.23	1.60	21.96	Red colector a
BzN 31	Bz N 34	TUBERIA 38	24.98	0.04	0.16	0.20	236.46	232.80	146.52	234.96	231.60	1.50	13.45	200	PVC	20	195.1	0.009	1.72	51.43	0.004	0.045	8.83	4.53	49.13	0.00048	0.08	0.41	1.43	75.99	Red colector a
BzN 34	Bz N 32	TUBERIA 39	28.06	0.05	0.20	0.25	232.80	231.37	50.96	231.60	230.17	1.20	5.10	200	PVC	20	195.1	0.009	1.06	31.66	0.008	0.062	12.10	6.20	57.67	0.00077	0.10	0.31	1.66	39.13	Red colector a
BzN 32	Bz N 33	TUBERIA 40	23.55	0.04	0.25	0.29	231.37	229.89	62.85	230.17	228.69	1.20	6.28	200	PVC	20	195.1	0.009	1.18	35.15	0.008	0.064	12.49	6.40	58.62	0.00081	0.10	0.35	1.69	49.76	Red colector a
BzN 33	Bz N 47	TUBERIA 41	42.65	0.07	0.29	0.36	229.89	231.77	-44.08	228.69	228.05	1.20	1.50	200	PVC	20	195.1	0.009	0.57	17.18	0.021	0.100	19.51	10.00	73.74	0.00156	0.13	0.23	2.09	18.24	Red colector a
BzN 48	Bz N 47	TUBERIA 42	40.58	0.07	0.00	0.07	231.14	231.77	-15.52	229.94	228.05	1.20	4.66	200	PVC	20	195.1	0.009	1.01	30.26	0.002	0.035	6.83	3.50	43.13	0.00033	0.07	0.21	1.26	20.45	Red colector a
BzN 36	Bz N 35	TUBERIA 43	68.00	0.12	0.56	0.67	229.49	223.33	90.59	228.29	219.81	1.20	12.47	200	PVC	20	195.1	0.009	1.66	49.52	0.014	0.082	15.90	8.15	66.35	0.00115	0.11	0.58	1.90	124.67	Red colector a
BzN 39	Bz N 40	TUBERIA 44	57.17	0.10	1.56	1.66	223.88	220.00	67.87	222.68	218.80	1.20	6.79	200	PVC	20	195.1	0.009	1.22	36.53	0.045	0.145	28.29	14.50	89.53	0.00268	0.15	0.62	2.49	116.89	Red colector a
BzN 40	Bz N 41	TUBERIA 45	49.63	0.09	1.66	1.74	220.00	220.00	0.00	218.80	218.20	1.20	1.21	200	PVC	20	195.1	0.009	0.52	15.42	0.113	0.226	44.00	22.60	113.54	0.00507	0.19	0.34	3.04	31.07	Red colector a
BzN 41	Bz N 38	TUBERIA 46	32.24	0.06	1.74	1.80	220.00	220.00	0.00	218.20	217.57	1.80	1.95	200	PVC	20	195.1	0.009	0.66	19.60	0.092	0.204	39.75	20.38	107.33	0.00437	0.18	0.41	2.91	45.84	Red colector a
BzN 38	Bz N 45	TUBERIA 47	46.32	0.08	1.80	1.88	220.00	220.00	0.00	217.57	216.87	2.43	1.51	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.24	0.109	0.222	43.36	22.23	112.51	0.00495	0.19	0.38	3.02	38.28	Red colector a
BzN 42	Bz N 43	TUBERIA 48	75.31	0.13	0.00	0.13	220.00	218.95	13.94	218.80	216.32	1.20	3.29	200	PVC	20	195.1	0.009	0.85	25.45	0.005	0.051	9.95	5.10	52.21	0.00058	0.09	0.22	1.51	20.91	Red colector a
BzN 45	Bz N 43	TUBERIA 49	36.13	0.06	3.12	3.18	220.00	218.95	29.06	216.87	216.32	3.13	1.52	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.30	0.184	0.289	56.38	28.90	130.08	0.00716	0.22	0.44	3.38	48.27	Red colector a
BzN 37	Bz N 45	TUBERIA 50	70.51	0.12	1.12	1.24	225.00	220.00	70.91	223.80	216.87	1.20	9.83	200	PVC	20	195.1	0.009	1.47	43.96	0.028	0.115	22.44	11.50	79.29	0.00191	0.14	0.64	2.23	136.33	Red colector a
BzN 43	Bz N 54	TUBERIA 51	84.30	0.15	3.31	3.46	218.95	217.49	17.32	216.32	215.18	2.63	1.35	200	PVC	20	195.1	0.009	0.55	16.31	0.212	0.313	60.97	31.25	135.95	0.00798	0.23	0.43	3.49	45.73	Red colector a
BzN 45	Bz N 44	TUBERIA 52	86.19	0.15	0.00	0.15	220.00	219.71	3.36	216.87	215.57	3.13	1.51	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.22	0.009	0.066	12.83	6.58	59.43	0.00084	0.10	0.18	1.71	12.26	Red colector a
BzN 44	Bz N 54	TUBERIA 53	38.88	0.07	2.05	2.12	219.71	217.49	57.10	215.57	215.18	4.14	1.00	200	PVC	20	195.1	0.009	0.47	14.04	0.151	0.262	51.19	26.24	123.26	0.00626	0.21	0.34	3.24	29.33	Red colector a
BzN 46	Bz N 44	TUBERIA 54	17.32	0.03	1.88	1.91	220.34	219.71	36.37	216.00	215.57	4.34	2.48	200	PVC	20	195.1	0.009	0.74	22.09	0.086	0.197	38.43	19.70	105.40	0.00417	0.18	0.45	2.86	56.52	Red colector a
BzN 35	Bz N 46	TUBERIA 55	44.94	0.08	1.56	1.64	223.33	220.34	66.53	219.81	216.00	3.52	8.48	200	PVC	20	195.1	0.009	1.37	40.83	0.040	0.136	26.48	13.58	86.48	0.00243	0.15	0.66	2.42	137.36	Red colector a
BzN 51	Bz N 35	TUBERIA 56	82.46	0.14	0.74	0.89	222.25	223.33	-13.10	221.05	219.81	1.20	1.50	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.20	0.052	0.154	30.09	15.43	92.50	0.00293	0.16	0.30	2.56	27.42	Red colector a
BzN 52	Bz N 46	TUBERIA 57	68.82	0.12	0.12	0.24	219.90	220.34	-6.39	217.04	216.00	2.86	1.51	200	PVC	20	195.1	0.009	0.58	17.24	0.014	0.082	16.05	8.23	66.66	0.00117	0.11	0.20	1.91	15.24	Red colector a





