



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

“Evaluación Y Mejoramiento Del Sistema De Agua Potable En El
Puerto Casma – Distrito De Comandante Noel – Provincia de
Casma – Ancash – 2017”

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER

ASESOR:

Ing. SPARROW ÁLAMO EDGAR GUSTAVO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño De Obras Hidráulicas Y Saneamiento

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ

2017

PAGINA DEL JURADO

Los miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo damos conformidad para la sustentación de la Tesis Titulada **“EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL PUERTO CASMA – DISTRITO DE COMANDANTE NOEL – PROVINCIA DE CASMA – ANCASH – 2017”**, la misma que debe ser defendida por el tesista aspirante a obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, Bachiller **CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER**.

Nuevo Chimbote, Julio del 2017



Dr. Rigoberto Cerna Chávez
PRESIDENTE



Ing. Edgar Gustavo Sparrow Álamo
SECRETARIO



Mgrt. Gonzalo Hugo Díaz García
VOCAL

DEDICATORIA

A Dios

Por haberme permitido llegar hasta este punto, por darme la vida, por darme las fuerzas, la sabiduría para cumplir todos mis objetivos. Por estar siempre presente en cada una de las etapas de mi vida. Gracias eternamente.

A mi Familia

A mi madre por apoyarme en todo momento, por darme sus consejos, por brindarme su infinito cariño y amor aún en tiempos difíciles. A mi padre, que a pesar de los problemas, siempre tenía las palabras indicadas para cada situación, gracias por el carácter y el ejemplo de perseverancia. A mi hermano, siendo él de corta edad más no de estatura, siempre me brindó su apoyo y me hizo sonreír cuando todo iba mal.

A mis Maestros

Es gracias a ellos que este trabajo que he llegado a este punto, por brindarnos siempre los conocimientos y valores que esta carrera necesita.

El Autor

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios sobre todas las cosas por haberme hecho un hombre de bien, capaz de vencer los obstáculos que ocurren en la vida. Por darme la fortaleza, sabiduría y salud de la cual requerí para cada uno de los años implementados en la universidad y agradezco también por proveer estabilidad económica en mi familia para poder cumplir mis metas y continuar con mis estudios año tras año y estar solvente en todos los gastos necesarios.

De igual modo a mi familia, por sus consejos y motivación por ayudarme moralmente y económicamente, además de ser el motivo e impulso por cual lograré todas mis metas. A mis familiares que se encuentran lejos, a pesar de la distancia sentí su apoyo.

El Autor

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Cordero Olivera Jairo con DNI N° 73179250, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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 de la Universidad César Vallejo.

Nuevo Chimbote, Julio del 2017



Est. Jairo J. Cordero Olivera

DNI N° 73179250

PRESENTACIÓN

Honorables miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL PUERTO CASMA – DISTRITO DE COMANDANTE NOEL – PROVINCIA DE CASMA – ANCASH -2017”. La presente tesis tiene como fin, el evaluar el funcionamiento del sistema en mención, partiendo desde el punto de Captación, Línea de Conducción, Almacenamiento y finalmente llegando a las Redes de Distribución; así mismo la presente tesis presenta una propuesta de mejora para dicho sistema, en función de la problemática actual y los resultados obtenidos provenientes de la evaluación.

La presente tesis presenta una estructura basada en el reglamento de esta casa de estudios, comenzando por la Introducción que a su vez esta contiene la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema de estudio, la justificación de la misma, hipótesis y objetivos. Pasando así al segundo punto, el cual es el Método de Estudio donde se especifica el tipo de investigación y su diseño, las técnicas e instrumentos a utilizar en la evaluación, pasamos así a los resultados, donde se plasman todos los datos obtenidos de campo, describiendo cada uno de ellos según corresponda, y finalmente llegamos a la discusión y conclusiones finales.

Todo el presente trabajo de investigación presento y expongo ante ustedes y someto a vuestra consideración esperando cumpla con todos los requisitos para la aprobación y obtención del título profesional de Ingeniero Civil.

El Autor

ÍNDICE

CARATULA.....	i
PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE IMÁGENES	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN:.....	13
II. MÉTODO:.....	32
2.1. Diseño de Investigación	32
2.2. Variables y Operacionalización:	33
2.2.1. Variables:	33
2.2.2. Operacionalización de Variables:.....	33
2.3. Población y Muestra:	34
2.3.1. Población:.....	34
2.3.2. Muestra:	34
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad:	34
2.4.1. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:.....	34
2.4.2. Validación y Confiabilidad de Instrumentos:.....	35
2.5. Métodos de Análisis de Datos:	35
2.6. Aspectos Éticos:	36
III. RESULTADOS	37
3.1. Evaluación de la Calidad del Agua:	37
3.2. Estudio de Suelos:.....	39
3.3. Evaluación del Sistema de Agua Potable (Ficha Técnica)	41
A. Captación:.....	41
A.1. Sistema de Captación:	41
A.2. Estación de Bombeo:	42
A.3. Componentes:	42
A.4. Línea de Impulsión:	44
B. Almacenamiento:	46
C. Red de Distribución:.....	52

D. Estudio Topográfico:.....	52
IV. DISCUSIÓN:	55
V. CONCLUSIONES:.....	57
VI. RECOMENDACIONES	59
VII. PROPUESTA:.....	60
A. Captación:	60
B. Reservorio:	60
C. Red de Distribución:	61
D. Calidad del Agua:.....	61
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Resultados de la Evaluación de la Calidad del Agua.....	24
Tabla N° 02: Estudio de Suelos.....	27
Tabla N° 03: Sistemas de Captación	28
Tabla N° 04: Estación de Bombeo	29
Tabla N° 05: Dispositivos de Control de la Estación de Bombeo	30
Tabla N° 06: Componentes de la Estación de Bombeo.....	30
Tabla N° 07: Línea de Impulsión	31
Tabla N° 08: Componentes de la Línea de Impulsión	32
Tabla N° 09: Almacenamiento (Reservorio)	33
Tabla N° 10: Componentes del Reservorio	34
Tabla N° 11: Dispositivos de Control del Reservorio	34
Tabla N° 12: Red de Distribución	39
Tabla N° 13: Componentes de la Red de Distribución	39
Tabla N° 14: Periodos de Diseño (DIGESA)	81
Tabla N° 15: Periodos de Diseño (RNE).....	81
Tabla N° 16: Dotación de Agua (DIGESA)	81
Tabla N° 17: Dotación de Agua (OMS).....	82
Tabla N° 18: Parámetros de Calidad y Límites Máximos	82
Tabla N° 19: Factores que Influyen la Coagulación	83
Tabla N° 20: Factores que Influyen la Floculación.....	84
Tabla N° 21: Factores que Influyen la Sedimentación	85
Tabla N° 22: Factores que Influyen en la Filtración	86
Tabla N° 23: Escala e Indicadores de PH.	86
Tabla N° 24: Operacionalización de Variable	89

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N°01: Calicata 1, Estudio de Suelos.....	48
Imagen N°02: Pozo Tubular	49
Imagen N°03: Estación de Bombeo	49
Imagen N°04: Tablero de Control.....	50
Imagen N°05: Val. Aire – Val. Cebar – Val. De Alivio	51
Imagen N°06: Desarenador	51
Imagen N°07: Tanque de Almacenamiento.....	53
Imagen N°08: Caseta de Válvulas	54
Imagen N°09: Autor Realizando Estudio Topográfico	56
Imagen N°10: Plano Topográfico (Puerto Casma).....	57
Imagen N°11: Plano Topográfico (Puerto Casma).....	57
Imagen N°12: Tipos de Agua Subterránea	87
Imagen N°13: Proceso de Tratamiento del Agua para el Consumo Humano .	87

RESUMEN

En el presente trabajo de titulación se desarrolló la “EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL PUERTO CASMA – DISTRITO DE COMANDANTE NOEL – PROVINCIA DE CASMA – DEPARTAMENTO DE ANCASH”. La cual se realizó mediante una guía de observación teniendo como instrumento una ficha técnica validada por 03 ingenieros especialistas en el tema. Dicha ficha fue aplicada al Sistema de Abastecimiento de Agua Potable desde el punto de Captación, Línea de Conducción, Almacenamiento y Red de Distribución; aplicando todas las teorías conocidas y a su vez teniendo en cuenta el RNE.

Para la determinación de la calidad del agua que se distribuye a través de este sistema se empleó un protocolo de laboratorio certificado por INACAL, Perú (Instituto Nacional de Calidad) analizando las características microbiológicas, parasitológicas y físico – químicas del agua.

La evaluación arrojó resultados negativos, siendo principalmente la contaminación del agua y para mitigar este punto negativo se dio a conocer una propuesta de mejora a corto plazo. Así mismo se concluyó que las redes de este sistema no abastecían a toda la población, cumpliendo ya hace 05 años su vida útil, es por esto que se logró diseñar las redes en función a una población proyectada tal como lo indica el reglamento.

PALABRAS CLAVE: Evaluación, Sistema de Agua Potable, Calidad del Agua

ABSTRACT

In the present titling work the "EVALUATION AND IMPROVEMENT OF THE POTABLE WATER SYSTEM OF PUERTO CASMA - DISTRICT OF COMMANDER NOEL - PROVINCE OF CASMA - DEPARTMENT OF ANCASH" was developed. This was done through an observation guide having as instrument a datasheet validated by 03 engineers specialized in the subject. Said sheet was applied to the System of Supply of Drinking Water from the point of Capture, Line of Driving, Storage and Distribution Network; Applying all the known theories and taking into account the RNE.

A laboratory protocol certified by INACAL, Peru (National Quality Institute) was analyzed to determine the quality of the water that is distributed through this system, analyzing the microbiological, parasitological and physicochemical characteristics of the water.

The evaluation yielded negative results, being mainly the contamination of the water and to mitigate this negative point a proposal of improvement in the short term was announced. It was also concluded that the networks of this system did not supply the entire population, having fulfilled its useful life for 5 years, that is why it was possible to design the networks according to a projected population as indicated in the regulations.

KEY WORDS: Evaluation, Drinking Water System, Water Quality

I. INTRODUCCIÓN:

Realidad Problemática:

Mientras que en muchas ciudades del Perú y el mundo el agua limpia y fresca se da por hecho, en otros lugares es un recurso escaso y esto debido a falta del mismo recurso hídrico o por la contaminación de sus fuentes.

Las personas que tienen acceso al servicio de agua potable, en los AA.HH., Centros Poblados y en general las localidades alejadas de las zonas urbanas, frecuentemente tienen un servicio de calidad dudosa y cuestionable.

El problema en sí recae sobre el aumento de población de manera abrupta en estos últimos años, y debido a esto es mayor la demanda tanto de viviendas, seguridad y servicios básicos que todo hogar debe tener.

Tal es el caso de la localidad de estudio. Actualmente se cuenta con una red de distribución de agua potable, pero está no abastece a toda la población de esta localidad lo cual obliga a los habitantes a conseguir el agua mediante cisternas que brinda la misma municipalidad provincial de Casma.

Al mismo tiempo sucede que en ciertas localidades o zonas si se tiene el abastecimiento, pero el agua no llega limpia ni apta para el consumo. Por otra parte, en otras zonas ocurre que solamente llega por un par de horas cada dos días, lo que ocasiona que los habitantes recurran a almacenar el agua en bidones de plástico o concreto.

Esto se traduce en una elevada prevalencia de enfermedades infectocontagiosas por microorganismos presentes en el agua; ya que el agua que es transportada y almacenada en bidones de plástico; éstos, a su vez, si no tienen una adecuada limpieza y mantenimiento pueden ser fuente de parásitos y gérmenes que dañan la salud de los que la ingieren y mucho más aún si el agua no es hervida.

Los **Antecedentes** de la presente tesis son:

Tanto en el ámbito nacional como local se han logrado importantes logros en la evaluación y mejora de los sistemas de agua potable y alcantarillado, beneficiando así a los habitantes y mejorando su calidad de vida.

En el ámbito Internacional:

Cortes, Hernán (2007), en sus tesis “MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, MEDIANTE EL DISEÑO DE UN TANQUE SEMIENTERRADO DE CUATRO COMPARTIMIENTOS PARA EL ALMACENAMIENTO DE 726 METROS CÚBICOS Y LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE DICHO LÍQUIDO, EN EL MUNICIPIO DE PALÓN, ESCUINTLA” llega a una conclusión: “Es muy importante la construcción del tanque de almacenamiento de agua potable, pues mejorará sustancialmente el servicio de distribución, especialmente en lo referente a su continuidad y a la cantidad de personas atendidas”.

Alvarado, Paola (2013) con la tesis titulada “ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL BARRIO SAN VICENTE, PARROQUIA NAMBACOLA, CANTÓN GONZANAMÁ” tiene como objetivo el de realizar el estudio y diseño del sistema de abastecimiento de agua para la población de San Vicente, así mismo el de analizar física, química y bacteriológicamente el agua proveniente de la fuente de captación”

En el ámbito Nacional:

Fernández y Robles (2012). Plantean en su tesis titulada “MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE QUIAN, DISTRITO DE CULEBRAS, PROVINCIA DE HUARMEY – ANCASH (2012)”, plantean tiene como conclusión: “para seleccionar una adecuada fuente de abastecimiento de agua se necesita realizar un diagnóstico de la situación actual de la localidad en la que se trabaja; para así garantizar un servicio que contribuya a alcanzar un mejor nivel de vida de los beneficiarios”.

Pereyra, Paul (2011). En su tesis titulada “PROYECTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA LOCALIDAD DE GUADALUPE –

PACASMAYO – LA LIBERTAD”; nos dice que: Gran parte de las instalaciones de esta localidad cuentan con instalaciones de agua potable y alcantarillado de más de 40 años y durante todo ese tiempo esta infraestructura no ha sido cambiada ni ampliada, siendo este el mayor problema de salubridad de la zona.

Hurtado y Martínez (2012) en su tesis “PROCESO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL DISTRITO CHIQUIBAMBILLA – GRAU – APURÍMAC”, tienen como objetivo darle una solución al déficit actual para satisfacer la demanda elemental de agua potable y alcantarillado en dicho distrito por los próximos 20 años. Siendo uno de sus objetivos la construcción de cámaras rompe presiones, instalaciones domiciliarias y buzones a lo largo de toda la red, así como también una elaboración del estudio del impacto ambiental en la zona.

En el ámbito local:

Osorio Coral, Odelhi (2007), con su tesis “ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO PARA LOS AA.HH. MEDALLA MILAGROSA Y NUEVO PROGRESO SECTOR CARRIZAL – CASMA”, nos menciona en sus conclusiones que: “El crecimiento urbano en forma desordenada, acelerada y sin planificación genera asentamientos humanos sin servicios básicos principalmente la falta de agua potable y alcantarillado. Problema que genera enfermedades de la piel, gastrointestinales, así como la contaminación del medio ambiente. Siendo este un problema Nacional.”

Las **Teorías Relacionadas al Tema (Marco Teórico)** son las siguientes:

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE:

Arocha (1985). Declara que “un sistema de abastecimiento de agua potable está constituido por un conjunto de obras de distinta característica” (p. 1).

Este conjunto de obras, también llamado sistema de abastecimiento de agua potable, permite el traslado del recurso hídrico desde un punto de captación hasta un punto de distribución. Un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad comprende las siguientes estructuras: Captación superficial, planta de tratamiento (Si fuera necesario), línea de conducción,

almacenamiento, línea de aducción, la red de distribución y por ultimo las acometidas domiciliarias.

Un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo comprende: Captación subterránea, estación de bombeo, línea de impulsión, planta de tratamiento y/o desinfección (Si fuera requerido), almacenamiento, línea de aducción, red de distribución y acometidas domiciliarias.

DISEÑO Y CONSIDERACIONES DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE:

Los estudios previos según Rodríguez (2001), "Se pueden definir como el conjunto de conocimientos técnicos y estadísticos que es necesario obtener de una localidad para poder efectuar un buen proyecto ejecutivo de agua potable. Este deberá contener todos los datos básicos de la localidad por abastecer de agua. Para llevar a cabo la ejecución de las obras es necesario planear y programar el financiamiento de ellas en relación con el proyecto a realizar" (p. 25).

Para Rodríguez (2001), estos estudios se subdividen en: Estudios socioeconómicos, técnicos y complementarios. Los estudios técnicos comprenden el estudio de suelos, topográfico y los estudios complementarios son básicamente los estudios hidrogeológicos y/o geotécnicos. (p. 25).

Periodo de Diseño:

El tiempo o periodo de diseño se puede conceptualizar como el tiempo para el cual el sistema será completamente eficiente en todas sus características. Estas características comprenden el cumplir con la demanda de agua y la resistencia de los materiales. Existen algunos factores que se deben considerar ya que influyen en la determinación del periodo de diseño, como lo es la calidad o durabilidad de los materiales, proceso constructivo y la operación y mantenimiento que se le dé al sistema (Arocha, 1985, p. 13).

De acuerdo con la vida útil de las diferentes unidades que compone un sistema; el RNE sugiere determinados periodos de diseño de acuerdo con el tipo de estructura a diseñar que se muestran en la Tabla N°01 (Ver anexo IV).

Por otro lado, García (2009) menciona que en el caso de sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales (Población menor a los 2000 habitantes), el periodo de diseño recomendado según DIGESA está en función al tipo de sistema, así mismo también indica que en todos los casos las tuberías deberán diseñarse con un periodo mínimo de 20 años (p. 11). (Ver Tabla N°02, Anexo IV)

Población Beneficiada:

Valdez (1994), menciona que “En general, el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, se basa en una estimación de la población futura a la que servirá, denominada población de proyecto. Este número de habitantes corresponde al que se tendrá al último día del periodo de diseño que se fijó” (p. 34).

Así mismo cabe mencionar que existen variables que pueden incurrir en cuanto a la variación de la población de proyecto o población futura, principalmente se pueden mencionar la tasa de natalidad y la tasa de mortandad, ya que estos valores no son constantes al paso de los años.

Las fuentes de información que se consideran para establecer la población actual y su densidad son: Censos, encuestas sanitarias, lotización y registros escolares. Y para la proyección; es decir, el cálculo de la población futura se emplean varios métodos y modelos matemáticos, entre estos métodos están: el método aritmético, método geométrico, etc.

El método geométrico consiste en que el aumento de la población se produce en forma análoga al aumento de una cantidad colocada al interés compuesto, el gráfico producido está representado por una curva semilogarítmica (Alvarado, 2013, p. 23).

$$P_f = P_a \times (1 + i)^{n-1}$$

Dónde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

I = Tasa anual de Crecimiento Poblacional.

n = Años del periodo de diseño.

El método aritmético según Alvarado (2013), “Consiste en considerar que el crecimiento de una población es constante, es decir asimilable a una línea recta, es decir que responde a la ecuación” (p. 23).

$$P_f = P_a(1 + in)$$

En donde:

Pf = Población Futura.

Pa = Población Actual.

n = Periodo de diseño entre la población futura y la actual.

I = Tasa de incremento poblacional aritmético.

Por lo tanto, en base a los resultados obtenidos de la población futura en cada uno de los métodos (Geométrico y Aritmético), se realiza una comparación de los resultados para la elección del más representativo de una población.

García (2009), señalada que, para el diseño de sistemas de agua potable en zonas rurales con poblaciones mínimas a los 2000 habitantes, la fórmula que se establecerá para el cálculo de la población futura es la siguiente:

$$P_f = P_a \frac{(1 + rt)}{1000}$$

Donde:

Pf : Población Futura

Pa : Población Actual

r : Tasa de Crecimiento Anual (x1000)

t : Número de años

Dotación:

“Se entiende por dotación a la cantidad de agua que se asigna a cada habitante y que comprende todos los consumos de los servicios que se hacen en un día promedio anual, incluyendo pérdidas. Esta dotación puede estar en función a diversos factores como lo son el clima, número de habitantes, costumbres, costo del agua, [...]”. (Valdez, 1994, p, 50)

La mayor cantidad de agua que se consume se divide principalmente en cuatro sectores, como lo son: domestico, publico, comercial e industrial.

García (2009) menciona: Según DIGESA, las dotaciones para el diseño en zonas rurales están en función a la región en la cual se construirá el sistema. Por otra parte, la OMS recomienda ciertas demandas en función al número de habitantes y al tipo de clima para el cual se diseña (p. 12) (Ver Anexo IV, Tabla N°03 y N°04).

El fondo Perú Alemania, considera las dotaciones en función al tipo de proyecto para el cual se realizará el diseño. Teniendo en cuenta si el sistema cuenta con alcantarillado se le asigna una dotación de 100 l/hab/día, para un sistema de agua potable con letrinas considera 50 l/hab/día y para un sistema de abastecimiento con piletas considera una dotación de 30 l/hab/día.

Fuentes de Abastecimiento:

Arocha (1985), “Constituye la parte más importante del sistema y no debe ni puede concebirse un buen proyecto si previamente no hemos definido y garantizado fuentes capaces para abastecer a la población futura del diseño” (p. 23)

Menciona también que se debe de tener en cuenta los datos o registros hidrológicos, así mismo tener en cuenta, al momento de realizar los cálculos, el coeficiente de variación del consumo máximo diario K1, que varía desde 1.2 a 1.5.

“Para el abastecimiento de agua se cuenta principalmente con las aguas fluviales y las subterráneas. Además, se utiliza el agua de los manantiales, lagos y embalses. En pequeña escala, también se almacena agua de lluvia en cisternas, pero no es fácil cuando se trata de abastecer poblaciones importantes.” (Valdez, 1994, p. 61)

Para Batres, Flores y Quintanilla (2010), sostienen que la fuente de agua más importante es la lluvia, ya que se recarga directamente en los embalses o en las cuencas de captación, dando vida a una red de ríos de una zona. El agua de la capa freática es agua de lluvia que se ha filtrado a través de capas de roca y se ha acumulado a lo largo de los años, esta se encuentra bajo presión y brota a la superficie en forma de manantial. Por estas razones la fuente de abastecimiento se divide en dos grandes grupos como lo son el agua superficial y subterránea” (p. 19).