### Coeficiente de Manning.

TUBERIA	Longitud (m)	CAUDAL (l/s)	Diámetro Nominal (mm)	Tipo de Tubería	Coeficiente de Manning ( $\eta$ )	Diámetro Interno
TUBERIA 01	43.92	0.08	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 02	98.30	0.24	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 03	66.31	0.11	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 04	73.40	0.24	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 05	78.90	0.38	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 06	31.30	0.30	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 07	72.59	0.42	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 08	51.81	0.09	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 09	29.92	0.19	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 10	28.49	0.05	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 11	67.91	0.49	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 12	70.36	0.73	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 13	39.89	0.07	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 14	59.98	0.17	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 15	59.98	0.28	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 16	75.39	0.13	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 17	69.83	0.85	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 18	51.88	0.09	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 19	85.11	0.77	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 20	20.43	0.80	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 21	26.69	0.30	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 22	41.50	0.16	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 23	54.05	0.09	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 24	43.93	0.93	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 25	28.13	0.32	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 26	70.73	0.45	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 27	61.62	0.11	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 28	40.66	1.17	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 29	78.69	0.14	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 30	40.00	1.00	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 31	69.49	1.43	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 32	75.60	0.13	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 33	71.38	1.12	200	PVC	0.009	195.1

BUZON	DIAMETRO (m)	Cotas de Tapa	Cotas de Fondo	PROFUNDIDAD
		m.s.n.m.	m.s.n.m.	
Bz 01	1.2	256.04	254.84	1.20
Bz 02	1.2	254.96	253.76	1.20
Bz 03	1.2	248.40	247.20	1.20
Bz 04	1.2	242.98	241.78	1.20
Bz 05	1.2	240.00	238.80	1.20
Bz 06	1.2	247.40	246.20	1.20
Bz 07	1.2	246.60	245.40	1.20
Bz 08	1.2	248.42	247.22	1.20
Bz 09	1.2	242.20	241.00	1.20
Bz 10	1.2	240.63	239.43	1.20
Bz 11	1.2	240.00	238.80	1.20
Bz 12	1.2	240.00	238.20	1.80
Bz 13	1.2	240.00	238.80	1.20
Bz 14	1.2	240.00	237.30	2.70
Bz 15	1.2	240.00	237.39	2.61
Bz 16	1.2	236.78	235.58	1.20
Bz 17	1.2	234.08	232.88	1.20
Bz 18	1.2	236.44	235.24	1.20
Bz 19	1.2	237.57	236.37	1.20
Bz 20	1.2	239.06	235.94	3.12
Bz 21	1.2	240.79	239.59	1.20
Bz 22	1.2	231.67	230.47	1.20
Bz 23	1.2	230.61	229.41	1.20
Bz 24	1.2	228.67	227.47	1.20
Bz 25	1.2	231.87	230.67	1.20
Bz 26	1.2	234.56	233.36	1.20
Bz 27	1.2	231.77	230.57	1.20
Bz 28	1.2	233.45	232.25	1.20
Bz 29	1.2	235.40	234.20	1.20
Bz 30	1.2	236.44	235.14	1.30
Bz 31	1.2	236.46	234.96	1.50
Bz 32	1.2	231.37	230.17	1.20
Bz 33	1.2	229.89	228.69	1.20

TUBERIA 34	45.89	0.56	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 35	18.11	0.48	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 36	24.23	0.04	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 37	5.80	0.16	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 38	24.98	0.20	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 39	28.06	0.25	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 40	23.55	0.29	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 41	42.65	0.36	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 42	40.58	0.07	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 43	68.00	0.67	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 44	57.17	1.66	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 45	49.63	1.74	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 46	32.24	1.80	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 47	46.32	1.88	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 48	75.31	0.13	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 49	36.13	3.18	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 50	70.51	1.24	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 51	84.30	3.46	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 52	86.19	0.15	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 53	38.88	2.12	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 54	17.32	1.91	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 55	44.94	1.64	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 56	82.46	0.89	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 57	68.82	0.24	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 58	46.43	0.51	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 59	70.22	0.12	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 60	79.26	0.23	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 61	55.55	0.10	200	PVC	0.009	195.1
TUBERIA 62	55.92	5.68	315	PVC	0.009	307.3
TUBERIA 63	24.16	5.72	315	PVC	0.009	307.3
TUBERIA 64	20.89	5.75	315	PVC	0.009	307.3
TUBERIA 65	70.74	5.87	315	PVC	0.009	307.3
TUBERIA 66	291.50	6.38	315	PVC	0.009	307.3

Bz 34	1.2	232.80	231.60	1.20
Bz 35	1.2	223.33	219.81	3.52
Bz 36	1.2	229.49	228.29	1.20
Bz 37	1.2	225.00	223.80	1.20
Bz 38	1.2	220.00	217.57	2.43
Bz 39	1.2	223.88	222.68	1.20
Bz 40	1.2	220.00	218.80	1.20
Bz 41	1.2	220.00	218.20	1.80
Bz 42	1.2	220.00	218.80	1.20
Bz 43	1.2	218.95	216.32	2.63
Bz 44	1.2	219.71	215.57	4.14
Bz 45	1.2	220.00	216.87	3.13
Bz 46	1.2	220.34	216.00	4.34
Bz 47	1.2	231.77	228.05	3.72
Bz 48	1.2	231.14	229.94	1.20
Bz 49	1.2	224.14	222.63	1.51
Bz 50	1.2	224.67	223.47	1.20
Bz 51	1.2	222.25	221.05	1.20
Bz 52	1.2	219.90	217.04	2.86
Bz 53	1.2	219.30	218.10	1.20
Bz 54	1.2	217.49	215.18	2.31
Bz 55	1.2	216.45	214.55	1.90
Bz 56	1.2	215.45	214.25	1.20
Bz 57	1.2	214.45	213.25	1.20
Bz 58	1.2	213.70	212.50	1.20

DESCARGA	Cotas de Tapa	Cotas de Fondo	PROFUNDIDAD
	m.s.n.m.	m.s.n.m.	
IMHOFF	200.00	199.00	1.00

**Procedimiento de Selección:**

elegimos tanque Imhoff, como punto de instalación de saneamiento de excretas.

**Componentes****Caseta:**

Aquí se encuentran los artículos sanitarios además facilitará el uso de los diferentes aparatos sanitarios.

**Tubería de evacuación:**

Para este trabajo se tomó en consideración tubería PVC de 6" con pendientes de al menos 3 por mil hasta 116 en dirección a la caja de registro y posteriormente en dirección a la laguna de oxidación o petar anticipado.

**Caja de registro:**

Una caja de registro reconocida, donde se almacenarán las aguas residuales provenientes del inodoro y del lavadero multiusos cuyas medidas serán de 0,60 x 0,30 m. con tapa se puede quitar para hacer el mantenimiento necesario.

**Tratamiento de agua con residuos:**

Implica una serie de procedimientos químicos, físicos, bacterianos y biológicos, cuyo objetivo es eliminar los contaminantes del agua.

**Tratamiento preliminar:**

Los desarenadores son unidades que se pueden utilizar en la preparación de aguas servidas y posteriormente tratarlas y darle un uso adecuado.

**Desarenadores:**

Estructura diseñada con el propósito de retener la arena a fin de evitar su ingreso al tratamiento y causan problemas serios en el sistema. El uso de desarenadores es obligatorio en lagunas de estabilización.

**Tanque Imhoff:**

Sirve como una instalación de tratamiento primario para deshacerse de los sólidos en suspensión. Ofrecen beneficios como el control de líquidos con residuos domésticas para localidades de 5.000 hab. o menos. Aunque este tipo de tanque opera de manera simple y no necesita ningún componente mecánico, las aguas

residuales primero deben someterse a tratamiento de remoción y eliminación de arena para un adecuado de este.

**Datos:**

<b>Población-futura</b>	2, 834habitantes
<b>Periodo-diseño</b>	20años
<b>Dotación</b>	120 l/Hab/d
<b>% de abastecimiento</b>	80%
<b>Temperatura</b>	20°C

**Componentes:**

Sus tres divisiones de forma rectangular, son: La cámara digestora de lodos, la zona de aireación y la zona de acumulación de natas.

**Ventajas:**

Ayuda a la digestión de los lodos y produce un líquido residual con cualidades excelentes.

**Desventajas:**

Debido a su 90 a 95% de humedad, el lodo depositado es evacuado con dificultad. El desarenador suele ser el único tratamiento previo necesario para introducir aguas residuales en los tanques Imhoff.

La diferencia con una laguna de oxidación es que la retención en estas unidades es más corta y los gastos operativos son inferiores.

Son adecuados para áreas densamente pobladas con menos de 5,000 habitantes, donde no es necesaria una supervisión permanente.

**Desventajas:** Tienen más de 6 metros de profundidad, lo que hace que construirlos sea un desafío.

La mala calidad orgánica y microbiológica caracteriza el afluente del tanque Imhoff. A pesar que puede funcionar bien, sin embargo, puede emitir olores desagradables.

### **Diseño del tanque Imhoff.**

<b>A. TANQUE IMHOFF</b>	
Población futura:	2834 Hab
Dotación per cápita:	120 Lts/Hab/día
Temperatura:	Máxima Promedio: 23.00 °C
	Mínima Promedio: -1.7.00 °C
	Promedio Anual: 20.00 °C
Temperatura de Diseño:	20°C
Contribución de aguas residuales	80%
Contribución de infiltr. por long de tub.	0.0002xlong.tub
Contribución de infiltr. por N° de buzones.	0.0044xnro buzones
<b>Caudal de Diseño:</b>	
QPromedio anual =	0.80*Dotación*Pfutura + Qinfil.
=	272044 lt/día
Qpromedio anual =	4.36 lt/seg
QMáximoDiario =	Qpromedio anual*1.3
QMáximoDiario =	5.30 lt/seg
QMáximoHorario =	Qpromedio anual*2.5
QMáximoHorario =	9.08 lt/seg
=	32697.9 lt/hora
=	32.698 m3/hora
=	8638.79 gal/hora
=	143.979753 gal/min
<b>Temperatura de Diseño:</b>	25 °C
Factor de Capacidad Relativa:	0.50
Volumen de Lodos:	70 lt / Hab / día
Volumen de sedimentación:	1m <sup>3</sup> / (m <sup>2</sup> * h)
Tiempo de retención:	1.5 h
Nro. de Unidades:	2.00
Caudal Máximo de Diseño:	9.08 lt /seg.
Caudal-Diseño Unitario (Qu):	4.54 lt /seg.
Caudal Promedio Unitario (Qpu):	7.85 m <sup>3</sup> / h

#### **SEDIMENTADOR (C/U):**

Está construido similarmente a un digestor; la parte baja será en forma " V", con pendiente que generará un ángulo de 50° y 60° aprox., sus lados se ensancharán de 0.15 a 0.20m, y tiene una entrada que puede variar de 0,15 a 0,20 metros.

#### **Determinación del caudal de diseño:**

$$\text{Caudal de diseño} = \frac{Pf * \text{Dotación}}{100} * \% \text{ Contribución}$$



$$\text{Caudal de diseño} = \frac{2834 * 120}{100} * 0.80$$

$$\text{Caudal de diseño} = 272.10 \frac{m^3}{\text{día}}$$

$$\text{Caudal de diseño} = 11.34 \frac{m^3}{\text{hora}}$$

**Área del sedimentador (As):**

$$As = \frac{Qd}{Cs}$$

**Donde:**

Cs = carga superficial = 1 m<sup>3</sup> / (m<sup>2</sup>\* h).

$$As = \frac{11.34}{1} \quad \text{--->} \quad As = 11.34 \text{ m}^2$$

**Periodo de retención hidráulico (R):**

Se recomienda utilizar dos horas fuera del rango de "R" 1 a 2,5 horas.

Entonces: R = 2 horas.

**Volumen del sedimentador (Vs):**

$$Vs = Qd * R$$

$$Vs = 11.34 * 2 \quad \text{====>} \quad Vs = 22.68 \text{ m}^2$$

**Longitud mín. del vertedero de salida (Lv):**

$$Lv = \frac{Q_{max}}{Chv}$$

**Donde:**

Q<sub>máx</sub>: Q<sub>máx</sub>. /diario de diseño.

Chv: carga hidráulica en el vertedero, entre 125 y 500 m<sup>3</sup>/ (m\* día),  
recomendamos usar 250m<sup>3</sup>/ (m<sup>2</sup> \*día)

$$Lv = \frac{272.10}{250} \quad \text{====>} \quad Lv = 1.00 \text{ m}$$

Por tanto, usaremos como longitud mínima del vertedero 0.90m. a fines de calcular la dimensión del sedimentador, teniendo en cuenta la relación entre el ancho y longitud de 4.00m mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{a}{b} = 4 \quad \text{====>} \quad a = 4 * b$$

$$\text{area} = 4b * b \quad \text{====>} \quad \text{area} = 4b^2$$

$$b = \sqrt{\left(\frac{\text{area}}{4}\right)} \quad \text{====>} \quad b = \sqrt{\left(\frac{11.34}{4}\right)}$$

$$b = 1.68 \text{ m}$$

Por lo tanto, se usó un valor para  $b = 1.50 \text{ m}$ .