Agua superficial

“El agua superficial, es toda aquella agua que se conforma debido a los afloramientos que existen hasta la superficie del terreno y de las escorrentías superficiales debido a las lluvias, estos cuerpos de agua pueden ser ríos y lagos” (Batres et al. 2010, p.20)

Agua Subterránea

Se le llama agua subterránea a toda aquella fuente que contenga este recurso hídrico proveniente del subsuelo, tales como acuíferos libres sujetas a la presión atmosférica, los acuíferos confinados que se encuentran completamente saturados a gran profundidad y por último los acuíferos semiconfinados que además de estar completamente saturados están bajo presión debido a las capas superiores o estratos semipermeables (Batres et al. 2010, p. 22)

Cabe recalcar que en la zona costa, y mayormente en las zonas alejadas de fuentes superficiales, la única fuente disponible es el agua subterránea debiéndose considerar lo siguiente: Posibilidad de aguas saladas, desde el inicio o salinización posterior, arenamiento del pozo o pérdida de caudales por depresiones del nivel freático, costo de equipo y energía requerida para el bombeo, entre otras. (García, 2009, p.14)

Conducción o Línea de Alimentación:

Se define como la tubería que conduce el recurso hídrico desde el punto de captación hasta el punto de almacenamiento, si es que antes no hubiera una planta de tratamiento. Esta tubería debe de garantizar su correcto funcionamiento durante el máximo día de consumo, para esto se le asigna

un coeficiente de variación K1, que como vimos anteriormente varía de 1.2 a 1.5 (Arocha, 1985, p. 23)

En el caso de que el sistema cuente con una captación por bombeo, la línea de conducción pasaría a ser la línea de Impulsión, debiéndose de considerar mayor presión en la tubería al momento de diseñar. A su vez el alineamiento de la tubería debe de ser lo más recto posible, evitando zonas de deslizamiento o inundaciones.

Clases de Tubería:

En todo proyecto de sistema de abastecimiento de agua potable intervienen las tuberías como elementos fundamentales. Es por esta razón que la selección del mismo debe de hacerse teniendo en cuenta ciertos factores que permitan un buen diseño. (Arocha, 1985, p.25)

Existen varios tipos de tuberías en lo cuestión de material, entre ellos está el Hierro fundido dúctil, acero, PVC y el concreto reforzado

Tubería de Plástico PVC (Cloruro de Polivinilo):

Teniendo en cuenta que actualmente el PVC es el material más usado en sistemas de abastecimiento de agua potable por sus diversas propiedades, Rodriguez (2001), menciona "la tubería plástica de cloruro de polivinilo (P.V.C), se está empleando con grandes ventajas para conducción de agua potable" (p. 136).

Esto nos da a entender que con el paso de los años el PVC ha ido mejorando y siendo más resistente a la acción de diversos productos químicos; sin impartir olores ni sabores al agua. También cabe resaltar que su poco peso facilita en gran manera el transporte y la puesta en obra.

Cálculo de la dimensión de la tubería:

Está basado en determinación de espesores de pared, mediante la recomendación de ISO 161-2, de acuerdo a la siguiente ecuación que relaciona dimensiones del tubo, presión hidrostática de diseño y presión de trabajo:

$$s = \left(\frac{D}{e} - 1 \right) * \frac{P}{2}$$

Dónde:

S = Esfuerzo hidrostático de diseño (Lbs/pulg²)

P = Presión de trabajo (Lbs/pulg²)

D = Diámetro exterior (pulg)

e = Espesor de pared (pulg)

Si se llama a la relación D/e (donde D = diámetro y e = espesor) como SDR (Standard Dimensions Ratio), la ecuación anterior se transforma en:

$$2S = (SDR - 1) * P$$

De la cual se desprende que tuberías de diferentes diámetros, que tengan un valor igual de SDR, están diseñados para la misma presión de trabajo.

Tanque de Almacenamiento:

Arocha (1985) define al tanque de almacenamiento como un elemento generalmente intermedio entre el punto de captación y la red de distribución. Así mismo menciona que de su correcto funcionamiento depende que se pueda ofrecer un servicio continuo de calidad a los habitantes (p. 23).

Por otro lado, Valdez (1994), menciona que “El almacenamiento es un elemento esencial de cualquier sistema de gua y está adquiriendo mayor importancia al continuar el desarrollo, la ampliación de las zonas de servicio y otros usos que aumentan la demanda de agua” (p. 18).

Entonces podemos decir que los tanques de almacenamiento se construyen con el objeto de mantener un servicio continuo sin ninguna interrupción ya sea que ocurra alguna reparación o algún imprevisto como un incendio para lo cual el reglamento nacional de edificaciones tiene parámetros y consideraciones para la asignación de una cierta cantidad de volumen para prevenir estos imprevistos.

Tipos de Tanques de Almacenamiento:

Existen diferentes tipos de almacenamiento en sistemas de abastecimiento de agua potable, entre los principales tenemos a los tanques superficiales. Rodríguez (2001), define a estos como tanques construidos sobre el terreno natural estando su ubicación supeditada a la topografía de la zona (p. 242)

La estructura del tanque puede variar dependiendo de la zona donde se construya, generalmente las paredes se construyen con concreto reforzado y el revestimiento interior con un material impermeabilizante que contenga el agua.

“Los tanques elevados se emplean cuando no es posible construir un tanque superficial ya que la elevación natural no es la adecuada. El tanque elevado se refiere a la estructura integral que consiste en el tanque, la torre y la tubería elevadora.” (Batres et al. 2010, p. 27)

Por otro lado, Agüero (1997) menciona que también existen los reservorios apoyados, estructuras que principalmente tienen una geometría rectangular o circular, estas estructuras son construidos directamente sobre el suelo y su altura no está supeditada a la topografía de la zona (p. 78)

Distribución:

Se define como el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, pero de un solo tipo, válvulas y demás accesorios que permiten el abastecimiento a toda la población proyectada (Agüero, 1997, p. 93)

El sistema debe mantener las presiones adecuadas, Agüero (1997), por su parte recomienda para sistemas de abastecimiento en zonas rurales una presión mínima de 5m.c.a. y una máxima de 50m.c.a. (p. 93).

Por su lado, Rodríguez (2001) señala que para zonas rurales se puede considerar una presión mínima de 8m.c.a. y no más de 50m.c.a. (p. 275).

Tipos de Sistemas de Distribución de Agua Potable:

Existen tres tipos de sistemas de distribución, los cuales son: Sistema ramificado, sistema tipo malla y sistema mixto.

Rodríguez (2001), En el tipo ramificado o abierto, la estructura del sistema es similar a la de un árbol. La línea de alimentación o matriz es la principal

fuelle de suministro de agua, y de ésta se derivan todas las ramas hacia todos los puntos de abastecimiento. Este sistema mayormente está recomendado para zonas rurales (p. 277).

Agüero (1997), define al sistema tipo malla o cerrado a aquellas redes donde todos sus extremos están conectados, generando así conexiones cerradas, en general estas redes son las más recomendables ya que un circuito cerrado permite un servicio más eficiente y permanente (p. 97).

Existe un tercer tipo de sistema de distribución que proviene del sistema cerrado, ya que una vez construido este, es posible que se realicen ampliaciones al sistema en un futuro generando así ramificaciones en el sistema, resultando así un sistema combinado o de tipo mixto (Batres et al. 2010, p. 27).

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE:

La evaluación de un sistema de agua potable es necesario, importante e igualmente aplicable a grandes instalaciones con sistemas de distribución de agua, a sistemas de abastecimiento en zonas rurales o inclusive en sistemas de abastecimiento particulares.

La evaluación abarco diferentes infraestructuras ya sea existentes, proyectos, mejoramiento o aplicación del sistema de agua potable existente.

La evaluación de un sistema de agua potable tiene como fin el de determinar si los componentes o estructuras que comprenden el sistema funcionan eficientemente y también determinar la calidad del agua que se distribuye en base a los lineamientos y parámetros establecidos en el reglamento de calidad de agua potable para el consumo humano.

Así mismo es necesario tener en cuenta el comportamiento de ciertos componentes que puedan afectar la calidad del agua. Una vez determinados y documentados los riesgos reales y potenciales con referencia al funcionamiento y calidad del agua distribuida, se calcula el nivel de riesgo para cada peligro clasificándolo según la probabilidad y gravedad de sus consecuencias.

Calidad del Agua:

La calidad del agua para consumo humano se divide en 03 parámetros: características físicas, químicas y microbiológicas.

Vargas, Flores y Gleen (2009) definen a las características físicas del agua como aquellas que pueden impresionar a los sentidos del ser humano como la vista, olfato y tacto. A su vez indican que estas características son directamente proporcionales a las condiciones estéticas del agua, considerando las más importantes como la turbiedad, el color, olor, sabor y temperatura (p. 8).

Sierra (2011), define a la turbiedad como la capacidad que tiene el material suspendido en el agua para obstaculizar el paso de la luz, causada por sedimentos naturales de los ríos o acuíferos, y también puede ser causada por efectos del ser humano, ya sea por la contaminación de las industrias o por desperdicios domésticos. (p. 55)

Así mismo, cabe mencionar que esta característica está delimitada por un rango establecido en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

Según Sierra (2011), el color es una característica del agua que puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella. Así mismo este autor nos menciona que “El origen más aceptado es el que el color es producido, a excepción del ocasionado por las descargas industriales, por la descomposición natural de la materia vegetal de las plantas (humos) y por la disolución de ciertos minerales (especialmente hierro y manganeso) presentes en el subsuelo” (p. 57).

En cuanto a las características químicas, primeramente, se tiene que tener en cuenta que el agua puede disolver casi cualquier elemento o sustancia que encuentre en su recorrido. Debido a esta capacidad, el agua se conoce como el disolvente universal. Por esta razón, cualquier elemento o sustancia química podría estar presente en el agua. (Vargas et al., 2009, p. 8)

La presencia de algunas de estas sustancias y elementos químicos en el agua puede no tener ninguna implicancia para el consumo humano. Sin

embargo, existen muchas de ellas que pueden ser perjudiciales, ya sea a la salud del consumidor o a la integridad de las estructuras. (Vargas et al., 2009, p. 8-9)

Los químicos o sustancias que en mayormente podrían estar dentro del agua son: aceites y grasas que producen olor y sabor. Cloruros que en la dosificación incorrecta pueden darle un mal sabor al agua e inclusive ser perjudicial para la salud. (Vargas et al., 2009, p. 8-9)

La dureza es la propiedad que se le atribuye a las aguas que suelen frenar el efecto espumante del jabón. El hierro y el manganeso se encuentran mayormente en las aguas subterráneas, no teniendo algún efecto mayor en la salud del hombre, sin embargo, suelen tener un ligero mal sabor y generalmente las aguas con estos elementos tienden a darle una coloración distinta a la ropa (Sierra, 2011, p. 64, 70).

El pH, si no se tiene balanceado puede ejercer influencia sobre la toxicidad de ciertos compuestos, como el amoníaco, metales pesados, hidrógeno sulfurado, etc. Teniendo graves consecuencias en cuanto a la integridad de la infraestructura. (Sierra, 2011, p. 82).

Los sulfatos en grandes cantidades afectan drásticamente el sabor del agua y debido a la mezcla con elementos como el calcio y el magnesio pueden tener un efecto laxante para aquel que lo ingiera. (Sierra, 2011, p. 86)

En lo referente a las características microbiológicas: Vargas (2009), sostiene que “el agua contiene suficientes sustancias nutritivas para permitir el desarrollo de diferentes microorganismos tales como virus, bacterias y protozoos, entre otros. Muchos de los microbios del agua provienen del contacto con el aire, el suelo, animales o plantas vivas o en descomposición, fuentes minerales o materia fecal” (p. 10).

Este desarrollo de microorganismos puede ser de manera natural debido a la mezcla de sustancias durante el trayecto o recorrido del agua, así como también esta contaminación puede ocurrir por la influencia del ser humano.

“Las aguas crudas pueden tener una gran variedad de microorganismos. Los microorganismos en el agua pueden ser patógenos o no patógenos.

Por patógenos se entienden aquellos organismos que causan enfermedad a los seres vivos mientras que por no patógenos se entiende lo contrario” (Sierra, 2011, p. 78)

Estos microorganismos llegan a los cursos de agua a través de las descargas de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente, drenaje de lluvias, descargas de plantas industriales de procesamiento de carne de ganado y de aves y las escorrentías que pasan por los corrales de ganado.

Cabe recalcar que las aguas de origen subterráneo tienen una baja incidencia de contaminación microbiana gracias a los procesos de filtración natural que sufre a través de los poros del suelo por los que se moviliza.

Sin embargo, la calidad del agua puede variar en cuanto a sus propiedades debido a las acciones que el hombre desarrolla en la superficie, afectando así la filtración natural.

Los lineamientos de regulación para estos aspectos, tanto físicos, químicos y microbiológicos se encuentran parametrado en el Reglamento de la Calidad de Agua Potable para Consumo Humano, siendo los más generales establecidos en la Tabla N°5 (Ver Anexo IV).

Potabilización del Agua:

“La purificación del agua es uno de los problemas de la ingeniería civil y ambiental de más urgente solución. El objetivo inmediato es proveer a toda la sociedad de agua potable, porque de esta manera cada comunidad satisface un requerimiento fundamental para su bienestar y comodidad.” (Romero, 1999, p. 15)

Vargas et al. (2009) sostiene que los sistemas de tratamiento de agua para consumo humano se dividen principalmente en plantas de tratamiento de filtración lenta y plantas de tratamiento de filtración rápida. Esta última es usada para mayormente para el tratamiento de grandes volúmenes de agua en zonas de gran demanda como las ciudades, por otro lado, la primera de ellas, es altamente eficiente en remoción microbiológica y la potabilización se produce por mecanismos biológicos, sin embargo, estas no pueden

operar con altos niveles de turbiedad, y sus bajos niveles de operación y mantenimiento las hacen propicias para zonas rurales (p. 11).

Cabe mencionar que el sistema de tratamiento de filtración rápida es el tipo en el cual intervienen procesos de remoción químicos y físicos. Al aplicarse al agua una sustancia con propiedades coagulantes, principalmente se neutralizan las cargas eléctricas de las partículas que producen la turbiedad, el cual favorece la aglomeración de las partículas en flóculos, para su posterior remoción mediante la sedimentación y filtración (Vargas et al, 2009, p. 11).

El recorrido que hace el agua en una planta de tratamiento de filtración rápida es el siguiente: Coagulación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección y por último al almacenamiento.

La coagulación (mezcla rápida) es el primer proceso que se realiza en la planta de tratamiento de filtración rápida. En este proceso se produce la dispersión rápida y uniforme del coagulante en la masa o flujo del agua permitiendo que las partículas generadoras de turbiedad y color sean desestabilizadas para facilitar la formación de pequeñas masas con peso específico superior al del agua llamadas flóculos. La mezcla rápida se efectúa mediante turbulencia provocada por medios hidráulicos (resaltos hidráulicos, vertederos, etc.) o mecánicos (hélices o paletas) (Vargas et al., 2009, p. 12).

Los principales factores que influyen en la eficiencia del proceso de coagulación se registran en la Tabla N°06 (Ver anexo IV).

La floculación o mezcla lenta se refiere a la aglomeración de las partículas coaguladas en partículas flocúlenas. Es el proceso por el cual una vez desestabilizados los coloides, se provee una mezcla suave de las partículas para incrementar la tasa de encuentros o colisiones entre ellas, sin romper o disturbar los agregados preformados. (Romero, 1999, p. 80)

Por tanto, el floculado es un proceso con algún medio de mezcla suave, ya sea hidráulico o mecánico, que permite aglomerar aún más las partículas sólidas para un mayor peso. Los principales factores que influyen en la

eficiencia del proceso se registran en la siguiente Tabla N° 07 (Ver Anexo IV)

El siguiente proceso es la sedimentación o decantación y según Romero (1999) es “la operación por la cual se remueven las partículas salidas de una suspensión mediante la fuerza de gravedad; en algunos casos se denomina clarificación o espesamiento” (p. 119).

Existen dos tipos de sedimentación, la sedimentación simple y sedimentación después de coagulación. La sedimentación simple es el proceso por el cual se reduce la cantidad de partículas sólidas que producen turbiedad y color sin la intervención de ningún químico, es decir que es aquel proceso previo a la coagulación y floculación.

El proceso de sedimentación luego de la coagulación y floculación se utiliza únicamente para la decantación de los flóculos producidos por la coagulación y floculación (Romero, 1999, p. 119)

Los principales factores que influyen en la eficiencia del proceso se registran en la Tabla N° 08 (Ver Anexo IV).

La filtración según Vargas et al. (2009), consiste en “la remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en una suspensión acuosa que escurre a través de un medio poroso. En la planta de purificación la filtración remueve el material suspendido, medido en la práctica como turbiedad, removiendo flóculos que se pasaron del decantador, partículas de vegetales y animales, metales oxidados y microorganismos” (p. 17).

Por otro lado, Romero (1999), menciona que “cerca del 90% de la turbiedad y el color son removidos por la coagulación y la sedimentación, una cierta cantidad de floculo pasa al tanque de sedimentación y requiere su remoción. Por ello, para lograr la clarificación final se usa la filtración, generalmente mediante medios porosos de arena o arena y antracita.” (p. 193).

Cabe resaltar que en las filtraciones de sistemas de tratamiento de filtro lento y filtro rápido resultan de interacciones distintas entre los granos del medio filtrante y las partículas suspendidas. (Vargas et al. 2009, p. 17).

Los principales factores que influyen en la filtración rápida se registran en la Tabla N°09 (Ver anexo IV).

Se entiende por desinfección a aquel proceso en el cual el agua pasa por un tratamiento con el adicionamiento de sustancias químicas que permitan la potabilización final del agua. Siguiendo este concepto Vargas et al. (2009) sostiene que “el proceso de desinfección es fundamental, puesto que es conocido que los procesos de tratamiento previos, como la sedimentación y filtración, no remueven el 100 % de los microorganismos patógenos presentes en las aguas sujetas a tratamiento” (p. 19).

El proceso de desinfección más utilizado es la cloración empleando soluciones de cloro preparadas a partir de cloro gaseoso, hipoclorito de calcio o hipoclorito de sodio debido a la facilidad de la aplicación, costos relativamente bajos y el efecto residual.

También se debe de tener cuidado al momento de la aplicación del cloro, para esto Crhistman (2003) recomienda que, “para el tratamiento eficaz del agua, se ha reconocido la necesidad de una exposición adecuada al desinfectante y una dosis suficiente de desinfectante por un determinado período. El valor CT representa la combinación de la dosis de desinfectante y el tiempo que el agua ha estado expuesta a una mínima cantidad de desinfectante residual expresado de la siguiente manera:” (p. 3).

CT = Concentración x tiempo de contacto

$$CT = C \left(\frac{mg}{L} \right) x (min)$$

$$C = \text{Desinfectante en } \frac{mg}{L}$$

T = Tiempo de exposición (min)

El pH es una escala de valores, estos valores son grados que van desde la acidez hasta la alcalinidad en un rango de 0 a 14. A su vez también se tiene que tener en cuenta que se debe de mantener un pH entre 6,5 y 8,5 para evitar tener reacciones que puedan ser perjudiciales para la salud y la integridad de la infraestructura. La escala e indicadores se encuentran en la Tabla N°10 (Ver Anexo IV) (Sierra, 2011, p. 60).

La aireación según Romero (1999) es “el proceso mediante el cual el agua es puesta en contacto íntimo con el aire, con el propósito de modificar las concentraciones de sustancias volátiles como lo es el metano, amoniaco, hierro, manganeso y compuestos orgánicos volátiles” (p. 29).

Según Serrano (2007), sostiene que se debe realizar un análisis tanto cualitativo como cuantitativo para así poder determinar el correcto tratamiento a dar (p.22).

Los aspectos cualitativos y cuantitativos se basan en los contaminantes específicos en el agua, estos deben ser identificados y medidos. Para un mejor manejo de información estos contaminantes se pueden clasificar en dos categorías: contaminantes disueltos, pudiendo ser cualquier tipo de sustancia química o microbiológica, y solidos suspendidos que podrían variar desde limo o arena hasta restos orgánicos.

Para poder determinar y cuantificar estos contaminantes se debe realizar un análisis con instrumentos de laboratorio bajo un protocolo y así poder calificar la calidad del agua. (Serrano, 2007, p. 22-23).

Formulación del Problema:

¿Cuál es el estado de funcionamiento del Sistema de Agua Potable en el Puerto Casma – Distrito de Comandante Noel – Provincia de Casma – Región Ancash – 2017?

Justificación del Estudio:

La justificación del presente proyecto de tesis se basa en la suma importancia de una evaluación en el sistema de abastecimiento de agua potable en el Distrito de Comandante Noel, debido a las fallas que se presentan actualmente. Con estos estudios se podría determinar el nivel de deterioro que tiene este sistema, la calidad del agua que se distribuye, así como también aumentar la calidad de vida de los habitantes de este centro poblado, eliminando los focos infecciosos y mermando el incide de enfermedades gastrointestinales que aquejan a los habitantes de dicha zona.

La Hipótesis de la presente tesis es Implícita

Los Objetivos que sigue la presente tesis son los siguientes:

General:

Evaluar el Funcionamiento Sistema de Agua Potable en el Puerto Casma, Distrito de Comandante Noel, Provincia de Casma, Ancash.

Específicos:

Determinar la calidad del agua que se distribuye a través del Sistema de Agua Potable

Determinar el estado de funcionamiento de los componentes del Sistema de Distribución de Agua Potable.

Elaborar una propuesta de mejora

II. MÉTODO:

En el presente Proyecto de Evaluación del Sistema de Agua Potable en el Distrito de Comandante Noel, las actividades se realizarán de la siguiente manera:

Se realizará la respectiva evaluación del sistema de redes de agua potable considerando el tiempo de construcción, características del agua, estado del Sistema. De acuerdo a dicha evaluación hecha y en base a los resultados se tomará la decisión del caso que puede resultar en una propuesta de mejora para el sistema de agua potable.