$$a = 4 * 1.50 = 6 \text{ m}$$

**Determinamos altura de la cámara del sedimentador:**

**Datos:**

$$V = 4.00 \text{ m}^3$$

$$A = 6.00 \text{ m}$$

$$B = 1.50 \text{ m}$$

Como primer paso, cuantificamos la altura  $h_1$  mediante la fórmula siguiente:

$$h_1 = \sqrt{3} * \frac{b}{2} = 1.30 \text{ m}$$

**Encontrada la altura  $h_1$  calcularemos el  $V_1$ :**

$$V_1 = h_1 * a * \frac{b}{2} = 5.85 \text{ m}^3$$

Usaremos la siguiente fórmula para determinar el valor de  $h_2$  una vez que tengamos los valores de  $V_1$  y  $h_1$ :

$$h_2 = \frac{V - V_1}{a * b} = 0.65 \text{ m}$$

Con el conocimiento de  $h_2$ , la siguiente ecuación se puede utilizar para determinar  $V_2$ :

$$V_2 = h_2 * a * b = 5.85 \text{ m}^3$$

**Diseño del sedimentador.**

<b>Sedimentación:</b>	<b>24.52 m<sup>3</sup></b>
Área de Sedimentación:	Qpu/ 1 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *h)
A =	<b>7.85 m<sup>2</sup></b>
Espesor de muro:	0.15 m
Relación de Área (L/B):	1.00
Largo =	4.80 m
Ancho =	1.20 m
<b>Área Asumida:</b>	<b>5.76 m<sup>2</sup> &gt; 4.33 ----- &gt; OK</b>
Angulo fondo sedimentador	53.13° ----- > (50° - 60°)

<b>Tirante Sedimentación:</b>	h1+ h2
Altura de Sección Rectangular (h1):	0.60 m
Altura Sección Triangular (h2):	Tan 50°* (Lado/2)
=	3.20 m
Asumido =	0.80 m
<b>Borde Libre:</b>	0.30 m
Tirante total Sedimentación:	<b>1.70 m</b>
Espaciamiento Libre:	1.00 m min 1 m ---- > OK
Superficie Libre:	2.40 m <sup>2</sup>
Porcentaje Sup. Libre:	14.3% m <sup>2</sup> --- > 30% --- > OK

### DIGESTOR:

Es necesario considerar en el digestor el volumen de almacenamiento además de la digestión de lodos en tal sentido consideraremos los aspectos siguientes:

Los ángulos de las paredes laterales oscilarán entre 15° y 30° con respecto a la horizontal.

Para evitar que los gases se acumulen, consideramos tubería fundida de hierro de 200mm de diámetro quedando colocado verticalmente y tiene abierto el extremo inferior a una profundidad de 150 mm en el fondo del tanque. La cota máxima que puede alcanzar el lodo será de 0,50m por debajo del sedimentador.

#### ***Factor capacidad relativa.***

<b>Temperatura °c</b>	<b>Factor de capacidad relativa (fcr)</b>
5	2
10	1.4
15	1
20	0.7
25<	0.5

La temperatura promedio en Laredo es de 20°C, el valor respecto a la capacidad relativa es 0.70.

$$Vd = \frac{70 \cdot P \cdot Frc}{1000} \text{ ===== } > \quad Vd = \frac{70 \cdot 2834 \cdot 0.70}{1000}$$

**Donde:**

**P** = Población

**Fcr** = Factor de capacidad relativa

$$Vd = \frac{70 \cdot 2834 \cdot 0.70}{1000} = 138.87 \text{ m}^3$$

### ÁREA DE VENTILACIÓN Y CÁMARA DE NATAS:

Al diseñar el área libre que se encuentra entre las paredes del digestor y el sedimentador, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

Considerar 1m como mínimo para el espacio libre.

Un mínimo del 30% de la superficie última del tanque debe estar libre de obstrucciones. Se requiere una altura mín. de 30 cm altura para el borde libre.

$$\text{Área superficial} = a * Lb$$

$$\text{Área superficial} = 6 * 3.5$$

$$\text{Área superficial} = 21 \text{ m}^2$$

$$\text{Área Ventilación} = a * \text{Espacio libre}$$

$$\text{Área Ventilación} = 6 * 2.5$$

$$\text{Área Ventilación} = 15 \text{ m}^2$$

Verificación del Av. para comprobar si el caudal es más 30% del área total del tanque:

$$\frac{15}{21} = 57\% > 30\% \rightarrow \text{cumple} \quad \text{====} > 0.71 = 57\% > 30\% \rightarrow \text{cumple}$$

Para calcular las alturas relativas al digestor, se cambió el ángulo.

**Datos:**

$$\mathbf{A} = 6.00\text{m}$$

$$\mathbf{B} = 3.50\text{m}$$

Primero calculamos su altura h1 mediante la expresión siguiente:

$$h_1 = \frac{\sqrt{3} \times \frac{b}{2}}{3} = 1.01 \text{ m}$$

$$h_1 = 1.01 \text{ m} * h1$$

$$h_1 = 1.10 \text{ m}$$

Encontrada h1 calcularemos V1:

$$V1 = h1 * a * \frac{b}{3} = 7.7 \text{ m}^3$$

$$V1 = 7.7 \text{ m}^3$$

Luego de obtener los valores de V1 y h1 obtendremos el valor para h2.

$$h2 = \frac{V-V1}{a*b} ===== > h2 = \frac{138.87-7.70}{6*3.50}$$

$$h2 = 6.25 \text{ m} \approx 6.30\text{m}$$

Podemos calcular el valor de V2 conociendo el valor de h2.

$$V2 = h2 * a * b ===== > V2 = 6.30 * 6 * 3.50 ===== > V2 = 132.30 \text{ m}^3$$

### **Digestor.**

<b>DIGESTOR (C/U)</b>	
<b>Volumen Comp. Digestor:</b>	<b>= 49.59 m<sup>3</sup></b>
Cálculo del Tirante Digestor:	Volumen Digestor/Área total Tanque
Largo Digestor	<b>= 4.80m</b>
Ancho Digestor	<b>= 3.50m</b>
<b>Medidas de fondo del sedimentador:</b>	
Altura máx. de lodos (zona-neutra), en m.	<b>=0.75m</b>
Área Tanque Digestor	<b>= 16.80m<sup>2</sup></b>
Tirante Digestor	<b>= 2.95m</b>
Tirante Asumido	<b>= 1.20m</b>
Periodo de Digestión:	<b>= 30días</b>

#### **Lecho secado de lodos:**

Este método es simple y económico además servirá para deshidratar lodos estancados, consideramos adecuado para poblaciones pequeñas.

C, en Kg de SS/día. Sólidos ingresantes al sedimentador.

$$C = Q * SS * 0.0864$$

**Donde:**

SS = sólidos suspendidos de aguas residuales.