2.1. Diseño de Investigación

El diseño es **No Experimental** debido a que para llegar a cumplir con los objetivos no se realiza ninguna manipulación de la variable, la cual es el Funcionamiento del Sistema de Agua Potable, ya que se recopilarán los datos del campo y se plasmarán en la presente investigación sin alterar o modificar la variable.

De acuerdo con la teoría de contrastación la presente investigación es de **Tipo Descriptivo** debido a que, se describirá las características del sitio de estudio, en este caso el Sistema de Agua Potable del Puerto Casma, basándome en una guía de observación y en un protocolo para el estudio de la calidad del agua. Ambos mostrarán los datos recopilados del campo sin alterar ningún tipo de dato.

2.2. Variables y Operacionalización:

2.2.1. Variables:

La presente investigación tiene una sola variable de tipo Independiente, la cual es:

- Funcionamiento del Sistema de Agua Potable

2.2.2. Operacionalización de Variables:

Definición conceptual: La evaluación de un sistema de agua potable tiene como fin el de determinar el nivel de eficacia y eficiencia actuales de cada uno de sus componentes, permitiendo así identificar posibles deficiencias, las causas que las originan para luego proponer métodos de solución, si en caso lo requiera.

Cumpliendo así de manera sistemática las normas de protección de la salud, con referencia al agua potable, establecidas.

Dimensiones: Estado de funcionamiento del pozo tubular, línea de impulsión, reservorio y red de distribución. Por último, la calidad del agua.

Indicadores: Para la evaluación del funcionamiento del pozo tubular y la línea de impulsión se considerará el estado de funcionamiento del motor, tuberías, accesorios y válvulas.

En la evaluación del funcionamiento del reservorio se tienen como indicadores de evaluación la estructura, capacidad y el tratamiento. Con respecto a la red de distribución se considerarán la antigüedad de las tuberías, funcionamiento de válvulas y distribución.

Por ultimo para la evaluación de la calidad del agua se tendrán los indicadores físicos, químicos y bacteriológicos.

Escala de Medición: Nominal, rango.

El cuadro de Operacionalización se presenta en el anexo V.

2.3. Población y Muestra:

2.3.1. Población:

La población con la cual se trabajará está constituida por todo el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Puerto Casma.

2.3.2. Muestra:

No se tomará una muestra debido a que el estudio abarca toda la población.

2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad:

2.4.1. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:

Se utilizó la técnica de la observación y como instrumento la ficha técnica elaborada por el autor para la recolección de datos de campo.

Para la evaluación de la calidad del agua se realizó un informe de ensayo basada en el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano elaborada por el laboratorio en donde se realizó el estudio.

Procedimiento de Recolección de Datos:

El procedimiento de recolección de datos a seguir para la realización del presente proyecto de Investigación es el siguiente:

- **Vista de Campo**

Se realizará la visita de campo, para la observación del Sistema de Agua Potable, sus respectivas partes y funcionamiento en el Sistema de Abastecimiento de Agua

Potable en el Puerto Casma del Distrito de Comandante Noel, con el fin de identificar los problemas que se presentan y al mismo tiempo determinar el estado actual en el que se encuentra.

- **Recolección de Datos:**

Se utilizará una ficha técnica, los cuales serán completados conforme a las situaciones y el estado en el que se encuentre dicho sistema. Posteriormente se evaluará la calidad del agua siguiendo las normas establecidas para determinar sus características físicas, químicas y microbiológicas.

2.4.2. Validación y Confiabilidad de Instrumentos:

Para la respectiva validación de los instrumentos y fichas a utilizar en el presente proyecto de investigación, se amparará en la validación por parte de 03 Ingenieros especialistas en el Tema.

La validación de la ficha para la evaluación de la calidad del agua elaborada por el laboratorio se ampara en la certificación dada por INACAL – Perú.

2.5. Métodos de Análisis de Datos:

El método de análisis de datos utilizado en el presente proyecto responde a la estadística descriptiva. En la ejecución del Estudio se desarrollará una metodología que permitirá evaluar la calidad física, química y microbiológica del agua en el sistema de agua potable que abastece al Distrito de Comandante Noel, teniendo éste como fuente un pozo tubular.

Para realizar el levantamiento de información del sistema de abastecimiento, la metodología empleada consideró el uso de formularios específicos para cada tipo de información: aspectos generales de la localidad y del sistema; administración, operación y mantenimiento del sistema; evaluación de funcionamiento del sistema y reporte de resultados de muestras para la calidad del agua.

- Información general sobre la localidad y el sistema.
- Evaluación del funcionamiento del sistema.
- Evaluación de la calidad del agua.

Siguiendo el procedimiento basándose en la siguiente información, la cual trae consigo la evaluación y propuesta de mejora, siguiendo parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones (OS.010, OS.020, OS.030, OS.050), Digesa y el Fondo Peruano-Alemano.

El método de la observación de la funcionalidad del sistema nos permitirá identificar el problema que aqueja a este sistema dando a conocer las fallas que presenta, las cuales describirán los problemas que los habitantes de esta zona aquejan y según esto se propondrá una propuesta de mejora.

2.6. Aspectos Éticos:

En la elaboración de la presente investigación se trabajará con total transparencia y claridad ya que el objetivo de la investigación es representar los datos reales de campo y plasmarlos en esta investigación.

Y de tal manera la presente investigación se compromete en tener en cuenta la veracidad de los resultados obtenidos de la evaluación de funcionamiento del sistema de agua potable; así mismo respetar la propiedad intelectual obtenida de los antecedentes, marco teórico

III. RESULTADOS

3.1. Evaluación de la Calidad del Agua:

Se realizó la evaluación de calidad de agua potable que se distribuye a través de la red de distribución del sistema de agua potable del lugar de estudio.

Mediante un ensayo microbiológico, parasitológico y físico químico realizado en un laboratorio acreditado por INACAL, Perú (Instituto Nacional de Calidad). Presentando los siguientes resultados:

Tabla N° 01: Resultados de la Evaluación de la Calidad del Agua

ENSAYO		REGLAMENTO	RESULTADO
Microbiológicos	Bacterias Heterotróficas (UFC/mL)	500	19x10 ²
	Coliformes Totales (NMP/100mL)	1,8/100 ml	69/100 ml
	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	1,8/100 ml	12/100 ml
	<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	1,8/100 ml	12/100 ml
Parasitológicos	<i>Fasciola sp.</i>	< 1	< 1
	<i>Paragonimus sp.</i>	< 1	< 1
	<i>Schistosoma sp.</i>	< 1	< 1
	<i>Taenia sp.</i>	< 1	< 1
	<i>Hymenolepis sp.</i>	< 1	< 1
	<i>Diphyllobotrium sp.</i>	< 1	< 1
	<i>Ascaris sp.</i>	< 1	< 1
	<i>Ancylostoma sp. / Necator sp.</i>	< 1	< 1
	<i>Trichuris sp.</i>	< 1	< 1
	<i>Capillaria sp.</i>	< 1	< 1
	<i>Strogylodes sp.</i>	< 1	< 1
	<i>Enterobius sp.</i>	< 1	< 1
<i>Macracanthorhynchus sp.</i>	< 1	< 1	
Físico Químicos	pH	6,5 – 8,5	7.97
	Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	1000	510

Cloro Residual (ppm) (mg/L)	0,5 - 5	< 0,1
Cloruros (mg/L)	250	67
Sulfatos (mg/L)	250	78
Turbidez (UNT)	< 5	< 1
Conductividad (1 µmhos/cm) (µS/cm)	1500	797
Color (UCV)	15	< 1
Dureza Total (mg/L)	500	411
Nitratos (mg/L)	50,00	0,042
Nitritos (mg/L) (Exposición Corta / Larga)	3,00 / 0,02	< 0,02
Cianuro (mg/L)	0,070	0,01
Fluoruros (mg/L)	0,1	0,1
Manganeso (mg/L)	0,40	0,0070
Aluminio (mg/L)	0,20	0,0080
Cobre (mg/L)	2,0	< 0,0084
Zinc (mg/L)	3,0	< 0,0091
Sodio (mg/L)	200	103,9
Antimonio (mg/L)	0,020	< 0,0052
Arsénico (mg/L)	0,010	< 0,0065
Bario (mg/L)	0,700	< 0,0066
Boro (mg/L)	1,500	0,071
Cadmio (mg/L)	0,003	< 0,0027
Cromo (mg/L)	0,050	< 0,0056
Mercurio (mg/L)	0,001	< 0,0008
Plomo (mg/L)	0,010	< 0,0047
Selenio (mg/L)	0,010	< 0,0069
Niquel (mg/L)	0,020	< 0,0050
Molibdeno (mg/L)	0,07	< 0,0048
Hierro (mg/L)	0,30	< 0,0058

Fuente: Laboratorios COLECBI, según Protocolo de Ensayo (Anexo 01)

Descripción:

Como vemos en el cuadro anterior, se puede apreciar que el Análisis de Agua que se distribuye a través de este sistema no cumple con los parámetros del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo

Humano (DS N°031-2010-SA) principalmente en los parámetros microbiológicos.

Así mismo debido a que no se le da el respectivo tratamiento al reservorio el incremento de microbios y bacterias va en aumento debido a que los pobladores tienen la necesidad de almacenar el agua en bidones y esto aumenta el riesgo de contaminación del agua.

Con lo referente a la evaluación Físico – Químico y Parasitológico los resultados obtenidos cumplen con los lineamientos establecidos por el reglamento mencionado anteriormente.

Interpretación:

Esto se debe a varias razones; Una de ellas es el reservorio, no tiene ningún tipo de tratamiento, el agua se distribuye tal cual llega de la captación, en este caso el pozo tubular.

Otro punto importante que debemos considerar en el análisis de la calidad del agua es el servicio que se brinda, o la cantidad de horas de distribución, que en este caso es cada 02 días y por solo 02 horas, esto obviamente obliga a los habitantes a almacenar el agua de la manera que puedan y en su mayoría el tipo de almacenamiento no es el adecuado.

3.2. Estudio de Suelos:

El estudio de suelos arroja los siguientes datos según la zona de estudio (Calicatas):

Tabla N°02: Estudio de Suelos

CALICATA	NIVEL FREÁTICO	HUMEDAD	OBS. (Material)
C-1	0.60 m	12.24 %	Relleno - Saturado
C-2	0.30 m	11.56 %	Relleno - Saturado
C-3	0.50 m	12.23 %	Relleno - Saturado

C-4 (Reservorio)	0.60 m	8.11 %	Relleno – Rocoso
C-5 (Captación)	1.00 m	5.71 %	Arena - Saturado

Fuente: GEOCYP, Estudio de Suelos del presente Proyecto (Anexo 02)

Descripción:

Se puede observar que en toda la zona del Puerto Casma existe un alto nivel freático y en ciertas zonas el agua del subsuelo logra sobresalir. También el estudio de suelos arrojó la poca capacidad portante del suelo en esta zona.

Durante la excavación de calicatas propia del estudio de suelos se pudo encontrar tuberías de 01 pulgada en 02 calicatas (C1 y C3).

Interpretación:

El alto nivel freático presente en el suelo es debido a las filtraciones que tiene el suelo por el hecho mismo de ser un lugar costero muy cercano al mar. Los minerales presentes en el agua de mar son absorbidos a través del suelo y transportados mediante las venas de agua y conforme se va filtrando el agua a través del suelo deja los minerales a su paso, esto es lo que le da la característica salitrosa a esta zona.

Este estudio sirve para poder tener en consideración el nivel freático actual para el diseño e instalación de las redes de agua potable, así las tuberías no tendrán contacto con el nivel freático.

Imagen N°01: Calicata 1, Estudio de Suelos



Fuente: Autor

3.3. Evaluación del Sistema de Agua Potable (Ficha Técnica)

Se aplicó la Ficha Técnica al Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Puerto Casma, que comprende la Captación, Bombeo, Almacenamiento y Distribución, bajo la orientación y guía del Operador “Augusto Oswaldo Robles Flores” quien es el encargado del funcionamiento del Sistema de Bombeo y Abastecimiento del Puerto Casma. De esta manera se obtuvo los siguientes resultados:

A. Captación:

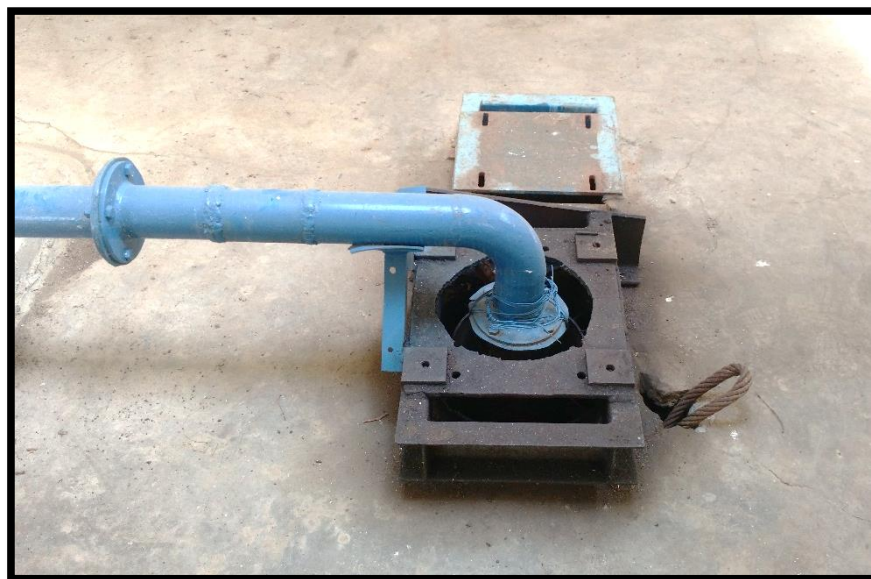
A.1. Sistema de Captación:

Tabla N° 03: Sistema de Captación

ÍTEM	DATO
Antigüedad	15 años
Tipo	Pozo Tubular
Profundidad	20 m
Material	Acero
Diámetro y Recubrimiento	3' Acero' / 8'' Fierro
Nivel del Agua	N.E. = 14 m N.D. = 18 m

Fuente: Ficha Técnica Elaborada por el Autor (Anexo 1)

Imagen N°02: Pozo Tubular



Fuente: Autor

A.2. Estación de Bombeo:

Tabla N° 04: Estación de Bombeo

ÍTEM	DATO
Antigüedad	03 años
Capacidad	12.5 HP
Caudal	$1 \times 10^{-3} m^3/s$
Tiempo de Bombeo	8 hrs
Coordenadas UTM	789200.000 E 8952905.000 N

Fuente: Ficha Técnica Elaborada por el Autor (Anexo 1)

Imagen N°03: Estación de Bombeo



Fuente: Autor

A.3. Componentes:

Tabla N° 05: Dispositivos de Control de la Estación de Bombeo

DISPOSITIVO DE CONTROL	EXISTE	OPERATIVO	OBSERVACIÓN
Caudalímetro	No	-	-
Manómetro	No	-	-
Tablero	Sí	Sí	No funciona el Panel de Voltaje

Fuente: Ficha Técnica Elaborada por el Autor (Anexo 1)

Imagen N°04: Tablero de Control



Fuente: Autor

Tabla N° 06: Componentes de la Estación de Bombeo

Componentes	Existe	Operativo	Material	Observación
Val. De Aire	Sí	Sí	PVC	-
Val. Check	Sí	Sí	PVC	Falla por Arenamiento
Val. Cebor	Sí	Sí	Fierro	Utilizado para llenar agua a la Tub. Del Pozo
Val. De Alivio	Sí	Sí	Bronce	-
Desarenador	Sí	Sí	Acero	Uso Manual

Fuente: Ficha Técnica Elaborada por el Autor (Anexo 1)

Imagen N°05: Val. Aire – Val. Cebar – Val. De Alivio



Fuente: Autor

Imagen N°06: Desarenador



Fuente: Autor

A.4. Línea de Impulsión:

Tabla N° 07: Línea de Impulsión

ÍTEM	DATO
Antigüedad	15 años
Material	PVC
Diámetro	3''

Fuente: Ficha Técnica Elaborada por el Autor (Anexo 1)

Tabla N° 08: Componentes de la Línea de Impulsión

Componentes	Existe	Operativo	Material	Observación
Val. De Aire	No	-	-	-
Val. De Purga	Sí	No	-	Clausurada por Pavimentación

Fuente: Ficha Técnica Elaborada por el Autor (Anexo 1)

Descripción:

Se pudo observar que el Pozo tubular no cuenta con los dispositivos de control automático que según reglamento están establecidos, con lo que respecta a las válvulas si comprende todas las establecidas en el reglamento y adicionalmente se le instaló una válvula para “cebar” cuyo funcionamiento es el de abastecer agua a la tubería cuando la válvula check falla.

La determinación del caudal se hizo aforando el pozo mediante el método volumétrico teniendo como recipiente un balde de 1 galón o 4L, se aplicó varias pruebas para obtener un estimado del caudal de salida en el pozo.

Con referente a la línea de impulsión no se pudo observar ninguna válvula, pero se consideró la existencia de la Válvula de Purga ya que según el Operario años antes si existía dicha válvula, pero al pavimentar el ingreso al Puerto Casma estas válvulas quedaron cubiertas.

Interpretación:

Los componentes o dispositivos de control automático no se implementaron debido a que simplemente la entidad encargada no aprobó el presupuesto por temas administrativos.

La Válvula de “cebar” instalada antes de la línea de impulsión tiene la función de desobstruir la válvula check; esto ocurre debido a que el pozo tiene arenamiento y llega un punto en el que la válvula se

obstruye y es necesaria la introducción de agua por fuera mediante esta válvula.

El desarenador ciclón se instaló para disminuir en cierta manera el contenido de partículas del agua proveniente del pozo.

B. Almacenamiento:

Tabla N° 09: Almacenamiento (Reservorio)

ÍTEM	DATO
Tipo de Almacenamiento	Apoyado
Antigüedad	70 años (1947)
Capacidad	20 m3
Coordenadas UTM	787145.602 E 8953195.618 N
Caseta de Válvulas	
Tipo	Abierta
Material	Concreto
Acceso	Libre

Fuente: Ficha Técnica Elaborada por el Autor (Anexo 1)

Imagen N°07: Tanque de Almacenamiento



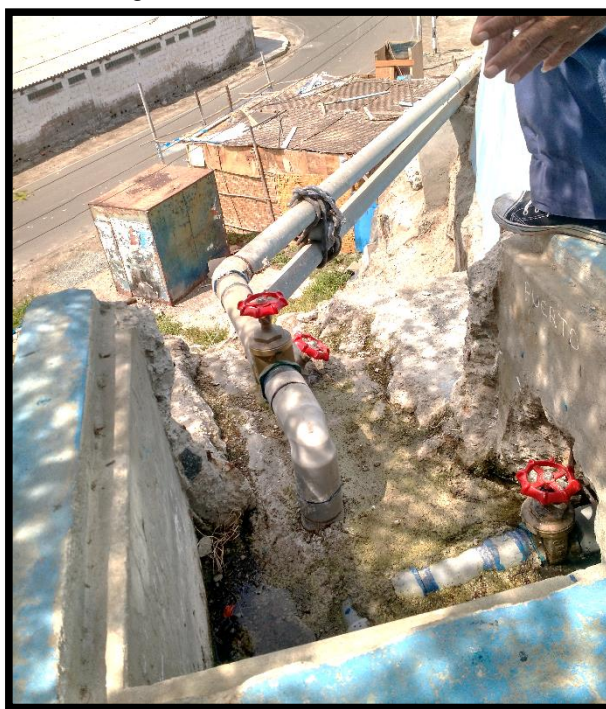
Fuente: Autor

Tabla N° 10: Componentes del Reservorio

Componentes	Existe	Operativo	Material	Observación
Val. De Aire	Sí	Sí	Fierro	02 Válvulas
Val. De Entrada	No	-	-	-
Val. Desagüe	Sí	Sí	Bronce	Oxidada
Val. By Pass	No	-	-	-
Val. Salida	Sí	Sí	-	-

Fuente: Ficha Técnica Elaborada por el Autor (Anexo 1)

Imagen N°08: Caseta de Válvulas



Fuente: Autor

Tabla N° 11: Dispositivos de Control del Reservorio

DISPOSITIVO DE CONTROL	EXISTE	OPERATIVO	OBSERVACIÓN
Control de Nivel Estático	No	-	-
Tubería de Rebose	Sí	Sí	PVC

Fuente: Ficha Técnica Elaborada por el Autor (Anexo 1)

Descripción:

Como se puede observar el tanque de almacenamiento tiene alrededor de 70 años, este tanque fue principalmente diseñado para dar abastecimiento a una fábrica pesquera y cuando ésta se retiró obsequió el tanque a la población del Puerto Casma, y la Municipalidad se encargó de conectar la línea de impulsión junto con las redes a dicho tanque.

Así mismo dentro del análisis se debe tener en cuenta el caudal de entrada ya que el pozo bombea por 08 hrs para llenar este reservorio aplicando la fórmula $e=v.t$, tenemos un caudal de entrada de 0.7 L/s

Por otro lado, la caseta de válvulas está completamente expuesta a la intemperie, no tiene ningún tipo de protección ni resguardo. Adicionalmente se instalaron 02 válvulas de salida adicionales por si fallaba alguna.

Interpretación:

Debido a que este el tanque de almacenamiento se encuentra con problemas de arenamiento, esto debido a que no se realiza ningún tipo de mantenimiento ni limpieza. Dicho tanque tiene una capacidad de 20 m³ lo cual no abastece a toda la población actual ya que, recalco, fue diseñado para el abastecimiento a una fábrica pesquera y no para un sistema de agua potable.

Existen filtraciones en las válvulas de salida y esto se debe a que las conexiones fueron hechas hace muchos años y de manera precaria.

A continuación, se presenta el cálculo del volumen del reservorio en función a la población actual, en este cálculo se podrá verificar el déficit que del reservorio existente.

EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DEL RESERVORIO ACTUAL

PROYECTO : EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL PUERTO CASMA

REGION : ANCASH

DISTRITO : COMANDANTE NOEL

PROVINCIA : CASMA

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

POBLACION	Nº HAB X VI	FUENTE	Nº VIVIENDAS ACTUALES
PUERTO CASMA	6.0	PROPIA	225
TOTAL	6.0	Habitantes	225

Población Actual : 1350.00 habitantes

A.- CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA ACTUAL

a.1.- DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN

Mientras no exista un estudio de consumo, podrá tomarse los siguientes valores guías, teniendo en cuenta la zona geográfica, clima, hábitos y costumbres, y niveles de servicio a alcanzar

La OMS nos brinda los siguientes datos		
Población (Hab.)	Clima	
	Frio	Cálido
Rural (<2000)	100	100
2000 – 10000	120	150
10000 – 50000	150	200
50000 a mas	200	250

Para localidades rurales (menores de 2500 habitantes), las especificaciones recomiendan que la dotación se establezca tomando en cuenta el uso del agua	
REGIÓN	DOTACIÓN (l/hab/día)
CALIDO	100
FRIO - TEMPLADO	75

Tambien: Para sistemas de abastecimiento Indirecto (Piletas Públicas):

$$D = 30 - 50 \text{ lt / hab. / día}$$

Demanda de dotación asumido en función a la población actual



D = 100 (l/hab/día)

EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DEL RESERVORIO ACTUAL

PROYECTO : EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL PUERTO CASMA
REGION : ANCASH
DISTRITO : COMANDANTE NOEL
PROVINCIA : CASMA

A.2.- VARIACIONES PERIODICAS

CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL (Qm)

Se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño. Pero para efectos de cálculo de demanda actual se utilizará la población actual. La formula es la siguiente:

$$Q_m = \frac{P_a \cdot D}{86400}$$

Donde: Qm = Consumo promedio diario (l / s)
 Pa = Población actual
 D = Dotación (l / hab / día)

$$Q_m = \frac{P_a \cdot D}{86400} \Rightarrow$$

$$Q_m = 1.56 \text{ (l / s)}$$

CONSUMO MÁXIMO DIARIO (Qmd) Y HORARIO (Qmh)

Se definen como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año, y la hora de máximo consumo del día de máximo consumo respectivamente.

$$Q_{md} = k_1 \cdot Q_m ; Q_{mh} = k_2 \cdot Q_m$$

Donde:
 Qm = Consumo promedio diario (l / s)
 Qmd = Consumo máximo diario (l / s)
 Qmh = Consumo máximo horario (l / s)
 K1, K2 = Coeficientes de variación

El valor de K1 para pob. rurales varia entre 1.2 y 1.5; y los valores de k2 varían desde 1.8 hasta 2.5. (dependiendo de la población de diseño y de la región)

Valores recomendados según población:

$$K_1 = 1.3$$

$$K_2 = 1.8$$

$$Q_{md} = k_1 \cdot Q_m \Rightarrow$$

$$Q_{md} = 2.03 \text{ (l / s) Demanda de agua}$$

o
o

$$Q_{mh} = k_2 \cdot Q_m \Rightarrow$$

$$Q_{mh} = 2.81 \text{ (l / s)}$$

EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DEL RESERVORIO ACTUAL

PROYECTO : EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL PUERTO CASMA
 REGION : ANCASH
 DISTRITO : COMANDANTE NOEL
 PROVINCIA : CASMA

DEMANDA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA ACTUAL

CÁLCULOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN RESERVORIO EN CONDICIONES ACTUALES

$$V_{alm} = V_r + VR + V_{ci}$$

Donde:

V_{alm} = Volumen de Almacenamiento

V_r = Volumen de Regulación

$$V_r = Q_{md} \times 0.25 \times 86.40$$

VR = Volumen de Reserva

$$VR = Q_{md} \times 0.05 \times 86.4$$

V_{ci} = Volumen Contra Incendios

Reservorio (Para condiciones actuales)

V_r :	43.80	M3	
VR :	8.76	M3	
V_{ci} :	10.00	M3	
V_{alm} :	62.57	M3	63.00 M3

Reservorio Existente

V_r :	20.00	M3	
VR :	0.00	M3	
V_{ci} :	0.00	M3	
V_{alm} :	20.00	M3	20.00 M3

$$\text{Déficit} = -43.00 \text{ M3}$$

Vemos un déficit de 43m³ en comparación con el reservorio actual, motivo por el cual es necesario el rediseño del reservorio en función a una población proyectada

C. Red de Distribución:

Tabla N° 12: Red de Distribución

ÍTEM	DATO
Tipo	Mixta
Antigüedad	15 años
Material	PVC
Diámetro	3" (Matriz) / 1/2" (Ramas)

Fuente: Ficha Técnica Elaborada por el Autor (Anexo 1)

Tabla N° 13: Componentes de la Red de Distribución

Componentes	Existe	Operativo	Material	Observación
Val. Compuerta	No	-	-	-
Val. Purga	No	-	-	-
Val. Aireación	No	-	-	-
Val. Reductora de Presión	No	-	-	-

Fuente: Ficha Técnica Elaborada por el Autor (Anexo 1)

Como se puede apreciar prácticamente la Red de Distribución no cuenta con ningún componente obligatorio de acuerdo al reglamento. Con esto se comprende que la red en funcionamiento actual fue construida ignorando los parámetros del reglamento.

Esto afecta seriamente al Sistema de Agua Potable; ya que, por ejemplo, si no existe una válvula con la cual se pueda purgar o limpiar las tuberías, pues éstas son propensas al arenamiento o en el peor de los casos obstrucción de la misma. Así mismo el tiempo de uso que tienen estas tuberías es de aproximadamente 15 años y éstas no llegan a toda la población.

D. Estudio Topográfico:

Se realizó un estudio topográfico al Puerto Casma (Plano Lotización Proyectado – COFOPRI) con el objetivo de tener los datos para el rediseño de la red de distribución. Se tomó el plano proyectado ya que

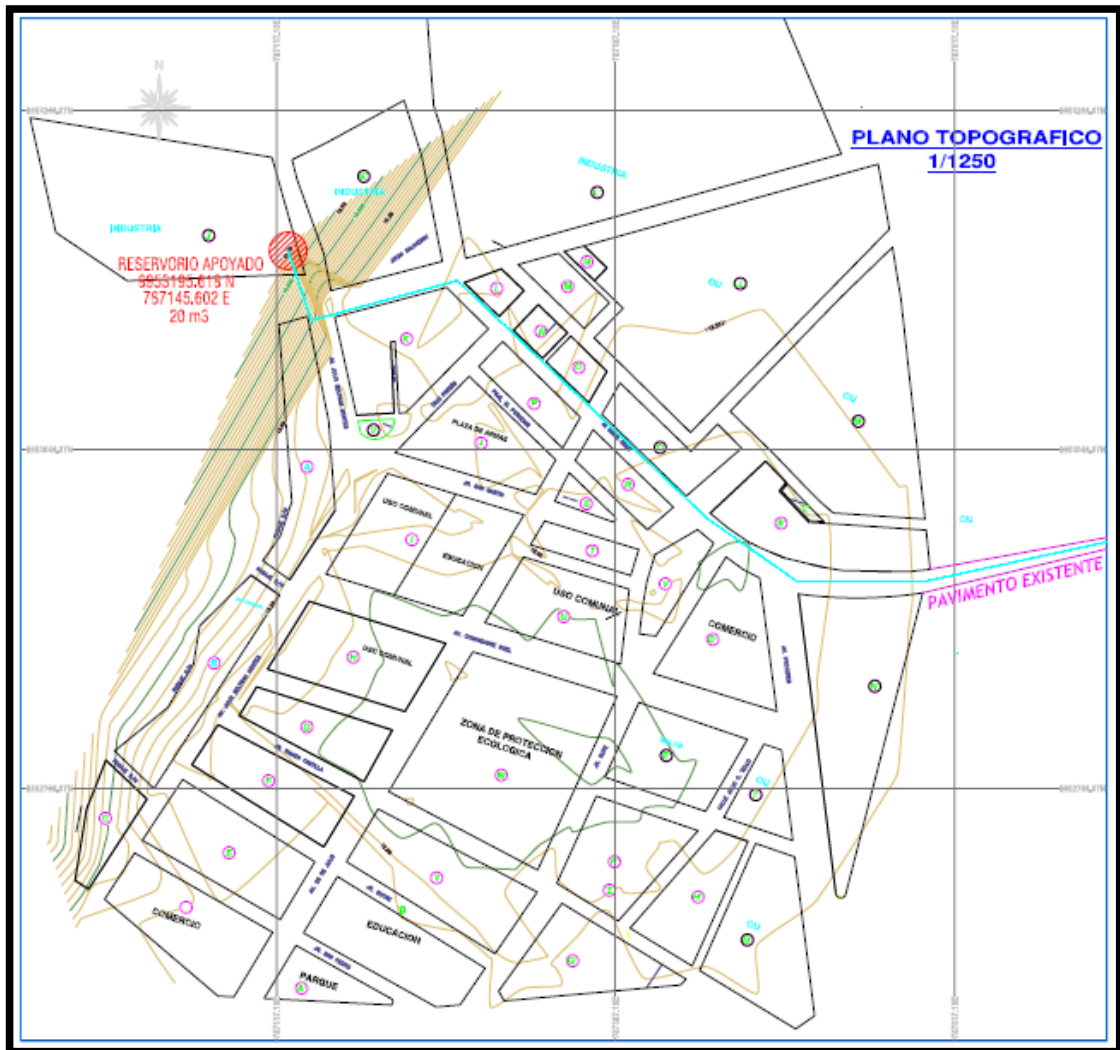
actualmente existe un plano de lotización a mano alzada que no refleja correctamente lo existente.

Imagen N°09: Autor Realizando Estudio Topográfico



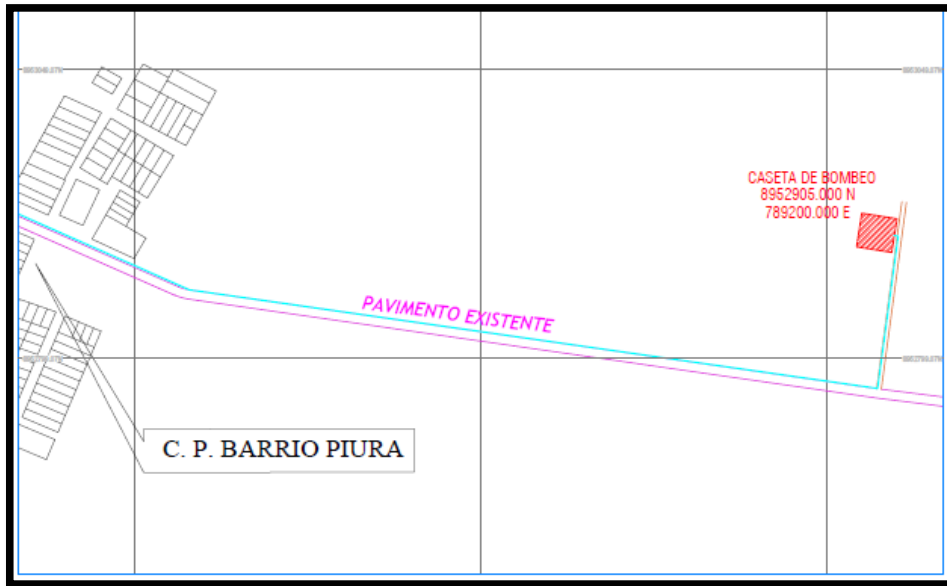
Fuente: Autor

Imagen N°10: Plano Topográfico (Puerto Casma)



Fuente: Autor

Imagen N°11: Plano Topográfico (Puerto Casma



Fuente: Autor

IV. DISCUSIÓN:

En la presente investigación se presentan los resultados provenientes del estudio y evaluación del funcionamiento del sistema de agua potable del puerto Casma, la cual comprende la evaluación de funcionamiento desde la Fuente de Captación hasta la Red de Distribución, esta evaluación del funcionamiento comprueba la existencia de los problemas planteados al inicio de esta investigación.

Los resultados, con respecto al almacenamiento y red de distribución, se pueden relacionar con la investigación titulada “**Proyecto De Agua Potable Y Alcantarillado De La Localidad De Guadalupe – Pacasmayo – La Libertad**” Pereyra, Paul (2011); nos menciona en una de sus conclusiones que gran parte de las instalaciones de esta localidad cuentan con instalaciones de agua potable y alcantarillado de más de 40 años y durante todo ese tiempo esta infraestructura no ha sido cambiada ni ampliada, siendo este el mayor problema de salubridad de la zona.

Los resultados que se obtuvieron de la evaluación fueron semejantes ya que en el tiempo de uso para que tiene la red de distribución es de aproximadamente 15 años, así mismo el almacenamiento que este sistema utiliza tiene aproximadamente de 70 años, ambos sin ningún tipo de mejora ni ampliación, esto trae como consecuencia problemas de abastecimiento y de salud a los habitantes tal como lo menciona: Hernán Cortés en su tesis titulada “**Mejoramiento Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable, Mediante El Diseño De Un Tanque Semienterrado De Cuatro Compartimientos Para El Almacenamiento De 726 Metros Cúbicos Y La Determinación De La Calidad De Dicho Líquido, En El Municipio De Palón, Escuintla**” llega a la siguiente conclusión: “Es muy importante la construcción del tanque de almacenamiento de agua potable, pues mejorará sustancialmente el servicio de distribución, especialmente en lo referente a su continuidad y a la cantidad de personas atendidas”.

Si hacemos una comparación con la presente investigación, la conclusión a la que llega el autor es una inversa de los resultados obtenidos mas no una contradicción ya que si existen deficiencias en cuanto al almacenamiento la distribución y continuidad del servicio se verán severamente afectados teniendo como principal afectado, los habitantes.

Con respecto a calidad del agua, los resultados se asemejan con la investigación **“Estudio y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanmá”** de Paola Alvarado Espejo realizado en el año 2013, llegó a la conclusión: “En la normativa ecuatoriana NTE INEN 1 108:2006 y de acuerdo a los resultados obtenidos en los respectivos análisis físico – químico y bacteriológico, se observa que en las dos muestras el límite permisible de los gérmenes totales se encuentran fuera del rango; por tal motivo se eligió la desinfección como único tratamiento, y los parámetros restantes físico – químicos como es pH, turbiedad, dureza y sólidos totales cumplen con los requerimientos de la normativa...”.

Los resultados que se obtuvieron en la presente investigación fueron semejantes ya que el agua que se distribuía a través del sistema resultó estar contaminada microbiológicamente por lo que también se concluyó proponer el tratamiento de desinfección del agua mediante la aplicación de una solución ya que el resto de parámetros están dentro del rango establecidos por el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano (DS N°031-2010-SA)

V. CONCLUSIONES:

1. Se logró realizar la evaluación de la calidad del agua mediante un análisis basado en muestras adquiridas de la red de distribución, estas muestras sirvieron para el análisis microbiológico, parasitológico y físico-químico que se basó en el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo Humano;

Con referente al aspecto microbiológico del agua que se distribuye en este sistema se pudo demostrar que está sumamente contaminada, esto debido a que no se le da ningún tratamiento ni al reservorio ni a la fuente de captación.

El análisis Parasitológico concluyó que todos los parámetros estaban dentro del rango establecido por el Reglamento, y en general en el aspecto Físico-Químico se concluyó de la misma manera salvo en dos aspectos: Presencia de Nitrito y No presencia de Cloruros.

El Nitrito es una sustancia que se encuentra en diferentes componentes químicos que se utilizan en la agricultura, este elemento es absorbido por el suelo y llevado hacia los acuíferos quienes son los que transportan dicho elemento, esto se puede corroborar ya que en la zona en la que se encuentra la fuente de captación está rodeada por áreas de cultivo, razón por la cual este elemento se encuentra presente en el agua.

Se llegó a la conclusión de que la no presencia de Cloruros dentro del rango que nos establece el reglamento, tiene como consecuencia la libre y continua contaminación del agua distribuida.

2. Se logró realizar la evaluación del funcionamiento del sistema de agua potable del Puerto Casma logrando así identificar las falencias de dicho sistema ante la problemática presentada.

En el apartado comprendido por el Sistema de Captación se logró identificar una falencia principal, ésta falencia es la ausencia de los dispositivos de control automático, como lo son el Caudalímetro y el

Manómetro que toda fuente de captación subterránea debe tener de acuerdo con el Reglamento.

A su vez el nivel dinámico llega a descender hasta los 18m teniendo el pozo una profundidad de 20m, siendo esto un riesgo en incremento ya que el N.D. podría seguir bajando.

En cuanto a la línea de impulsión se tuvo dificultad al momento de evaluarla, ya que las tuberías están enterradas así también los accesorios como lo son las válvulas de purga, por ende, están completamente inoperativas, éstas válvulas y tuberías no están operativas debido a que se pavimento la entrada al Puerto Casma; vía por la cual, según datos de los pobladores y el operario, está la línea de impulsión.

Con referente al almacenamiento, los resultados arrojaron que el tiempo de uso a la fecha es de 70 años y en condiciones normales un reservorio tiene un tiempo de vida útil de 20 años; así mismo este reservorio actualmente no cumple con la demanda de agua potable en función a la población actual, ya que solamente tiene unos 20 m³ y conforme a los cálculos tendría que tener un volumen total de 63 m³, existiendo así un déficit de 43 m³. Es por esto que se diseñó un nuevo reservorio (Ver Propuesta) que cuenta con 81 m³ en función a una población proyectada.

Se logró evaluar la red de distribución basándome en el conocimiento del operario, ya que no se logró contar con ningún tipo de documentación referente al sistema. A su vez se pudo identificar mediante el estudio de suelos el diámetro de algunas las tuberías en los ramales. El tiempo de funcionamiento que tiene esta red es de aproximadamente 15 años

3. Se realizó un estudio topográfico de la zona para determinar las variaciones de niveles en el terreno y tenerlo como dato para el diseño de la red, así mismo se realizó un estudio de suelos para determinar el nivel freático del terreno para también tenerlo en cuenta como dato para el diseño de la red.

4. La presente investigación abre las puertas a futuras investigaciones, principalmente como lo es el estudio hidrogeológico de la zona, esto para poder determinar una adecuada fuente de abastecimiento, ya que como lo mencioné anteriormente no existen fuentes superficiales cercanas.

VI. RECOMENDACIONES

A la entidad administradora del Sistema de Agua Potable:

- Implementación de los dispositivos de control automático en la estación de bombeo (Manómetro y Caudalímetro) para que se lleve un control diario del funcionamiento del pozo como medida inmediata.
- Se recomienda darle mantenimiento al panel de voltaje del tablero electrónico para que así se vea en tiempo real cuanto voltaje se le esta asignando al motor.
- Cubrir la entrada del pozo tubular, para evitar la caída de sustancias u objetivos perjudiciales que atenten contra la integridad de los equipos y la salud de los habitantes.
- Contratar a un personal que vigile durante la noche la caseta de bombeo.
- Se recomienda la implementación y mejoramiento de la caseta de válvulas del reservorio, ya que el acceso es completamente libre. Así mismo, el mantenimiento de las válvulas de salida.
- Realizar el mejoramiento integral del sistema de abastecimiento partiendo desde este estudio de investigación
- Realizar un estudio hidrogeológico para la obtención de una nueva fuente de abastecimiento de agua potable que cumpla con la demanda actual y proyectada.

A los alumnos y futuros investigadores:

- Darle mayor atención a los problemas que aquejan a la población rural, debido a que el estado le da poca o nula atención.
- Complementar este estudio, siguiendo el camino ya trazado para así poder ayudar con un grano de arena a quienes más lo necesitan.
- Preocupación no tanto por la nota, si no por el impacto y el beneficio social del estudio que se está realizando.

VII. PROPUESTA:

A. Captación:

De acuerdo con los resultados obtenidos en campo se propone la siguiente propuesta como medida inmediata:

- Implementación de equipos de control automático como lo son: Caudalímetro y Manómetro.
- Mantenimiento del tablero electrónico.

En base a los resultados obtenidos se sabe que el pozo cuenta con 20 metros de profundidad y el nivel dinámico desciende hasta los 18 metros, adicionalmente se debe considerar que la proyección del reservorio (Ver Punto "B") es de 81 m³ y teniendo el caudal de entrada al reservorio actual (0.7 l/s) se deduce que la bomba tendría que funcionar 32 hrs lograr llenar el reservorio, en consecuencia, el pozo no abastecería al nuevo reservorio. Por lo tanto, se propone un estudio hidrogeológico en la zona para obtener nuevas fuentes de abastecimiento para el sistema.

También se puede proponer la excavación del pozo para tener mayor nivel estático y dinámico del agua, pero esto pone en peligro la calidad del agua ya que el agua de mar puede regresar al acuífero debido a la proximidad del mar y la poca pendiente.

B. Reservorio:

En base a los resultados, la propuesta de mejora para este ítem es el siguiente, ya que el reservorio actual no cumple con la demanda de agua

de acuerdo a la población actual, es por esto que se propone la ampliación de la misma, pasando de los 20 m³ actuales a 81m³.

La determinación de volumen de almacenamiento se logró en base a una población proyectada a 20 años en base al Reglamento

Esto mejorará significativamente el abastecimiento y la continuidad del servicio que actualmente está en 02 hrs cada 02 días, pasando a 24 hrs/día.

La memoria de cálculo se presenta en el Anexo VII.

C. Red de Distribución:

Los resultados arrojaron una antigüedad de las redes mayor a los 15 años y de acuerdo con las normas el tiempo de vida útil para este tipo de zonas es 10 años siendo urgente el rediseño de la misma. Así mismo se pudo observar que no todas las viviendas cuentan el servicio de agua potable, por ende, es necesario el diseño de nuevas redes que contemplen toda la población de tal manera que cuando ésta crezca ningún habitante o vivienda sufra un déficit en el servicio de agua.

Es por esto que se propone un nuevo diseño de redes de agua potable; este diseño se presenta en el anexo VII contemplando la memoria de cálculo de dotación, cálculos hidráulicos y los planos respectivos se encuentran en el anexo X.