Q = caudal promedio de aguas residuales.

$$C = \frac{\text{Poblacion} * \text{contribucion per capita}}{1000} \left( \frac{\text{grss}}{\text{hab} * \text{dia}} \right)$$

Las comunidades sin servicio de alcantarillado según norma se asumen que deben proporcionar una contribución per cápita de valor 90gr SS/ (hab\* día)

$$C = \frac{2834 * 90}{1000} \left( \frac{\text{grss}}{\text{hab} * \text{dia}} \right)$$

$$C = 255.06 \left( \frac{\text{grss}}{\text{hab} * \text{dia}} \right)$$

La masa de sólidos que componen los lodos (Msd. en kg -SS/día) es igual al volumen diario de lodos.

$$Msd = (0,5 * 0,70 * 0,5 * C) + (0,5 * 0,3 * C).$$

$Msd = (0.5 * 0.70 * 0.5 * 255.06) + (0.5 * 0.3 * 255.06)$ , o'digeridos (Vld, en l/d:

$$Msd = 44.64 + 38.25$$

$$Msd = 82.89 \text{ KgSS/día}$$

**Vld** = Volumen diario de lodos digeridos;  $Vld = \frac{Msd}{Plodos * \frac{\% \text{ de solidos}}{100}}$

$$Vld = \frac{Msd}{Plodos * \frac{\% \text{ de solidos}}{100}}$$

**Donde:**

**Plodo:** densidad-lodos, = 1,04 kg / litro.

**% de sólidos:** el lodo tiene un contenido de sólidos que oscila entre el 8 y el 12%, porcentaje de sólidos (%) para el proyecto actual de 20%.

$$Vld = \frac{82.89}{1.04 * \frac{10}{100}}$$

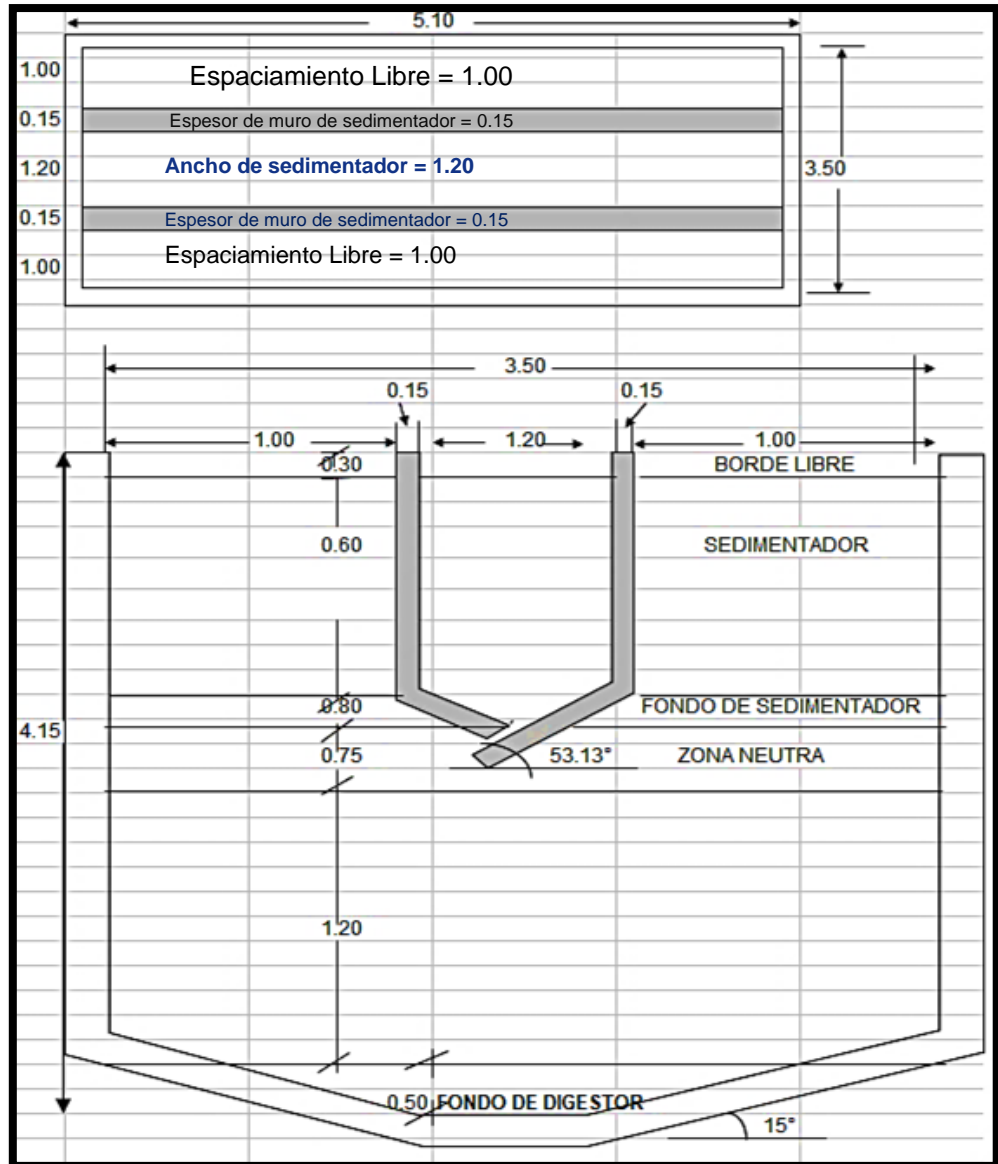
$$Vld = 797.02 \text{ Kg SS/día}$$

### **Lodos.**

<b>LODOS (C/U)</b>	
Sección:	Variable
Periodo de Acumulación:	= 7 días
<b>Datos de Diseño:</b>	
Sólidos Totales:	= 710 mg/L
DBO:	= 320 mg/L
S S:	= 710 mg/L
Gesp sólidos:	= 1.05 Kg/L
% sólidos:	= 12.50 al peso
Cont. Per cápita SS:	= 90.00 g SS/hab. Día
Carga-Sólidos (C):	= 2011.99 g SS/día
Masa-Sólidos:	= 0.654 Kg SS/día
Volumen-Diario-Lodos:	= 4.98 lt/día
Volumen a extraerse:	= 0.15 m <sup>3</sup>
Tirante lodos (mínimo):	= 2.67 cm

Inclinar tolva en el digestor	= $15^\circ$ ( $15^\circ - 30^\circ$ )
Diámetro en Radianes	= 0.2618 radianes
Tirante Lecho de Lodos:	= 0.47 m
Tirante Asumido:	= 0.50 m
Altura Total Tanque:	= <b>4.15 m</b>