D. Calidad del Agua:

Para este ítem, y con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona, se propone como medida inmediata la aplicación de cloro en el reservorio para su tratamiento y desinfección, con esto se mejorará la calidad de vida de los habitantes.

Se puede aplicar de dos maneras, como Cloro Líquido (Hipoclorito de Sodio) o Cloro Granulado (Hipoclorito de calcio), la dosis para cada uno de estos productos es la siguiente:

D.1. Cloro Líquido

Conocido también por su fórmula general, Hipoclorito de Sodio, es la solución más común que se usa en caso para la desinfección de agua para consumo humano. La dosis varía entre 0.5 a 5ml/L dependiendo de la turbidez y contaminación del agua.

Para aguas turbias y muy contaminadas se utiliza una dosis de 4mg/L, pero sin embargo a esta dosis causa un sabor fuerte y desagradable. Pero en este caso, según el análisis realizado en laboratorio el agua presenta una turbidez mínima o casi nula, por lo que se recomienda la aplicación en una dosis de 0.5 a 1 mg/L para evitar el sabor desagradable del agua.

La cantidad de cloro líquido a aplicar se calcula mediante la fórmula:

$$V_c = \frac{V_a \times D}{C \times 10}$$

Donde:

V_c : Volumen de cloro líquido (mml)

V_a : Volumen de agua a desinfectar (L)

D: Dosis a aplicar (ml/L)

C: Concentración de cloro del producto (%)

10: Valor constante

D.2. Cloro Sólido:

También conocido como Hipoclorito de calcio tiene el mismo propósito que el cloro líquido, pero éste es menos comercial. Sus propiedades y aplicaciones son similares.

La manera de calcular la cantidad de cloro granulado para cierto volumen de agua se presenta de la siguiente manera:

$$C_w = \frac{V_a \times D}{C \times 10}$$

Donde:

C_w : Peso del cloro (gramos)

V_a : Volumen de agua a desinfectar (L)

D: Dosis a aplicar (mg/L)

C: Concentración de cloro del producto (%)

10: Valor constante

La aplicación de este producto no se aplica en reservorios ya que solamente se utiliza en casos de emergencia. Esto se debe a que se tiene que esperar que las partículas de calcio decanten.

D.3. Aplicación:

El componente que se propone es el Hipoclorito de Sodio, aplicándose de la siguiente manera:

Reservorio Actual

Reemplazando los datos del reservorio actual en la fórmula para la aplicación de este producto tenemos:

V_a : $20\text{m}^3 = 20000 \text{ L}$

D: 1 mg/L (Dosis para desinfección)

C: 7.5 % (Valor Comercial)

10: Valor constante

$$V_c = \frac{20000 \times 1}{7.50 \times 10}$$

$$V_c = 266.67 \text{ mml} \cong 0.27 \text{ L}$$

El volumen a aplicar de Hipoclorito de sodio para el reservorio actual de 20 m^3 es de 0.27 L.

Reservorio Proyectado

Reemplazando los datos del reservorio proyectado en la fórmula para la aplicación de este producto tenemos:

$V_a: 81\text{m}^3 = 81000 \text{ L}$

D: 1 mg/L (Dosis para desinfección)

C: 7.5 % (Valor Comercial)

10: Valor constante

$$V_c = \frac{81000 \times 1}{7.50 \times 10}$$

$$V_c = 1080 \text{ mml} \cong 1.1 \text{ L}$$

El volumen a aplicar de Hipoclorito de sodio para el reservorio proyectado de 81 m^3 es de 1.1 L.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÜERO, Roger. Agua Potable para Poblaciones Rurales [en línea]. 1.a ed. Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales (SER), 1997 [fecha de consulta: 19/05/17]. Disponible en: http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable_para_poblaciones_rurales_sistemas_de_abastecim.pdf

ALVARADO, Paola. Estudios y diseño del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá. Tesis (Trabajo de Fin de Titulación). Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja, 2013. [Fecha de Consulta: 15/05/17]. Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/6543/1/TESIS%20UTPL.pdf>

BATRES, J.; FLORES, D. y QUINTANILLA, A. Rediseño Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable, Diseño De Alcantarillado Sanitario Y De Agua Lluvias Para El Municipio De San Luis Del Carmen, Departamento De Chalatenango. Tesis (Título de Ingeniero Civil). San Salvador: Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, 2010. [Fecha de consulta: 12/04/16]. Disponible en: <http://www.4shared.com/web/preview/pdf/M69x61PJ>

CHANGOLUISA, Alexandra y CAJAMARCA, Kleber. Evaluación del Sistema de Agua Potable de la Parroquia Nanegal. Trabajo de Titulación (Título de Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, 2015. [Fecha de Consulta 12/10/16]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9446>

Cloro [Archivo de una compilación]. Arlington: Keith C. (26 de Junio del 2003). [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2017]. Recuperado de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/ponen8.pdf>

ESTUDIO de la Calidad del Agua de los Sistemas de Abastecimiento Rural. Departamento de Ancash, Apurímac, Cajamarca y Cusco. [En Línea] Perú: Lima, 2009 [Fecha de Consulta: 12 de octubre del 2016]. Consultado en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsatp/e/tecnologia/documentos/agua/iestudioagua.pdf>

GARCIA, Eduardo. Manual de Proyectos de Agua en Poblaciones Rurales [En línea]. Lima, Perú: Fondo Peruano – Alemán, 2009 [Fecha de consulta: 10/09/16]. Disponible en: <http://www.fcpa.org.pe/archivos/file/DOCUMENTOS/5.%20Manuales%20de%20proyectos%20de%20infraestructura/Manual%20de%20agua%20potable%20en%20poblaciones%20rurales.pdf>

GUIBO, Jorge. Curso Formulación y Evaluación en el PIP del Sector Saneamiento [En Línea]. Lima: Ministerio de Economía y Finanzas [Fecha de consulta: 12/10/16]. Capítulo 3: Formulación. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacidades/capac_12/noviembre/saneamiento/3_a_Formulaci.pdf

INSTITUTO de la Construcción y Gerencia. Reglamento Nacional de Edificaciones: Obras de Saneamiento, Instalaciones Sanitarias. 5ta Edición. Lima: Editorial ICG, 2014. 116 h. ISBN: 978-612-46252-3-7.

INTERNATIONAL organization for standardization (ISO) (1996), Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids – nominal outside diameters and nominal pressures. (ISO – 161-2) [En Línea]. EE.UU. [Fecha de Consulta: Viernes de Septiembre del 2016]. Disponible en: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?cnumber=24510

LOSSIO, Moira. Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Para Cuatro Poblados Rurales del Distrito de Lancones. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería Civil 2012. [Fecha de Consulta: 09/10/16]. Disponible en: <http://pirhua.udep.edu.pe/handle/123456789/2053>.

ORGANIZACIÓN Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud (OMS) y Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Guía para el Diseño de Redes de Distribución en Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua [En línea]. Lima, 2009 [Fecha de consulta: 24/10/16]. Disponible en: http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/043_dise%C3%B1o_de_redes_de_distribuci%C3%B3n/dise%C3%B1o_de_redes_de_distribuci%C3%B3n.pdf

OSORIO, Odelhi. Abastecimiento de Agua Potable de y Alcantarillado Para los AA.HH. Medalla Milagrosa y Nuevo Progreso Sector Carrizal – Casma. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, Escuela de Ingeniería Civil, 2007.

PEREYRA, Paul. Proyecto De Agua Potable Y Alcantarillado De La Localidad De Guadalupe – Pacasmayo – La Libertad. Tesina (Título Profesional de Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, Escuela de Ingeniería Civil, 2011.

RODRIGUEZ, Pedro. Abastecimiento de Agua [en línea]. 1.a ed. México: Instituto Tecnológico de Oaxaca, 2001. [Fecha de consulta: 25/05/17]. Disponible en: https://www.academia.edu/7341842/Abastecimiento_de_Agua_-_Pedro_Rodr%C3%ADguez_Completo

ROMERO, Jairo. Potabilización del Agua. 3.ª ed. Escuela Colombiana de Ingeniería: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., 1999. 330pp.

ISBN: 9701504003

SERRANO, Jesús. Proyecto de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en Togo. Proyecto Fin de Carrera. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid, 2007. [Fecha de consulta: 24/10/16] Disponible en: http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/5469/PFC_Jesus_Serrano_Alonso.pdf?sequence=1

SIERRA, Carlos. Calidad del Agua – Evaluación y Diagnóstico -. 1.ª ed. Universidad de Medellín: Ediciones de la U, 2011. 459 pp.

ISBN: 789588692067

VALDEZ, Enrique. Abastecimiento de Agua Potable. 4.ª ed. UNAM, Facultad de Ingeniería: Universidad Nacional Autónoma de México, 1994. 258 pp.

VARGAS, Alvaro; FLOREZ, Annuar y GLEEN, Liseth. Evaluación Técnica del Sistema de Tratamiento de Agua Potable de la Vereda Palo Solo del Municipio de Aguazul (Casanare). Monografía (Especialización en Ingeniería Ambiental). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. [Fecha de Consulta: 12/06/16]. Disponible en: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7438/2/130362.pdf>

ANEXOS

ANEXO I
FICHA TECNICA
PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

GENERALIDADES

Localidad: PUERTO CASMA Distrito: COMANDANTE NOEL
Provincia: CASMA Región: ANCAESH
Servicios Básicos: SANEAMIENTO, LUZ Categoría: RURAL
Responsable de la Administración: MUNICIPALIDAD DIST. COMANDANTE NOEL

CAPTACION

1. Existe un Estudio Hidrogeológico:

Sí

No

Obs.: ESTUDIO NO DISPONIBLE

2. Pozo:

2.1. Antigüedad (En años):

0-3

3-5

5-7

7-10

10 - más

Obs.: 15 AÑOS

2.2. Tipo y Profundidad (En mts.):

Tipo: POZO TUBULAR

Profundidad: 20 mts.

2.3. Material:

PVC

Concreto

Abesto-Cemento

Otro: ACERO

2.4. Diámetro Interno(plg) y Recubrimiento (cm):

Ø: 3"

Recubrimiento: 8" (Fierro)

2.5. Nivel del Agua:

N_{Dinámico}: 18 mts.

N_{Estático}: 13-14 mts.

3. Estación de Bombeo:

3.1. Antigüedad (En años):

0-3

3-5

5-7

7-10

10 - más

Obs.: 03 AÑOS

3.2. Capacidad de Bombeo:

HP: 12.5 HP/1060 RPM

3.3. Caudal de Bombeo:

Q: $0.2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

3.4. Tiempo de Bombeo:

Hrs. De Bombeo: 08 hrs

Días de Bombeo: INTERDIARIO

3.5. Componentes:

Dispositivos de Control Automático:

A. Caudalímetro (Caudal Ofrecido):

Sí No Q_{of.}: _____ D.(Ø): _____

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: _____

B. Manómetro (Presión):

Sí No P.: _____

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: _____

C. Tablero de Control Eléctrico:

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: NO FUNCIONA PANEL DE VOLTAJE

Válvulas y Accesorios:

D. Válvula de Aire:

Sí No Material: PVC D.(Ø): 1"

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: _____

E. Válvula Check

Sí No Material: PVC D.(Ø): 3"

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: FALLA EN OCASIONES POR ARENAMIENTO

F. Válvula de Alivio:

Sí No Material: BRONCE D.(Ø): 3"

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: _____

G. Tubería de Alivio:

Sí No Material: FIERRO D.(Ø): 1"

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: -

4. Línea de Impulsión:

4.1. Antigüedad (En años):

0-3 3-5 5-7 7-10 10 - más

Obs.: 15 AÑOS

4.2. Tipo de Conducción:

Tubería FºFº Tubería PVC Tubería Concreto

Otro: -

4.3. Accesorios:

A. Válvula de Purga:

Sí No Material: — D.(Ø): —

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: DEBIDO A LA PAVIMENTACIÓN

B. Válvula de Aire:

Sí No Material: — D.(Ø): —

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: —

5. Operación y Mantenimiento:

5.1. Existe una Caseta que Proteja la Maquinaria:

Sí No

Antigüedad:

0-3 3-5 5-7 7-10 10 - más

Obs.: 15 AÑOS

Estado Físico:

Bueno Regular Deficiente

Observación: LA CASETA NO CUENTA CON VIGILANCIA
O RESGUARDO

ALMACENAMIENTO (Reservorio)

1. Tipo de Almacenamiento:

Apoyado Elevado

2. Antigüedad (En Años):

0-3 3-5 5-7 7-10 10 - más

Obs.: APROX. 70 AÑOS (1947)

3. Capacidad de Almacenamiento / Horas de Servicio:

20 m³ (m³) / 02 HORAS INTERDIARIO

4. Reservorio:

4.1. Válvula de Aire:

Sí No Material: FIERRO D.(Ø): 3"

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: -

Estado Físico:

Optimo Medio Malo

Imperfectos: -

4.2. Estructura (Externa):

A. Desperfecto 01:

Fisura Rajadura Grieta Desprendimiento

Dst.(cm): 15 cm Ancho máx. (cm): 1.5 cm

Lugar: LATERAL

Obs.: SUPERFICIAL

B. Desperfecto 02:

Fisura Rajadura Grieta Desprendimiento

Dst.(cm): 2.5 mts Ancho máx. (cm): 0.5 cm

Lugar: ANTERIOR (CARA VISIBLE)

Obs: SUPERFICIAL (EN GENERAL EN BUEN ESTADO)

C. Desperfecto 03:

Fisura Rajadura Grieta Desprendimiento

Dst.(cm): _____ Ancho máx. (cm): _____

Lugar: _____

Obs: _____

D. Desperfecto 04:

Fisura Rajadura Grieta Desprendimiento

Dst.(cm): _____ Ancho máx. (cm): _____

Lugar: _____

Obs: _____

E. Desperfecto 05:

Fisura Rajadura Grieta Desprendimiento

Dst.(cm): _____ Ancho máx. (cm): _____

Lugar: _____

Obs: _____

F. Otros:

❖

❖

❖

4.3. Componentes Internos:

A. Tubería de Control del Nivel Estático:

Sí No Material: _____ D.(Ø): _____

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: _____

B. Cono de Rebose:

Sí No Material: PVC D.(Ø): 4"

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: INSTALADA DE MANERA PRTESANAL

5. Caseta de Válvulas:

5.1. Válvula de Entrada:

Sí No Material: - D.(Ø): -

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: ENTRADA DIRECTA

5.2. Válvula de Limpia o Desagüe:

Sí No Material: BRONCE D.(Ø): 3"

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: OXIDADA DEBIDO A LA ANTIGUEDAD

5.3. Tubería de Limpia o Desagüe:

Sí No Material: PVC D.(Ø): 3"

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: INSTALADA ARTESANALMENTE

5.4. Válvula de By Pass:

Sí No Material: — D.(Ø): —

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: _____

5.5. Tubería de By Pass:

Sí No Material: — D.(Ø): —

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: _____

5.6. Válvula de Salida:

Sí No Material: BRONCE D.(Ø): 3"

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: 04 VÁLVULAS INSTALADAS

5.7. Tubería de Salida:

Sí No Material: ACERO D.(Ø): 3"

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: —

5.8. Estructura de la Caseta:

Tipo de Estructura: ABIERTA Material: CONCRETO

Acceso: LIBRE

Obs.: NO TIENE PROTECCIÓN ALGUNA, EL ACCESO ES LIBRE

RED DE DISTRIBUCIÓN

1. Tipo de Red de Distribución:

Abierta

Cerrada

Mixta

2. Antigüedad (En Años):

0-3

3-5

5-7

7-10

10 - más (15 años)

3. Material y Diámetro de Tubería:

PVC

F°F°

Concreto

Φ: MATRIZ : 3"
RAMAS : 1"

4. Velocidad de Distribución:

5. Presión:

5.1. Presión Estática (Prueba Hidrostática):

_____ Pa (N/m²)

5.2. Presión Dinámica:

_____ Pa (N/m²)

6. Válvulas:

6.1. Válvula Compuerta:

Sí

No

Material: _____ D.(Ø): _____

Estado de Funcionamiento:

Operativo

No Operativo

Observaciones: _____

6.2. Válvula de Purga:

Sí

No

Material: _____ D.(Ø): _____

Estado de Funcionamiento:

Operativo

No Operativo

Observaciones: _____

6.3. Válvula de Aereación:

Sí No Material: _____ D.(Ø): _____

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: _____

6.4. Válvula para Reducir la Presión:

Sí No Material: _____ D.(Ø): _____

Estado de Funcionamiento:

Operativo No Operativo

Observaciones: _____


Arnoldo Rables Flores
DNI: 32114448



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046**



Registro N°LE- 046

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20170419-003

Pág. 1 de 3

SOLICITADO POR : **JAIRO CORDERO OLIVERA.**
DIRECCIÓN : Jr. Majía Mejía N° 139 Casma.
PRODUCTO DECLARADO : **AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. (AGUA POTABLE).**
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 8,0L
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En frasco de vidrio esteril, frascos de plástico con tapa.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-04-19
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-04-19
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-05-04
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Microbiología, Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : **SS 170419-3**

RESULTADOS

**"EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL PUERTO CASMA DISTRITO DE COMANDANTE
NOEL PROVINCIA CASMA REGION ANCASH"**

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

ENSAYOS	MUESTRA
	M - 1
Bacterias Heterotróficas (UFC/mL)	19x10 ²
Coliformes Totales (NMP/100mL)	69
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	12
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	12

ENSAYOS PARASITOLÓGICOS

Huevos de Helminos (Huevos/L)	MUESTRA
(Especies)	M - 2
<i>Fasciola sp.</i>	<1
<i>Paragonimus sp.</i>	<1
<i>Schistosoma sp.</i>	<1
<i>Taenia sp.</i>	<1
<i>Hymenolepis sp.</i>	<1
<i>Diphyllobotrium sp.</i>	<1
<i>Ascaris sp.</i>	<1
<i>Ancylostoma sp. /Necator sp.</i>	<1
<i>Trichuris sp.</i>	<1
<i>Capillaria sp.</i>	<1
<i>Strogylodes sp.</i>	<1
<i>Enterobius sp.</i>	<1
<i>Macracanthorhynchus sp.</i>	<1

<1 : es ausencia.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752

Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046**



Registro N°LE- 046

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20170419-003

Pág. 2 de 3

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

ENSAYOS	MUESTRA
	M - 3
pH	7,97
Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	510
(*) Cloro Residual (ppm)	<0,1
Cloruros (mg/L)	67
(*) Sulfatos (mg/L)	78
(*) Turbidez (UNT)	<1
Conductividad (uS/cm)	797
(*) Color (UCV)	<1
Dureza Total (mg/L)	411
(*) Nitratos (mg/L)	0,042
(*) Nitritos (mg/L)	<0,02
(*) Cianuro (mg/L)	<0,01
(*) Fluoruros (mg/L)	<0,1
(*) Manganeso (mg/L)	<0,0070
(*) Aluminio (mg/L)	<0,0080
(*) Cobre (mg/L)	<0,0084
(*) Zinc (mg/L)	<0,0091
(*) Sodio (mg/L)	103,9
(*) Antimonio (mg/L)	<0,0052
(*) Arsénico (mg/L)	<0,0065
(*) Bario (mg/L)	<0,0066
(*) Boro (mg/L)	0,071
(*) Cadmio (mg/L)	<0,0027
(*) Cromo (mg/L)	<0,0056
(*) Mercurio (mg/L)	<0,0008
(*) Plomo (mg/L)	<0,0047
(*) Selenio (mg/L)	<0,0069
(*) Niquel (mg/L)	<0,0050
(*) Molibdeno (mg/L)	<0,0048
(*) Hierro (mg/L)	<0,0058

(*) Los métodos indicados aún no han sido acreditados por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20170419-003

Pág. 3 de 3

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752

Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

Anexo II

OFICINA ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN

Estimado Validador:

Me es grato dirigirme a Usted, a fin de solicitarle su inapreciable colaboración como experto para validar la ficha técnica, el cual será aplicado al alumno, CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER, por cuanto considero que sus observaciones y subsecuentes aportes serán de utilidad.

El presente instrumento tiene como finalidad recoger información directa para la investigación, que se realiza en los actuales momentos, titulado:

"EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL PUERTO
CASMA – DISTRITO DE COMANDANTE NOEL – PROVINCIA DE CASMA – ANCASH –
2017"

Esto como objeto de presentarla como requisito para obtener

TITULO PROFRESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Para efectuar la validación del instrumento, Usted deberá leer cuidadosamente cada enunciado y sus correspondientes alternativas de respuesta, en donde se pueden seleccionar una, varias o ninguna alternativa de acuerdo al criterio personal y profesional del actor que corresponda al instrumento. Por otra parte se le agradece cualquier sugerencia relativa a redacción, contenido, pertinencia y congruencia u otro aspecto que se considere relevante para mejorar el mismo.

Gracias por su aporte.

JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

INSTRUCCIONES

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

E = Excelente B = Bueno M = Mejorar X = Eliminar C = Cambiar

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS		RESPUESTAS	OBSERVACIONES
N°	ITEM		
1	<i>CAPTACIÓN</i>		
2	<i>Pozo Tubular</i>	<i>B</i>	-
3	<i>Estación de Bombeo</i>	<i>E</i>	-
4	<i>Dispositivos de Control</i>	<i>E</i>	-
5	<i>Válvulas</i>	<i>B</i>	-
6	<i>Línea de Impulsión</i>	<i>B</i>	-
7	<i>ALMACENAMIENTO</i>		
8	<i>Reservorio</i>	<i>B</i>	-
9	<i>Componentes</i>	<i>E</i>	-
10	<i>Cajeta de Válvulas</i>	<i>E</i>	-
11	<i>RED DE DISTRIBUCIÓN</i>		
12	<i>Tuberías</i>	<i>B</i>	-
13	<i>Válvulas</i>	<i>E</i>	-
14	<i>Accesorios</i>	<i>B</i>	-
15			

Evaluado por:

Nombre y Apellido:

Miguel Angel Dioses Pardo

DNI: *32944129*

Firma:

Miguel Angel Dioses Pardo
 Ing. Civil CIP. N° 68736
 Reg. Consultor N° C9874

CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Miguel Angel Dioses Pardo, titular
 del DNI N° 32944129, de profesión Ingo Civil
 ejerciendo actualmente como Consultor Externo, en la
 Institución Municipalidad Provincial de Casma.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento (Ficha Técnica), a los efectos de su aplicación al TESISTA de la UCV _____

Jairo Tejer Cordero Olivera

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems				✓
Amplitud de conocimiento			✓	
Redacción de ítems			✓	
Claridad y precisión			✓	
pertinencia			✓	

En Nuevo Chimbote, a los 28 días del mes de Noviembre del 2016


Miguel Angel Dioses Pardo
 Ing. Civil CIP. N° 68736
 Reg. Consultor N° C9874
 Firma

OFICINA ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN

Estimado Validador:

Me es grato dirigirme a Usted, a fin de solicitarle su inapreciable colaboración como experto para validar la ficha técnica, el cual será aplicado al alumno, CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER, por cuanto considero que sus observaciones y subsecuentes aportes serán de utilidad.

El presente instrumento tiene como finalidad recoger información directa para la investigación, que se realiza en los actuales momentos, titulado:

“EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL PUERTO
CASMA – DISTRITO DE COMANDANTE NOEL – PROVINCIA DE CASMA – ANCASH –
2017”

Esto como objeto de presentarla como requisito para obtener

TITULO PROFRESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Para efectuar la validación del instrumento, Usted deberá leer cuidadosamente cada enunciado y sus correspondientes alternativas de respuesta, en donde se pueden seleccionar una, varias o ninguna alternativa de acuerdo al criterio personal y profesional del actor que corresponda al instrumento. Por otra parte se le agradece cualquier sugerencia relativa a redacción, contenido, pertinencia y congruencia u otro aspecto que se considere relevante para mejorar el mismo.

Gracias por su aporte.

JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

INSTRUCCIONES

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

E = Excelente B = Bueno M = Mejorar X = Eliminar C = Cambiar

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS		RESPUESTAS	OBSERVACIONES
N°	ITEM		
1	<u>CAPTACIÓN</u>		
2	<u>Pozo Tubular</u>	B	—
3	<u>Estación de Bombeo</u>	E	—
4	<u>Dispositivos de Control</u>	B	—
5	<u>Válvulas</u>	E	—
6	<u>Línea de Impulsión</u>	B	—
7	<u>ALMACENAMIENTO</u>		
8	<u>Reservorio</u>	B	—
9	<u>Componentes</u>	E	—
10	<u>Caseta de Válvulas</u>	E	—
11	<u>Red de Distribución</u>		
12	<u>Tuberías</u>	B	—
13	<u>Válvulas</u>	B	—
14			
15			

Evaluado por:

Nombre y Apellido:

Heyner G. Guerrero Esquivel

DNI:

42210549

Firma:


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Consejo Departamental Agrícola, Huancayo
Heyner G. Guerrero Esquivel
 Ing. Guerrero Esquivel Heyner Gustavo
 ING. AGRÍCOLA
 Reg. CIP. N° 146084

CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Heyner Gustavo Guerrero Esquivel, titular del
 DNI N° 42210549, de profesión Ing. Agrícola, ejerciendo
 actualmente como Sub Gerente de Obras Públicas, en la Institución
Municipalidad Provincial de Casma.


Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del
 Instrumento (Ficha Técnica), a los efectos de su aplicación al TESISISTA de la UCV _____

Jairo Tejer Cordero Miera

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de conocimiento			X	
Redacción de ítems				X
Claridad y precisión			X	
Pertinencia				X

En Casma, a los 24 días del mes de Noviembre del 2016


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Consejo Departamental Arequipa - Huancayo
Heyner Gustavo Guerrero Esquivel
 Ing. Guerrero Esquivel Heyner Gustavo
 ING. AGRÍCOLA
 Reg. CIP. Nº 143084

Firma

OFICINA ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN

Estimado Validador:

Me es grato dirigirme a Usted, a fin de solicitarle su inapreciable colaboración como experto para validar la ficha técnica, el cual será aplicado al alumno, CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER, por cuanto considero que sus observaciones y subsecuentes aportes serán de utilidad. El presente instrumento tiene como finalidad recoger información directa para la investigación, que se realiza en los actuales momentos, titulado:

“EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL PUERTO CASMA – DISTRITO DE COMANDANTE NOEL – PROVINCIA DE CASMA – ANCASH – 2017”

Esto como objeto de presentarla como requisito para obtener

TITULO PROFRESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Para efectuar la validación del instrumento, Usted deberá leer cuidadosamente cada enunciado y sus correspondientes alternativas de respuesta, en donde se pueden seleccionar una, varias o ninguna alternativa de acuerdo al criterio personal y profesional del actor que corresponda al instrumento. Por otra parte se le agradece cualquier sugerencia relativa a redacción, contenido, pertinencia y congruencia u otro aspecto que se considere relevante para mejorar el mismo.

Gracias por su aporte.

JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

INSTRUCCIONES

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

E = Excelente B = Bueno M = Mejorar X = Eliminar C = Cambiar

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS		RESPUESTAS	OBSERVACIONES
N°	ITEM		
1	CAPTACIÓN		
2	TORO TUBULAR	E	- - -
3	ESTACIÓN DE BOMBEO	B	- - -
4	DISPOSITIVOS DE CONTROL	E	- - -
5	VÁLVULAS	E	- - -
6	LÍNEA DE IMPULSIÓN	B	- - -
7	ALMACENAMIENTO		
8	RESERVARIO	B	- - -
9	COMPONENTES	B	- - -
10	CASETA DE VÁLVULAS	E	- - -
11	REO DE DISTRIBUCIÓN		
12	TUBERÍAS		
13	VÁLVULAS	B	- - -
14		E	- - -
15			

Evaluated by:

Name and Surname:

JOEL RICHARDO DIAZ SERIN

DNI:

32961114

Signature:



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

JOEL RICHARDO DIAZ SERIN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 66571

CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, JOEL RICHARD DIAZ SERIN, titular del
 DNI N° 32961114, de profesión INGENIERO CIVIL,
 ejerciendo actualmente como GERENTE DE GESTION URBANA Y RURAL, en la Institución
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CASMA.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento (Ficha Técnica), a los efectos de su aplicación al TESISTA de la UCV _____

SAURO JEFER CORPERO OLIVERA

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems				X
Amplitud de conocimiento			X	
Redacción de ítems				X
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Casma, a los 25 días del mes de NOVIEMBRE del 2016


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
JOEL RICHARD DIAZ SERIN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 66571
 Firma

ANEXO III

MATRIZ DE CONSISTENCIA:

4.1. Título:

“Evaluación Y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable en el Puerto Casma – Distrito de Comandante Noel – Provincia de Casma – Departamento de Ancash”

4.2. Línea de Investigación:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

4.3. Descripción del Problema

El problema recae en lo siguiente: ciertas localidades o zonas si se tiene el abastecimiento, pero el agua no llega limpia ni apta para el consumo (mayormente presenta turbulencia y cierto sabor extraño). Por otra parte, en otras zonas ocurre que solamente llega por un par de horas, lo que ocasiona que los habitantes recurran a almacenar el agua en bidones de plástico o concreto.

Esto se traduce en una elevada prevalencia de enfermedades infectocontagiosas por microorganismos presentes en el agua; ya que el agua que es transportada y almacenada en bidones de plástico; éstos, a su vez, si no tienen una adecuada limpieza y mantenimiento pueden ser fuente de parásitos y gérmenes que dañan la salud de los que la ingieren y mucho más aún si el agua no es hervida.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO	JUSTIFICACIÓN
<p>¿Cuál es el estado de funcionamiento del Sistema de Agua Potable en el Puerto Casma – Distrito de Comandante Noel – Provincia de Casma – Ancash?</p>	<p>General:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el Funcionamiento Sistema de Agua Potable en el Puerto Casma, Distrito de Comandante Noel, Provincia de Casma, Ancash. <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar La Calidad Del Agua Que Se Distribuye A Través Del Sistema De Agua Potable • Determinar El Estado De Funcionamiento De Los Componentes Del Sistema De Distribución De Agua Potable. • Elaborar Una Propuesta De Mejora 	<p>La justificación del presente proyecto de tesis se basa en la suma importancia de una evaluación en el sistema de abastecimiento de agua potable en el Distrito de Comandante Noel, debido a las fallas que se presentan actualmente. Con estos estudios se podría determinar el nivel de deterioro que tiene este sistema, la calidad del agua que se distribuye, así como también aumentar la calidad de vida de los habitantes de este centro poblado, eliminando los focos infecciosos y mermando el incide de enfermedades gastrointestinales que aquejan a los habitantes de dicha zona.</p>

Anexo IV

TABLAS E IMAGENES

ANEXO 4.1: TABLAS

Tabla N° 14: Periodos de Diseño

COMPONENTES	VIDA UTIL
Obras de Captación	25 – 30 años
Conducción	20 – 30 años
Planta de Tratamiento	20 – 30 años
Tanques de Almacenamiento	30 – 40 años
Tubería Principal de la Red	20 – 25 años
Tubería Secundaria de la Red	15 – 20 años

Fuente: RNE

Tabla N° 15: Periodos de Diseño

SISTEMA	PERIODO (AÑOS)
Gravedad	20
Bombeo	10
Tratamiento	10

Fuente: DIGESA

Tabla N° 16: Dotación de Agua (DIGESA)

ZONA	Lt/Hab./Día
Sierra	50
Costa	60
Selva	70

Fuente: Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales

Tabla N° 17: Dotación de Agua (OMS)

Población (Hab.)	Clima	
	Frío	Cálido
Rural (<2000)	100	100
2000 – 10000	120	150
10000 – 50000	150	200
50000	200	250

Fuente: OMS

Tabla N° 18: Parámetros de Calidad y Límites Máximos Generales

Parámetros de Calidad y Límites Máximos de Agua Potable		
Parámetro	Unidad	LMP
Coliformes totales	UFC/100 ml	0
Coniformes termotolerantes,	UFC/100 ml	0
Bacterias heterotróficas	UFC/ml	500
Ph		6.5 – 8.5
Turbiedad	UNT	5
Conductividad 25° C	micromhos/cm	1500
Color	UCV Pt-Co	20
Cloruros	mg/l	250
Sulfatos	Mg/l	250
Dureza	mg/l	500
Nitratos	Mg NO3	50
Hierro	Mg/l	0.3
Manganeso	mg/l	0.2
Aluminio	mg/l	0.2
Cobre	mg/l	3
Plomo	mg/l	0.1

Cadmio	mg/l	0.003
Arsénico	mg/l	0.1
Mercurio	mg/l	0.001
Cromo	mg/l	0.05
Fluor	mg/l	2
Selenio	mg/l	0.05

Fuente: Norma Peruana Para la Calidad de Agua Para el Consumo Humano

Tabla N° 19: Factores que Influyen la Coagulación

Características del agua	Variables químicas	Condiciones de Coagulación
<p>Las características del agua cruda que más influyen en la eficiencia del proceso son:</p> <p>Turbiedad, alcalinidad, pH, tamaño de las partículas y temperatura</p>	<p>Las principales variables químicas del proceso son: Dosis óptima de coagulante, concentración óptima de coagulante, pH óptimo y alcalinidad</p>	<p>Condiciones de intensidad, agitación y tiempo de retención que debe reunir la masa de agua en el momento en que se dosifica el coagulante.</p> <p>En este punto es importante incluir también la forma de aplicación del coagulante, la cual debe realizarse uniformemente a través de toda la masa de agua y en el punto de mayor turbulencia de la unidad de mezcla rápida</p>

Fuente. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. PTAP el Moriche. ESPA S.A. E.S.P.

Tabla N° 20: Factores que Influyen en el Proceso de Floculación

Características del Agua	Caudal	Agitación	Tiempo de Floculación
<p>Las características del agua cruda que más influyen en la eficiencia del proceso son:</p> <p>Turbiedad, alcalinidad, pH, tamaño de las partículas y temperatura</p>	<p>Al variar el caudal de operación de la planta de tratamiento se modifica el tiempo de retención y los gradientes de velocidad.</p>	<p>Cuanto mayor es el gradiente de velocidad, más rápida es la velocidad de aglomeración de las partículas.</p> <p>Mientras tanto, a medida que los floculos aumentan de tamaño, debe ir disminuyendo el gradiente para evitar que los mismos se rompan.</p>	<p>Bajo determinadas condiciones existe un tiempo óptimo, normalmente, entre 20 y 40 minutos.</p> <p>Es necesario, por lo tanto, que se adopten medidas para aproximar el tiempo real de retención en el floculador, al tiempo determinado como óptimo.</p> <p>Una de las opciones para alcanzar este objetivo es la compartimentalización a través de la colocación de pantallas deflectoras</p>

Fuente. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. PTAP el Moriche. ESPA S.A. E.S.P.

Tabla N° 21: Factores de que Influyen la Sedimentación

Naturaleza del Agua Cruda	Condiciones Hidráulicas	Factores Externos
<p>Las propiedades de las partículas modifican la forma de depósito (sedimentación para partículas discretas y decantación para partículas floculentas).</p> <p>Adicionalmente, variaciones de concentración de partículas o de temperatura producen variación de densidad del agua y originan “corrientes cinéticas o térmicas” (cortocircuitos).</p>	<p>Los parámetros hidráulicos de diseño tienen gran influencia en la eficiencia son la carga superficial y el tiempo de retención.</p>	<p>Los factores externos al proceso de sedimentación son los que tienen mayor influencia en la eficiencia de un sedimentador o decantador: acondicionamiento previo, procesos operacionales y factores ambientales.</p> <p>Buena o inadecuada coagulación y floculación ocasionan altas o bajas eficiencias en decantadores, respectivamente.</p> <p>De su parte, el viento, al soplar puede producir corrientes de suficiente intensidad como para inducir cambios en la dirección del flujo, etc.</p>

Fuente. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. PTAP el Moriche. ESPA S.A. E.S.P.

Tabla N° 22: Factores que Influyen en la Filtración

Características de la Suspensión	Condiciones Hidráulicas	Características del Medio Filtrante
<p>La eficiencia de remoción de partículas suspendidas en un medio filtrante, está relacionada con las siguientes características de la suspensión: tipo, tamaño, densidad y resistencia de las partículas suspendidas, temperatura del agua a ser filtrada, concentración de partículas en el afluente, potencial zeta de la suspensión y pH del afluente.</p>	<p>Los parámetros hidráulicos de diseño tienen gran influencia en la eficiencia son la tasa de filtración y la pérdida de carga</p>	<p>Entre las características del medio filtrante que influyen en la filtración, se destacan: tipo de lecho filtrante, tamaño efectivo del material filtrante, coeficiente de uniformidad del material filtrante, coeficiente de esfericidad de los granos del material filtrante, peso específico del material filtrante y espesor de la capa filtrante.</p>

Fuente. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. PTAP el Moriche. ESPA S.A. E.S.P.

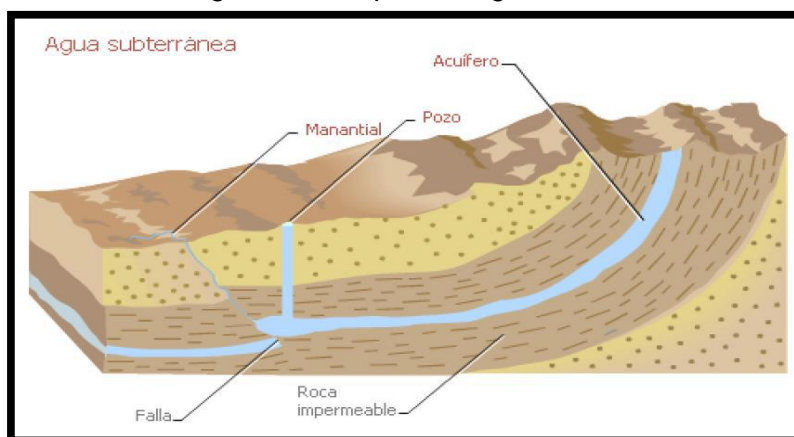
Tabla N° 23: Escala e Indicadores de PH.

PH	1 2 3 4 5 6	7	8 9 10 11 12 13 14
INDICADOR	ACIDO	NEUTRO	BASICO

Fuente: Proyecto de Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en Togo, 2008.

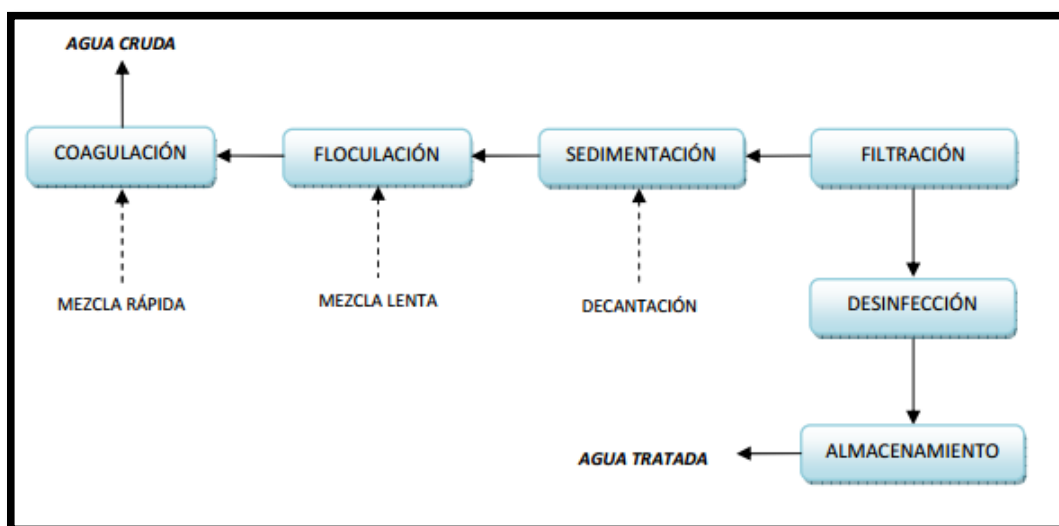
ANEXO 4.2: IMÁGENES

Imagen N°12: Tipos de Agua Subterránea



Fuente: Tesis de la Universidad de el Salvador, (Tesis U.S.V.) Enero (2010).

Imagen N°13: Proceso de Tratamiento del Agua para el Consumo Humano



Fuente: Evaluación Técnica del Sistema de Tratamiento de Agua Potable de la Vereda Palo Solo del Municipio de Aguazul (Casanare) - Bucaramanga

Anexo V

OPERACIONALI- ZACIÓN DE VARIABLES

Tabla N° 24: Operacionalización de Variable

VARIABLE	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Instrumento	Escala de Medición
Funcionamiento del Sistema de Agua Potable	SISTEMA DE AGUA POTABLE	Estado de Funcionamiento de la Fuente de Captación	<p>I. Estudio Hidrogeológico</p> <p>II. Pozo Tubular Antigüedad Tipo y Profundidad Características</p> <p>III. Estación de Bombeo Antigüedad Capacidad de Bombeo (Motor) Caudal Horas de Servicio Estado y Funcionamiento de Componentes</p> <p>V. Línea de Impulsión Antigüedad Tipo de Tubería Funcionamiento de Accesorios y Válvula</p> <p>V. Operación y Mantenimiento</p>	FICHA TECNICA	<p>SI – NO</p> <p>Años Clase – Metros Bueno-Regular-Malo</p> <p>Años Nominal (HP) Nominal (m³/s) Nominal (Hrs) Operativo – No Operativo</p> <p>Años Nominal (Clase) Operativo – No Operativo</p> <p>SI – NO</p>

			Estado Físico Mantenimiento		Bueno – Regular - Malo SI - NO
		Estado de Funcionamiento del Reservorio	I. Tipo de Estructura: II. Antigüedad III. Capacidad Volumen de Almacenamiento Horas de Servicio V. Estado del Reservorio Válvula de aire Estructura Componentes Internos V. Caseta de Valvulas Estado de Válvulas y funcionamiento Estado de la Estructura		Apoyado - Elevado Nominal (Años) Nominal (m ³) Nominal (Hrs) Operativo – No Operativo Bueno-Regular-Malo Operativo – No Operativo Operativo – No Operativo Bueno-Regular-Malo

		Estado de Funcionamiento de la Red de Distribución	I. Tipo de Red II. Antigüedad III. Velocidad de Flujo V. Presión Estática y Dinámica V. Válvulas: Estado de Funcionamiento (Válvula Compuerta, Purga)		Abierta-Cerrada-Mixta Nominal (Años) Nominal (m/s) Nominal (N/m ²) Operativo – No Operativo
		Calidad del Agua	I. Físico Turbiedad Color Olor Salinidad Temperatura II. Químico Ph Cloruros Metales Pesados III. Microbiológico Bacterias Heterotróficas Coliformes termotolerantes Escherichia coli	PROTOCOLO	Nominal

Fuente: Elaboración del Autor

Anexo VI

ESTUDIO

DE

SUELOS



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



SOLICITA:

CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER

PROYECTO:

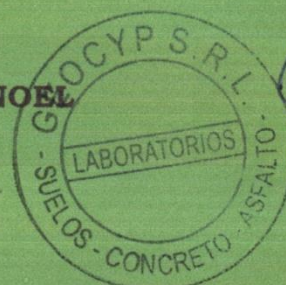
**EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL
CUARTO CASMA - DISTRITO DE COMANDANTE NOEL - PROVINCIA DE
CASMA - ANCASH - 2017"**

UBICACIÓN:

DISTRITO : COMANDANTE NOEL

PROVINCIA : CASMA

DEPARTAMENTO : ANCASH



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE 020350

ENERO DEL 2017



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INDICE

1.0 GENERALIDADES.

1.10 Ubicación y descripción del área de estudio

2.0 ASPECTO GEOLÓGICO

2.10 Clima

2.20 Aspecto sísmico

3.0 INVESTIGACIONES DE CAMPO

3.10 Ubicación de calicatas

3.20 Muestreo y Registro de Excavaciones

3.30 Ensayos de laboratorio

3.40 Clasificación de suelos

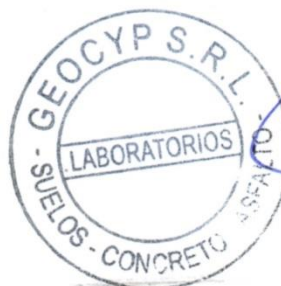
3.50 Perfil Estratigráfico

4.0 ANALISIS Y DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

4.10 Análisis de capacidad de carga

5.0 ANALISIS QUIMICO

6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



Celso Manrique Cornelio
GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

ANEXOS

ANEXO I

- Registros de Excavaciones

ANEXO II

- Resultados de los Ensayos de Laboratorio

ANEXO III

- Plano de Ubicación de calicatas

ANEXO IV

- Material Fotográfico




GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C28339



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

1. GENERALIDADES:

1.1. Ubicación y descripción del área de estudio:

El proyecto denominado "Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable en el Puerto Casma - Distrito de Comandante Noel - Provincia de Casma - Ancash", ubicado en el Puerto Casma.