### Diseño del tanque Imhoff.



### Área de secado del lecho (As):

$$A_{ls} = \frac{V_{el}}{H_a}$$

Donde

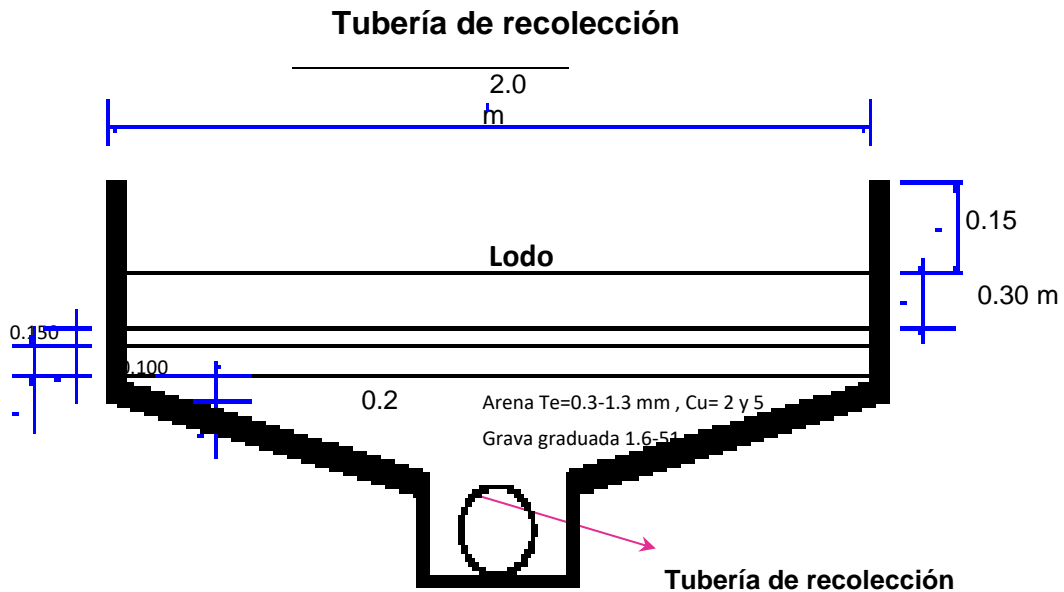
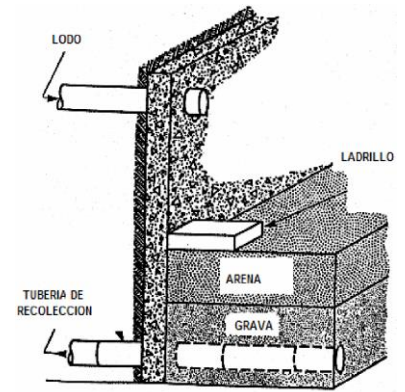
Ha: aplicación entre 0.20 y 0.40 m de profundidad.

He = 0.300m

Als = 10.627 m<sup>2</sup>

L = 4.00 m

A = 2.00 m



### Diseño de rejas finas:

#### Criterios de diseño:

Caudal de diseño:

**Q<sub>prom.</sub>** = 0.0039 m<sup>3</sup>/s \* 1000 = 3.936 l/s

**Q<sub>max</sub>** = 0.0051 m<sup>3</sup>/s \* 1000 = 5.1 l/s

#### Cálculo de rejas para el Q<sub>máx.</sub>:

Caudal máximo (Q) = 0.0051 m<sup>3</sup>/s

Ángulo de inclinación: OS.090 <45°-60°>, consideramos 50°

(e) = 0.0075m, para espesor de barra.

(a) = 0,015 mm, separación entre barras.



$E = (a / (e + a)) = 0,67$ , eficiencia de una barra.

$V$ , (m / s) < 0,60 - 0,75>, considerando 0.75m/s; velocidad en rejas.

( $V_o$ ): < 0,3 – 0,6> = 0,50 m/s; Velocidad de aproximación

( $b$ ) = 1,00m; valor asumido para el ancho del canal.

( $n$ ) = 0.014m; coeficiente de Manning.

" $n$ " = ( $b - a$ ) / ( $e + a$ ) = 43; número de barras.

### **Determinación del caudal máximo:**

Al determinar el caudal máximo usamos el área útil en rejas ( $A_u$ ) = 0,0068m<sup>2</sup>

$$A_u = \frac{Q}{V}$$

Área total ( $A_t$ ) = 0.0102m<sup>2</sup>

$$A_t = A_u * E$$

Profundidad calculada (tirante), ( $y$ ) = 0,010m

Radio hidráulico calculado, ( $R_h$ ) = 0,010m

Pérdida de carga,  $S$  (m / m) = 0,0227

### **Cálculo de la pérdida de carga:**

Aplicando la siguiente fórmula tenemos:

$$H_f = \frac{1.143(V^2 - V_o^2)}{2g}, H_f = \frac{1.143(0.75^2 - 0.50^2)}{2 * 9.81}$$

**Perdiendo Carga  $H_f$  (m) = 0.018m**

### **Diseño de filtro circular anaeróbico de flujo ascendente:**

**FAFA** (Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente):

**Población** = 2834 hab.

**Dotación per cápita** = 120 lt/ Hab\*día, 1.197 lt/sg, 103.39m<sup>3</sup> /día, 4.31m<sup>3</sup> /hora

**D.Q.O** (Demanda química de oxígeno del agua) = 182 mg/Lt; 103, 392. 00 lt/día

**D.B.O<sub>5</sub>** (Demanda biológica de oxígeno, valores máximos de las aguas residuales = **290mg/Lt**.)

Retorno de AS = 80,00% en coeficiente.

1,80m es la profundidad mínima útil, = 1.80m ----□Ok.

# Reacciones = 2.00

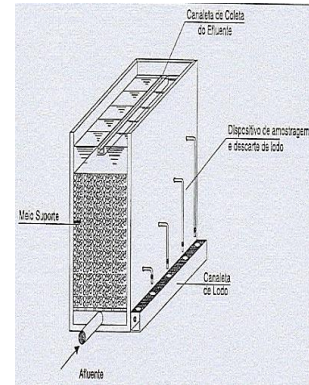
**Porosidad del material empacado = 0.5**, la arena o grava bien graduados de 0,40 a 0,50 aros de graduadas = 0.78.

T.R.H, el filtro (depende de la temperatura) debe establecerse = 0,15.

12,41m<sup>3</sup> es el volumen total del filtro.

El área horizontal total = 6,98 m<sup>2</sup>

Diámetro máximo puede ser de 5,40m; asumimos = 2.96m -----□ Ok.



### EMPAQUE:

**Tiempo de retención hidráulico empacado td = 5.25 horas**, definido según tablas.

22.62m<sup>3</sup> = volumen de vacíos.

0.50 = porosidad.