Distrito : Comandante Noel

Provincia : Casma

Departamento : Ancash

El terreno en estudio tiene superficies planas y ligeramente onduladas, proyectado para la habilitación de redes de agua potable.

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS:

2.1. Clima:

El clima de la zona en estudio es templado.

Presentan temperaturas que descienden hasta 15° C y temperatura máxima de 30° C.

2.2. Aspectos sísmico:

El territorio peruano, para un mejor estudio sísmico se ha dividido en zonas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de sismos. Según el mapa de zonificación sísmica del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo -Resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones E.030-2003, el área en estudio se encuentra ubicado en la zona 4 y un periodo de diseño de 0.9 seg., suelo flexible zona de alta sismicidad.

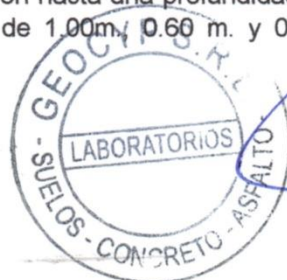
3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO:

3.1. Ubicación de las calicatas:

Se hizo un reconocimiento de toda el área del terreno y se procedió a ubicar las calicatas convenientemente en la zona donde se ha previsto la construcción de las veredas, las cuales se excavaron a cielo abierto con profundidad suficiente de acuerdo a los términos de referencia. El tipo de excavación nos ha permitido visualizar y analizar directamente los diferentes estratos encontrados, así como también sus principales características físicas y mecánicas (granulometría, color, humedad, plasticidad, compactación, etc.).

Las calicatas C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5 se hicieron hasta una profundidad de 1.50 m. y se encontró el nivel freático a profundidades de 1.00 m., 0.60 m. y 0.60 m. en las calicatas C-1, C-2 y C-3 respectivamente.

3.2. Muestreo y Registros de Excavaciones:



GEOCYP S.R.L.

Celso Marique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

3.2.1. Muestreo alterado:

Se tomaron muestras alteradas de cada estrato de las calicatas efectuadas, seleccionándose las muestras representativas para ser ensayadas en el laboratorio con fines de identificación y clasificación.

3.2.2. Registro de Excavación:

Se elaboró un registro de excavación, indicando las principales características de cada uno de los estratos encontrados, tales como humedad, compacidad, consistencia, N. F., densidad del suelo, etc.

3.3. Ensayos de Laboratorio:

Los ensayos fueron realizados siguiendo las normas establecidas por la ASTM:

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422)
Peso específico (ASTM D-854)
Contenido de humedad (ASTM D-2216)
Limite líquido (ASTM D-423)
Limite plástico (ASTM D-424)
Densidad in situ (ASTM D-1556)
Corte Directo (ASTM D-3080)

3.4. Clasificación de suelos:

Las muestras ensayadas se han clasificado usando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

3.5. Perfil Estratigráfico:

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se deduce lo siguiente:

Presenta una capa inicial de material de relleno de espesor variable de 0.50 a 0.60 m., con presencia de gravas aisladas, residuos de concreto y bolsas plásticas, bajo el cual subyace hasta la profundidad de estudio arena mal graduadas, arenas con poco finos y lechos rocosos, de mediana compacidad y de húmedo a saturado.

4. ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO:

4.1. Análisis de capacidad de carga:

Aplicamos la ecuación general de capacidad de carga de terzaghy:

$$q_{ult} = c N_c S_c + q_0 N_q + 0.5 B \gamma N_\gamma S_\gamma \dots (1)$$

Donde:



GEOCYP S.R.L.
Celso Montague Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

ϕ	:	Ángulo de fricción
Sc, Sy	:	Factores de forma
Nc, Nq, Ny	:	Factores de carga
Qo	:	Presión de sobrecarga ($q_o = D_f \gamma$)
Df	:	Profundidad de cimentación
B	:	Ancho de cimentación
γ	:	Peso unitario del suelo
C	:	Componente cohesiva del suelo
F.S.	:	Factor de Seguridad = 3

Presentándose para el tipo de suelo los siguientes datos:

Sc	=	1.30
Sy	=	0.80
γ	=	1.791 Tn/m ³
ϕ	=	29.00° (De prueba Corte Directo)
Nc	=	17.69
Nq	=	7.44
Ny	=	4.90
C	=	0.00 Tn/m ²
B	=	1.20 m.
Df	=	1.50 m.

Se considera el siguiente valor de presión admisible para el diseño final de la cimentación de la estructura a ejecutar:

Aplicando la ecuación (1), se obtiene:

$q_{adm} = 0.807 \text{ Kg/cm}$	(Zona Caseta de bombeo, Profundidad: 1.50 m.)
---------------------------------	---

5. ANALISIS QUIMICO:

Del Análisis Químico efectuado con una muestra representativa de la Calicata C-2, se obtiene los siguientes resultados:

CUADRO DE ANALISIS QUIMICO

Calicata	Sulfatos
C - 2	% 0.0491



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

Del reporte obtenido los valores superan los permisibles y por la cercanía al mar se recomienda utilizar Cemento Portland Tipo 5 en la preparación del concreto de las cajas de aguas y cimientos de cualquier estructura a construir.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- El Estudio de Mecánica de Suelos corresponde al proyecto "Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable en el Puerto Casma - Distrito de Comandante Noel - Provincia de Casma - Ancash". Dicho proyecto se ubica en el Puerto Casma, Distrito de Comandante Noel, Provincia de Casma y Departamento de Ancash.
- La investigación geotécnica corresponde a trabajos de campo, ensayos de laboratorio y análisis cuyos resultados se han presentado en el presente informe.
- La topografía del terreno presenta superficies planas y ligeramente onduladas.
- La zona en estudio presenta una capa inicial de material de relleno de espesor variable de 0.50 a 0.60 m., con presencia de gravas aisladas, residuos de concreto y bolsas plásticas, bajo el cual subyace hasta la profundidad de estudio arena mal graduadas, arenas con poco finos y lechos rocosos, de mediana compacidad y de húmedo a saturado.
- De acuerdo al análisis químico efectuado al terreno de fundación se empleará cemento tipo 5 para la elaboración de concreto de las cajas de agua o cualquier cimentación a construir.
- La zona en estudio se encuentra en la zona 4 del mapa de Zonificación Sísmica del Perú, por lo que es importante considerar la acción del sismo para cualquier estructura a construir.
- Los resultados de este estudio se aplican exclusivamente al área del proyecto "Construcción de Veredas en el Mercado La Perla, Distrito de Chimbote - Provincia del Santa - Ancash", en el Mercado La perla, Distrito de Chimbote, Provincia del Santa y Departamento de Ancash, este estudio no se puede aplicar para otros sectores o para otros fines.





GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

ANEXO I

Registros de Excavaciones




GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER		
PROYECTO	"EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL PUERTO CASMA – DISTRITO DE COMANDANTE NOEL – PROVINCIA DE CASMA – ANCASH - 2017"		
LUGAR	COMANDANTE NOEL - PROV. DE CASMA - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	1.00
FECHA	ABRIL DEL 2017	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 1	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERISTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
R		0.60	M - 1		De -0.00 a -0.60 m. Material de relleno de color marron oscuro, de compacidad semi compacto con presencia de gravas aisladas, pajas secas y en estado humedo.
SP		1.50	M - 2		De -0.60 a -1.50 m. Arena mal graduada, de color gris, de compacidad semi compacto a suelto y en estado humedo a saturado.




GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C29330




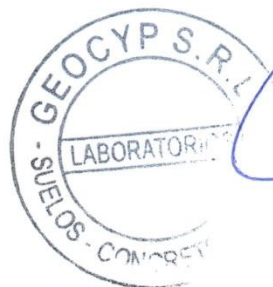
GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER		
PROYECTO	"EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL PUERTO CASMA – DISTRITO DE COMANDANTE NOEL – PROVINCIA DE CASMA – ANCASH - 2017"		
LUGAR	COMANDANTE NOEL - PROV. DE CASMA - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	0.60
FECHA	ABRIL DEL 2017	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 2	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERISTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
R		0.30	M - 1		De -0.00 a -0.30 m. Material de relleno de color marron oscuro, de compacidad semi compacto con presencia de gravas aisladas, bolsas plasticas y en estado humedo.
SP		1.50	M - 2		De -0.30 a -1.50 m. Arena mal graduada, de color gris, de compacidad semi compacto a suelto y en estado humedo a saturado.



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
 INGENIERO CIVIL
 REG. CONSUCODE C25330



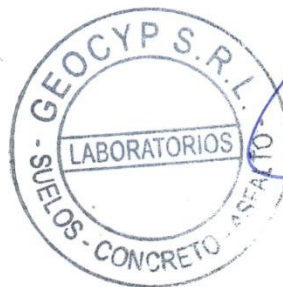
GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER		
PROYECTO	"EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL PUERTO CASMA – DISTRITO DE COMANDANTE NOEL – PROVINCIA DE CASMA – ANCASH - 2017"		
LUGAR	COMANDANTE NOEL - PROV. DE CASMA - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	0.60
FECHA	ABRIL DEL 2017	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 3	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERISTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
R		0.50	M - 1		De -0.00 a -0.50 m. Material de relleno de color marron oscuro, de compacidad semi compacto con presencia de gravas aisladas, bolsas plasticas y en estado humedo.
SP		1.50	M - 2		De -0.50 a -1.50 m. Arena mal graduada, de color gris, de compacidad semi compacto a suelto y en estado humedo a saturado.



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER		
PROYECTO	"EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL PUERTO CASMA - DISTRITO DE COMANDANTE NOEL - PROVINCIA DE CASMA - ANCASH - 2017"		
LUGAR	COMANDANTE NOEL - PROV. DE CASMA - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	No Presenta
FECHA	ABRIL DEL 2017	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 4	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERISTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
R		0.60	M - 1		De -0.00 a -0.60 m. Material de relleno de color marron oscuro, de compacidad semi compacto con presencia de gravas aisladas, bolsas plasticas y en estado humedo.
LR		1.50	M - 2		De -0.60 a -1.50 m. Lecho Rocoso.



GEOCYP S.R.L.

 Celso Manrique Cornelio
 INGENIERO CIVIL
 REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

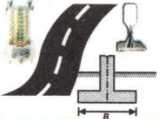
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER		
PROYECTO	"EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL PUERTO CASMA – DISTRITO DE COMANDANTE NOEL – PROVINCIA DE CASMA – ANCASH - 2017"		
LUGAR	COMANDANTE NOEL - PROV. DE CASMA - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	No Presenta
FECHA	ABRIL DEL 2017	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 5	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
R		0.50	M - 1		De -0.00 a -0.50 m. Material de relleno de color marron oscuro, de compacidad semi compacto con presencia de gravas aisladas, raices, cascotes de concreto y en estado humedo.
SM		1.00	M - 2		De -0.50 a -1.00 m. Arena limosa, de color marron oscuro de compacidad semi compacto y en estado humedo.
SP - SM		1.50	M - 3		De -1.00 a -1.50 m. Arena mal graduada con matriz limosa, de color beige, de compacidad semi compacto y en estado humedo.





GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

ANEXO II

Resultados de los Ensayos de Laboratorio



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

ANALISIS DE SUELO

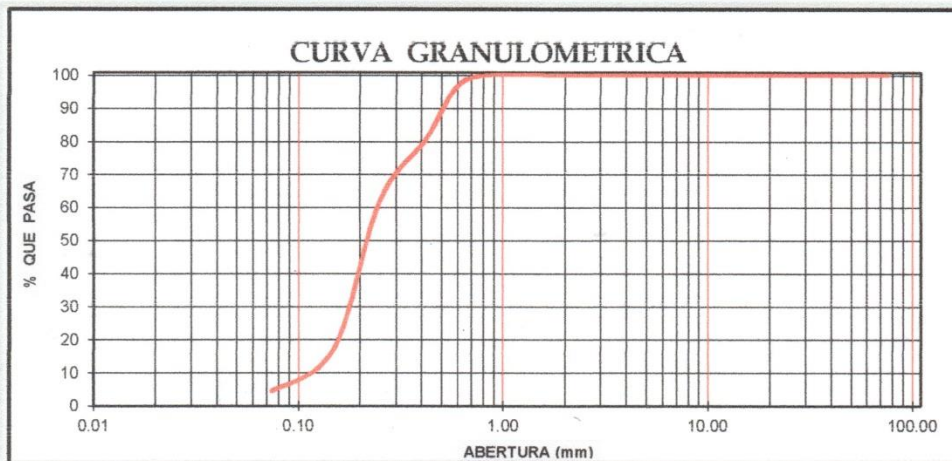
SOLICITA : CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER
PROYECTO : "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL PUERTO CASMA – DISTRITO DE COMANDANTE NOEL – PROVINCIA DE CASMA – ANCASH - 2017"
LUGAR : DISTRITO DE COMANDANTE NOEL - PROVINCIA DE CASMA - DEPARTAMENTO DE ANCASH.
MATERIAL : TERRENO NATURAL
FECHA : ENERO DEL 2017 **CALICATA** : C - 1 **ESTRATO** : E - 2 **PROF. (m)** : -0.60 a -1.50 m.

MUESTRA : M-1
P. Seco Inicial (gr) : 588.20
P. Seco Final (gr) : 562.00
P. Lavado (gr) : 26.20

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	M-1		% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 20	0.840	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 30	0.590	22.50	3.83	3.83	96.17
N° 40	0.420	91.30	15.52	19.35	80.65
N° 60	0.250	110.00	18.70	38.05	61.95
N° 100	0.149	263.90	44.87	82.91	17.09
N° 200	0.074	74.30	12.63	95.55	4.45
PLATO		26.20	4.45	100.00	0.00
TOTAL		588.20			

HUMEDAD (%) : 12.24
LIMITE LIQUIDO (%) : N.P
LIMITE PLASTICO (%) : N.P
INDICE PLASTICO (%) : N.P

CLASIF. SUCS : SP
CLASIF. AASTHO : A-2-4 (0)



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

ANALISIS DE SUELO

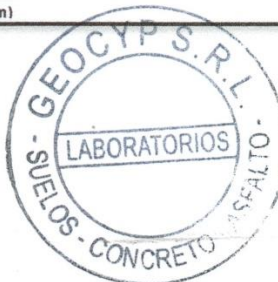
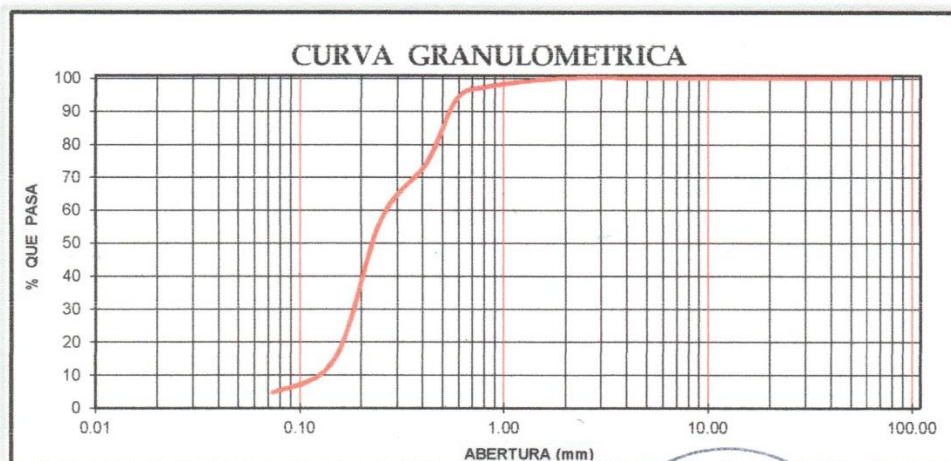
SOLICITA : CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER
PROYECTO : "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL PUERTO CASMA – DISTRITO DE COMANDANTE NOEL – PROVINCIA DE CASMA – ANCASH - 2017"
LUGAR : DISTRITO DE COMANDANTE NOEL - PROVINCIA DE CASMA - DEPARTAMENTO DE ANCASH.
MATERIAL : TERRENO NATURAL
FECHA : ENERO DEL 2017 **CALICATA** : C - 2 **ESTRATO** : E - 2 **PROF. (m)**: -0.30 a -1.50 m.

MUESTRA : M-1
P. Seco Inicial (gr) : 628.20
P. Seco Final (gr) : 598.60
P. Lavado (gr) : 29.60

TAMIZ		M-1			
No	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 20	0.840	16.60	2.64	2.64	97.36
Nº 30	0.590	22.50	3.58	6.22	93.78
Nº 40	0.420	121.30	19.31	25.53	74.47
Nº 60	0.250	110.00	17.51	43.04	56.96
Nº 100	0.149	263.90	42.01	85.05	14.95
Nº 200	0.074	64.30	10.24	95.29	4.71
PLATO		29.60	4.71	100.00	0.00
TOTAL		628.20			

HUMEDAD (%) : 11.56
LIMITE LIQUIDO (%) : N.P
LIMITE PLASTICO (%) : N.P
INDICE PLASTICO (%) : N.P

CLASIF. SUCS : SP
CLASIF. AASTHO : A-2-4 (0)



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C25330



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

ANALISIS DE SUELO

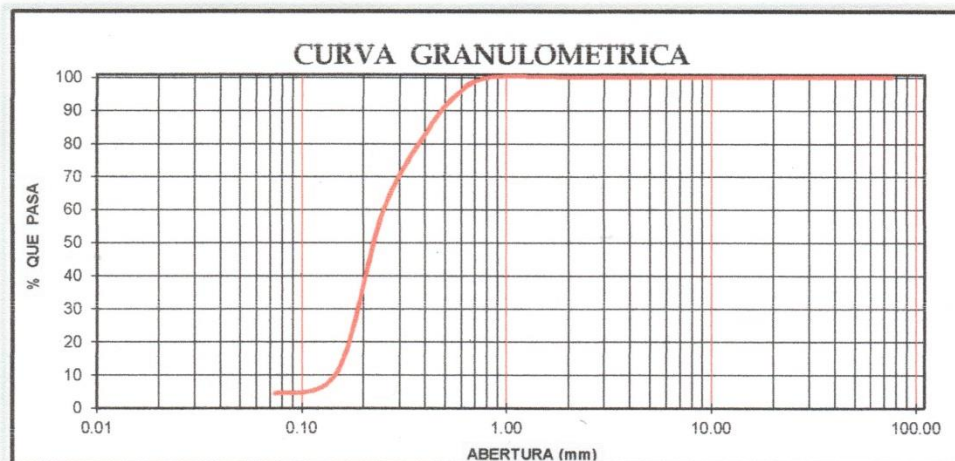
SOLICITA : CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER
PROYECTO : "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL PUERTO CASMA – DISTRITO DE COMANDANTE NOEL – PROVINCIA DE CASMA – ANCASH - 2017"
LUGAR : DISTRITO DE COMANDANTE NOEL - PROVINCIA DE CASMA - DEPARTAMENTO DE ANCASH.
MATERIAL : TERRENO NATURAL
FECHA : ENERO DEL 2017 **CALICATA :** C - 3 **ESTRATO :** E - 2 **PROF. (m):** -0.50 a -1.50 m.

MUESTRA : M-1
P. Seco Inicial (gr) : 522.70
P. Seco Final (gr) : 499.70
P. Lavado (gr) : 23.00

TAMIZ		M-1			
No	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 20	0.840	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 30	0.590	24.10	4.61	4.61	95.39
N° 40	0.420	56.30	10.77	15.38	84.62
N° 60	0.250	131.30	25.12	40.50	59.50
N° 100	0.149	255.00	48.79	89.29	10.71
N° 200	0.074	33.00	6.31	95.60	4.40
PLATO		23.00	4.40	100.00	0.00
TOTAL		522.70			

HUMEDAD (%) : 12.23
 LIMITE LIQUIDO (%) : N.P
 LIMITE PLASTICO (%) : N.P
 INDICE PLASTICO (%) : N.P

CLASIF. SUCS : **SP**
 CLASIF. AASTHO : **A-2-4 (0)**



Geocyp S.R.L.
 Celso Manrique Cornelio
 INGENIERO CIVIL
 REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

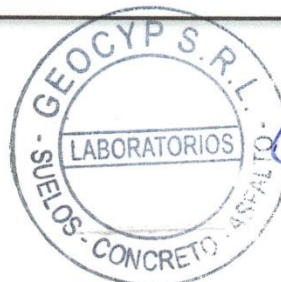
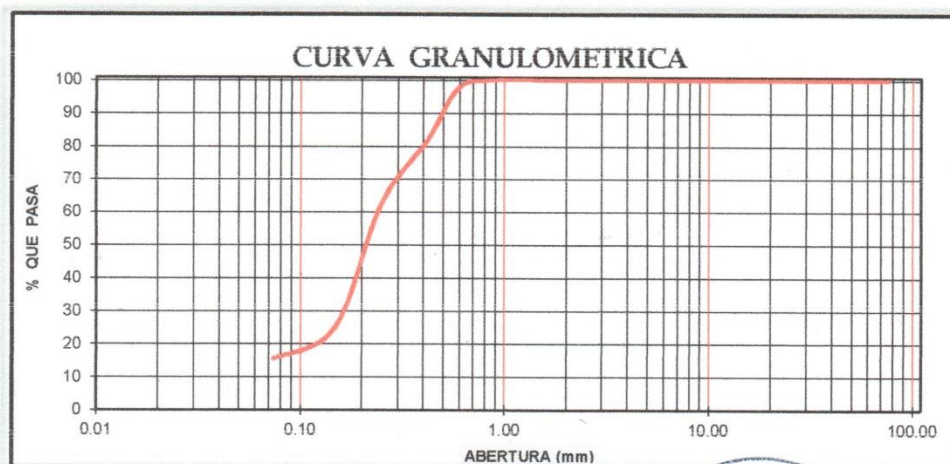
ANALISIS DE SUELO

SOLICITA : CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER
PROYECTO : "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL PUERTO CASMA – DISTRITO DE COMANDANTE NOEL – PROVINCIA DE CASMA – ANCASH - 2017"
LUGAR : DISTRITO DE COMANDANTE NOEL - PROVINCIA DE CASMA - DEPARTAMENTO DE ANCASH.
MATERIAL : TERRENO NATURAL
FECHA : ENERO DEL 2017 **CALICATA** : C-5₁ **ESTRATO** : E-2 **PROF. (m)**: -0.50 a -1.00 m.