22.62m<sup>3</sup>, representa el volumen de empaque.

6.89m<sup>2</sup> = área horizontal total/filtro.

3.30 m; (min 1.20 m) = altura de empaque ----- > OK.

5.40 m = (diámetro máx.); diámetro / filtro= 2.96m

3.00m = diámetro asumido.

7,07 m<sup>2</sup> = área horizontal real.

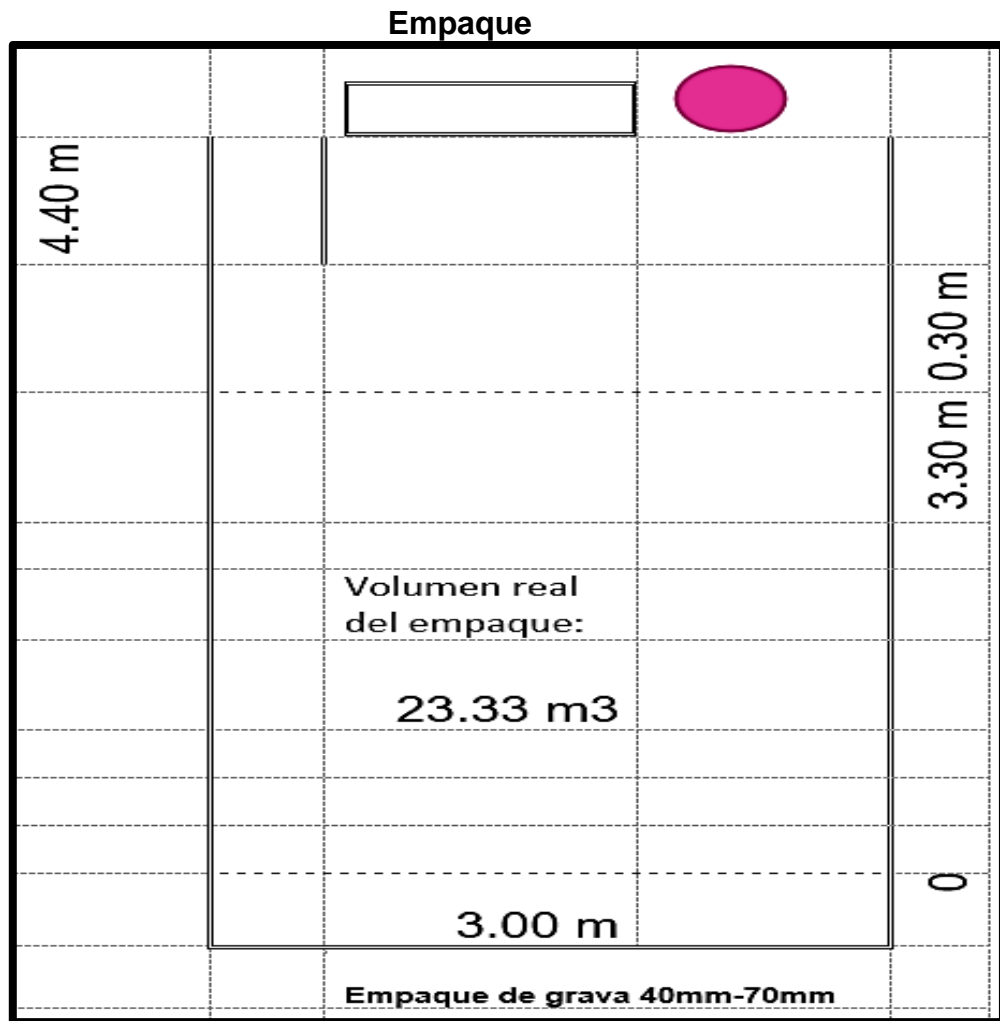
El tiempo de retención hidráulica (TRH) = 0,12 días; el parámetro mín. 0.75 días.

El tiempo de retención hidráulica de cada filtro TRH se estima en 0,75 días.

Cada filtro original tiene un volumen útil de 27,57 m<sup>3</sup>.

3.900m = profundidad actual útil.

(máx. 1,00m/h) Velocidad superficial = 0,63m/h ----- > OK.



**Tiempo de descomposición de materia orgánica**

<b>Conc. Materia Orgánica Afluente (DBO<sub>5</sub> total, mg/l)</b>	<b>Rango de tiempo de retención hidráulico (horas)</b>	<b>Tiempo recomendado para el diseño, td (horas)</b>
50 –80	3 –12	5.25
80 –300	2.5 –12	5.25
300 –1000	2.5 –12	5.25
1000 -5000	3 -12	7

**Cámara de Limpieza e Inspección:**

Las buzonetas utilizadas en tuberías principales y pasos de peatones para una profundidad inferior a 1,00 m por encima de la clave del tubo en cumplimiento de la norma OS.070 Aguas Residuales. La proyección de

buzonetas será para tubería principal de hasta 200mm diámetro, y tendrán un diámetro de 0,60m.

Se deberán utilizar cajas de inspección para profundidades superiores a 1,00m por encima de la llave de la tubería, según norma de aguas residuales OS.070. Las tuberías de mayor diámetro necesitarán su propia cámara de inspección, que tiene un diámetro interior de 1,20 metros para tuberías de hasta 800 milímetros de diámetro y de 1,50 metros para tuberías de hasta 1200 milímetros. Las tapas de buzones de las alcantarillas tienen un diámetro de 0,60 metros.

Para efectos de inspección y limpieza tanto buzones como en buzonetas se considerarán en los casos siguientes:

- Al inicio del colector, cuando cambia la dirección, pendiente, diámetro y tipos de tuberías.

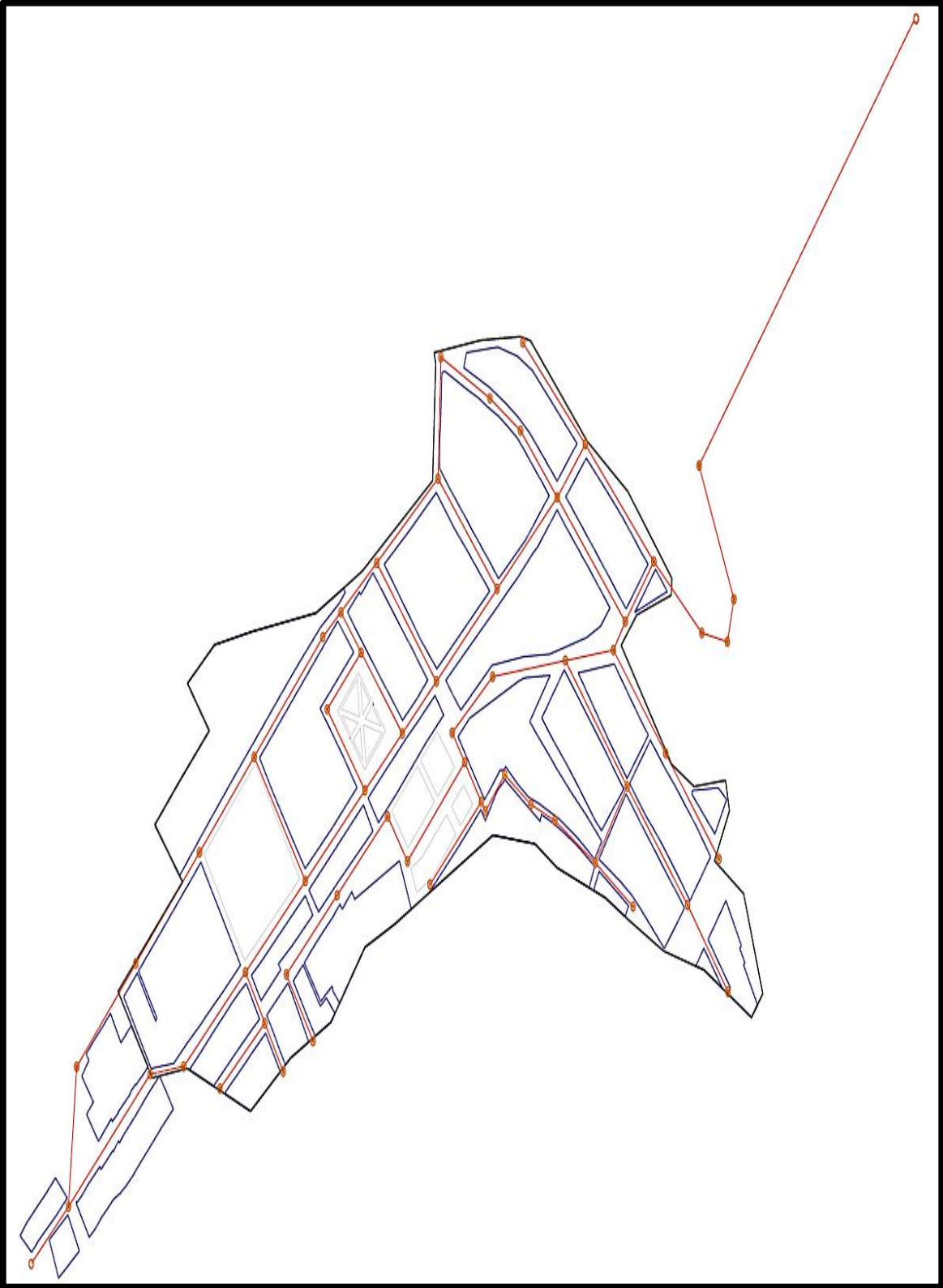
La máxima separación entre las cámaras de inspección y limpieza está determinada por el diámetro de la tubería, además, está restringida por el alcance del equipo de limpieza. Será como indica la siguiente tabla en el caso de tuberías principales:

***Separación de buzones según diámetro de tubería.***

<b>DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (mm)</b>	<b>LONGITUD MÁX. (m)</b>
100 -150	60
200	80
250 a 300	100
Diámetros superiores	150

En el presente diseño se consideró tubería de 800 mm a partir del cual se definió un total de 58 buzones durante el recorrido de este proyecto.

**Distribución de buzones en el sistema colector de alcantarillado**



**ANEXO N. 034: Galería de fotos.**



**Fuente de abastecimiento agua potable.**



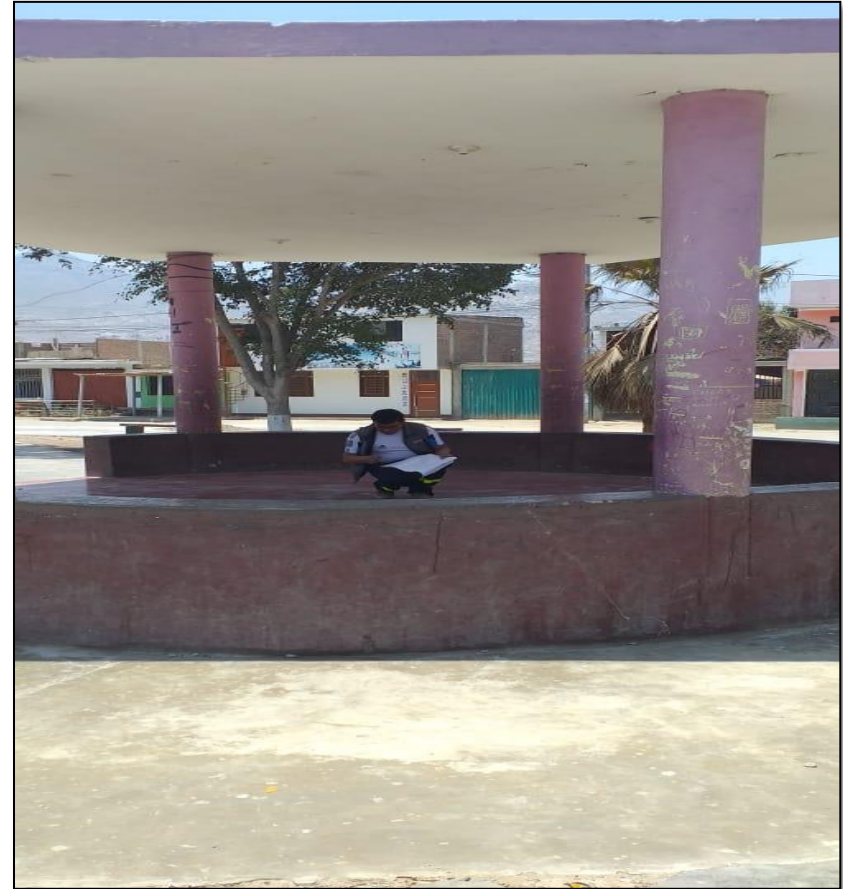
**Toma de coordenadas de la fuente de abastecimiento de agua potable mediante GPS.**



**Sacado de muestras: Calicatas para el estudio de mecánica de suelos.**



**Toma de coordenadas en el punto de proyección del nuevo reservorio.**



**Toma de coordenadas en plaza de armas del centro poblado Bello Horizonte.**





**Proyección y ubicación del reservorio según las coordenadas tomadas durante el levantamiento topográfico.**



**Levantamiento topográfico del Centro Poblado de Bello Horizonte con nivel de ingeniero y estación total.**



**Válvula de purga en tubería de abastecimiento existente en la línea de conducción.**



**Zona de descarga de aguas residuales.**



**Toma de coordenadas en el punto de descarga de aguas residuales del C.P. Bello Horizonte.**