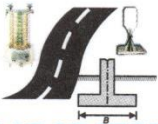
MUESTRA : M-1
 P. Seco Inicial (gr) : 633.70
 P. Seco Final (gr) : 535.30
 P. Lavado (gr) : 98.40

TAMIZ		M-1			
No	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 20	0.840	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 30	0.590	16.40	2.59	2.59	97.41
N° 40	0.420	98.60	15.56	18.15	81.85
N° 60	0.250	122.40	19.32	37.46	62.54
N° 100	0.149	236.70	37.35	74.81	25.19
N° 200	0.074	61.20	9.66	84.47	15.53
PLATO		98.40	15.53	100.00	0.00
TOTAL		633.70			

HUMEDAD (%) : 8.11
 LIMITE LIQUIDO (%) : 21.00
 LIMITE PLASTICO (%) : N.P
 INDICE PLASTICO (%) : N.P
 CLASIF. SUCS : SM
 CLASIF. AASTHO : A-2-4 (0)



GEOCYP S.R.L.
 Celso Manrique Cornelio
 INGENIERO CIVIL
 REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

ANALISIS DE SUELO

SOLICITA : CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER

PROYECTO : "EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL PUERTO CASMA – DISTRITO DE COMANDANTE NOEL – PROVINCIA DE CASMA – ANCASH - 2017"

LUGAR : DISTRITO DE COMANDANTE NOEL - PROVINCIA DE CASMA - DEPARTAMENTO DE ANCASH.

MATERIAL : TERRENO NATURAL

FECHA : ENERO DEL 2017

CALICATA : C - 5

ESTRATO : E - 3

PROF. (m): -1.00 a -1.50 m.

MUESTRA : M-1

P. Seco Inicial (gr) : 528.30

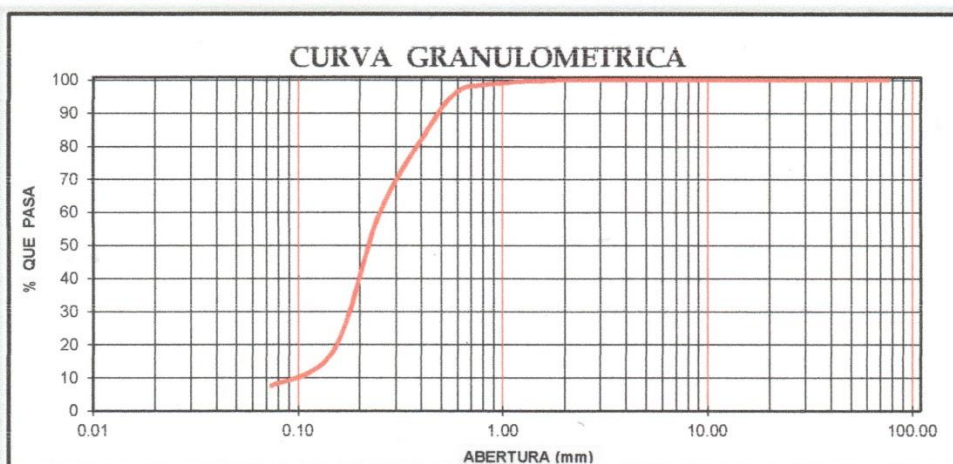
P. Seco Final (gr) : 488.20

P. Lavado (gr) : 40.10

TAMIZ		M-1			
No	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 20	0.840	7.80	1.48	1.48	98.52
N° 30	0.590	12.60	2.39	3.86	96.14
N° 40	0.420	64.10	12.13	15.99	84.01
N° 60	0.250	129.00	24.42	40.41	59.59
N° 100	0.149	219.00	41.45	81.87	18.13
N° 200	0.074	55.70	10.54	92.41	7.59
PLATO		40.10	7.59	100.00	0.00
TOTAL		528.30			

HUMEDAD (%) : 5.71
 LIMITE LIQUIDO (%) : N.P
 LIMITE PLASTICO (%) : N.P
 INDICE PLASTICO (%) : N.P

CLASIF. SUCS : **SP-SM**
 CLASIF. AASTHO : **A-2-4 (0)**



GEOCYP S.R.L.
Ceiso Manrique Cornelio
 INGENIERO CIVIL
 REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER
Proyecto : EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL PUERTO
CASMA - DIST. DE COMANDANTE NOEL - PROVINCIA DE CASMA - ANCASH - 2017
Lugar : COMANDANTE NOEL - PROVINCIA DE CASMA - ANCASH
Fecha : ENERO, 2017

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

ESTADO : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
Calicata : C-1
Muestra : M-2
Prof.(m) : 0.60 - 1.50

Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	6.36	6.36	6.36
Altura Inicial de muestra (cm)	2.16	2.16	2.16
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	1.791	1.791	1.791
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1.763	1.763	1.763
Cont. de humedad inicial (%)	1.6	1.6	1.6
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	2.1397	2.1321	2.1016
Altura final de muestra (cm)	2.1194	2.0990	2.0711
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	2.128	2.132	2.143
Densidad seca final (gr/cm ³)	1.797	1.814	1.839
Cont. de humedad final (%)	18.4	17.5	16.5
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte maximo (kg/cm ²)	0.2842	0.5536	0.8381

Angulo de friccion interna : **29.0 °**
Cohesion (Kg/cm²) : **0.00**



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C25330



GEOCCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

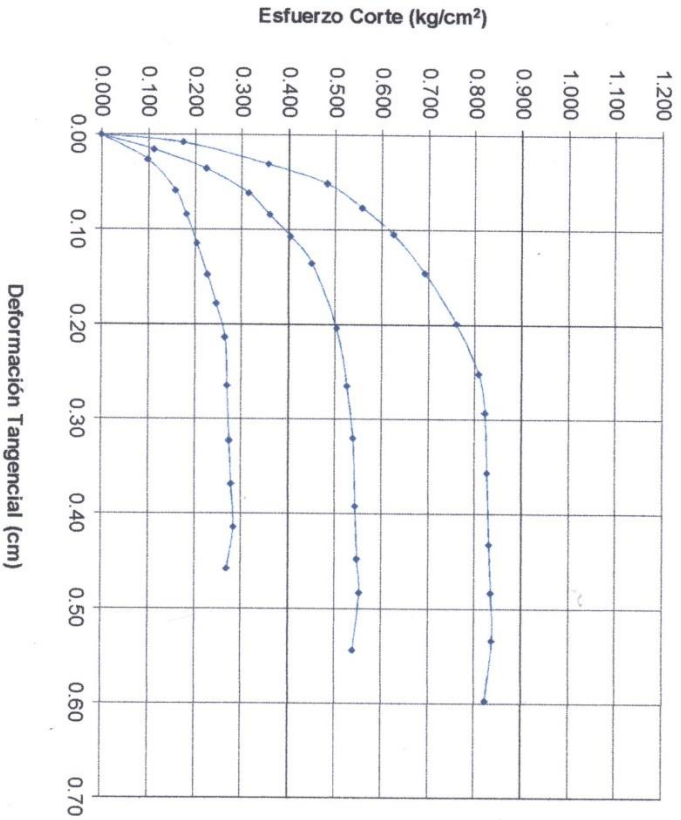
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

INFORME

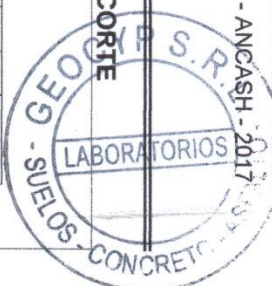
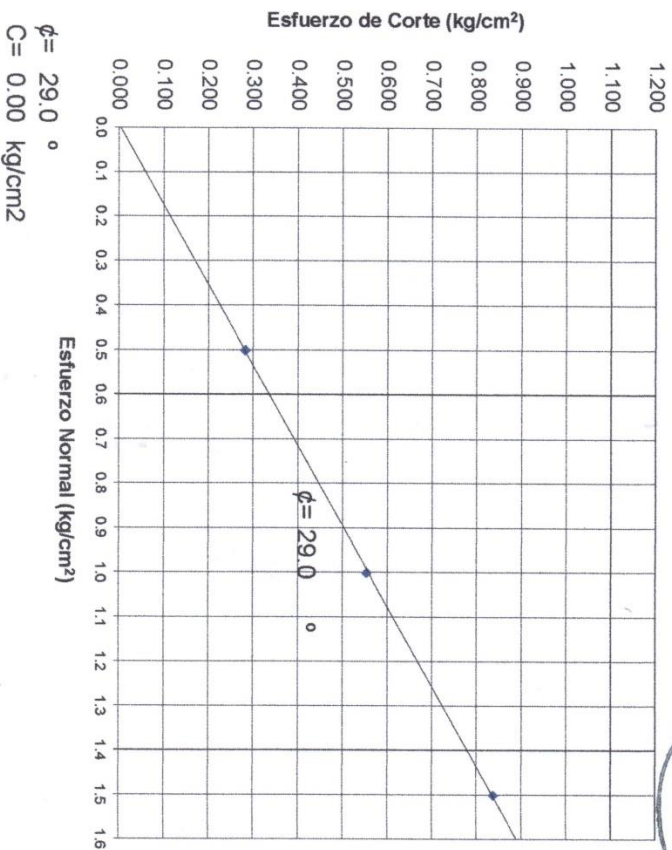
ESTADO : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
CALICATA : C-1
MUESTRA : M-2
Prof.(m) : 0.60 - 1.50

SOLICITANTE : CORDERO OLIVERA JAIRO JEFER
PROYECTO : EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL PUERTO
LUGAR : CASMA - DIST. DE COMANDANTE NOEL - PROVINCIA DE CASMA - ANCASH
FECHA : COMANDANTE NOEL - PROVINCIA DE CASMA - ANCASH
ENERO, 2017

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



GEOCCYP S.R.L.

Celso Matrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

ANEXO III

Plano de Ubicación de calicatas




GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE 629330



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

ANEXO IV

Material Fotográfico

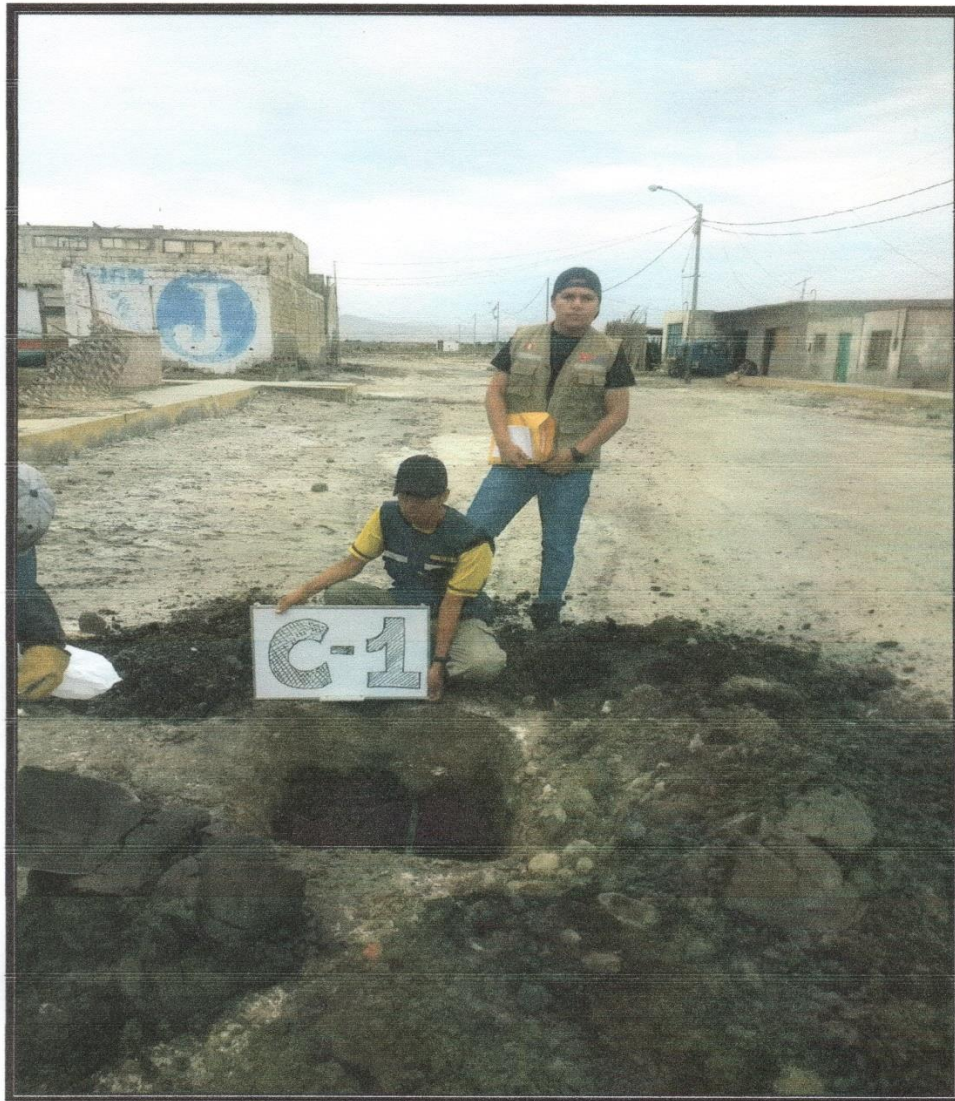



GEOCYP S.R.L.
Celso Henrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES



VISTA PANORAMICA DE LA CALICATA N° 1



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES



VISTA PANORAMICA DE LA CALICATA N° 2

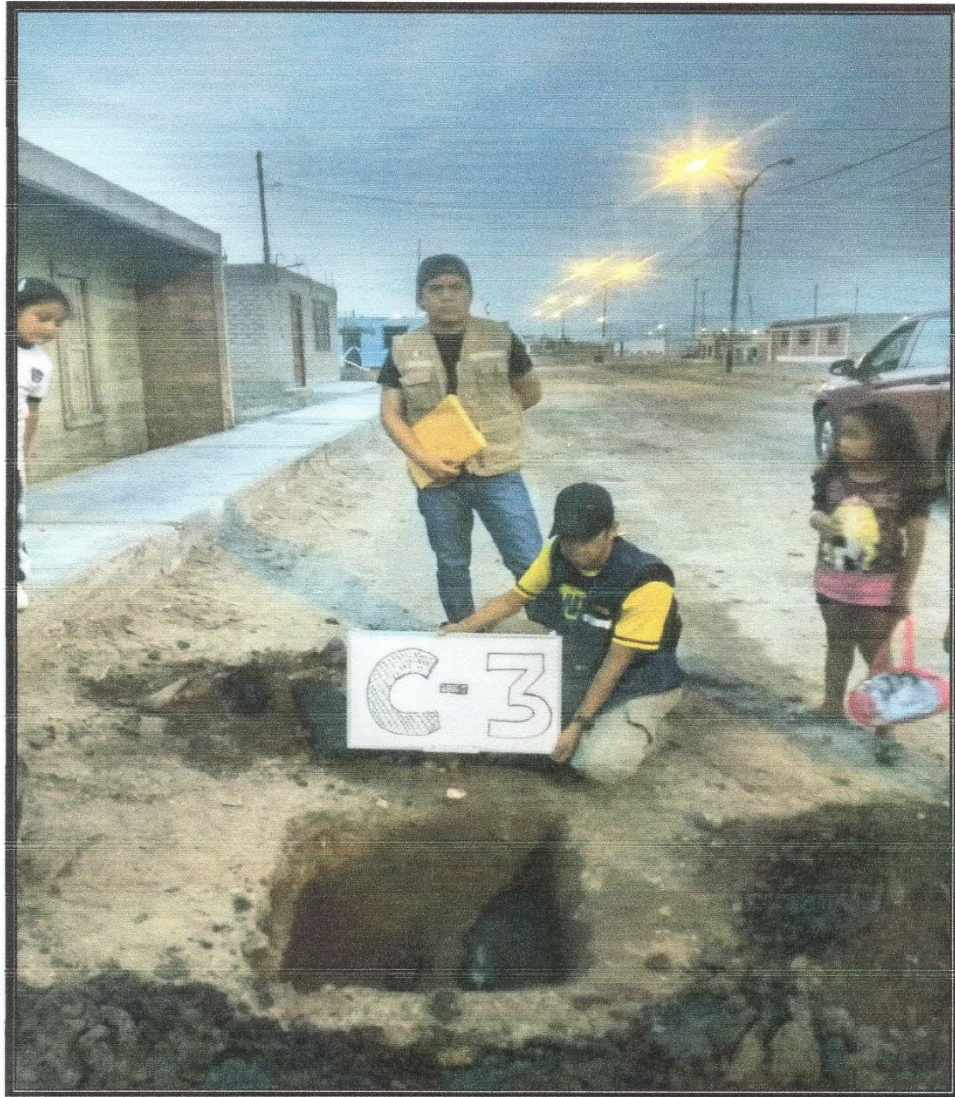



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE 029300



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES



VISTA PANORAMICA DE LA CALICATA N° 3



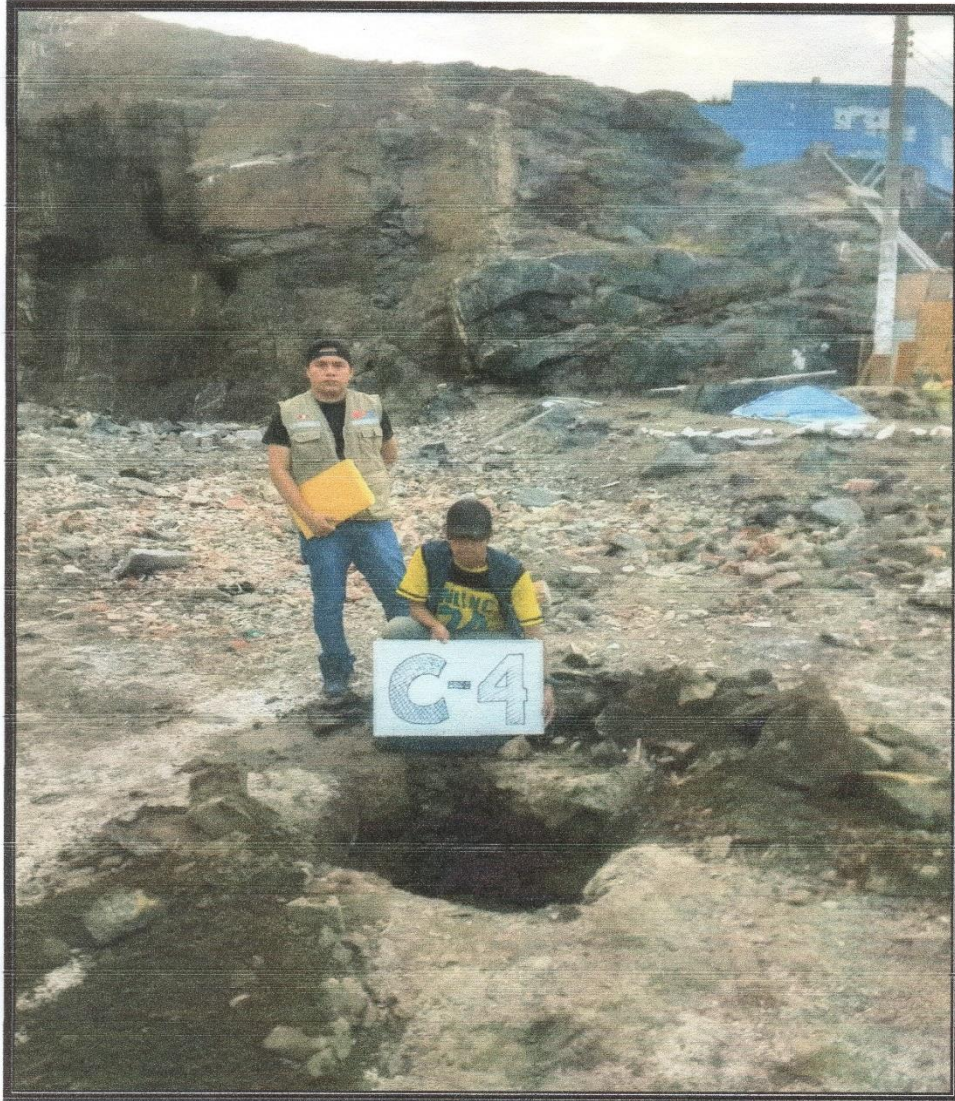
GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES



VISTA PANORAMICA DE LA CALICATA N° 4



Ceiso
GEOCYP S.R.L.
Ceiso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES



VISTA PANORAMICA DE LA CALICATA N° 5

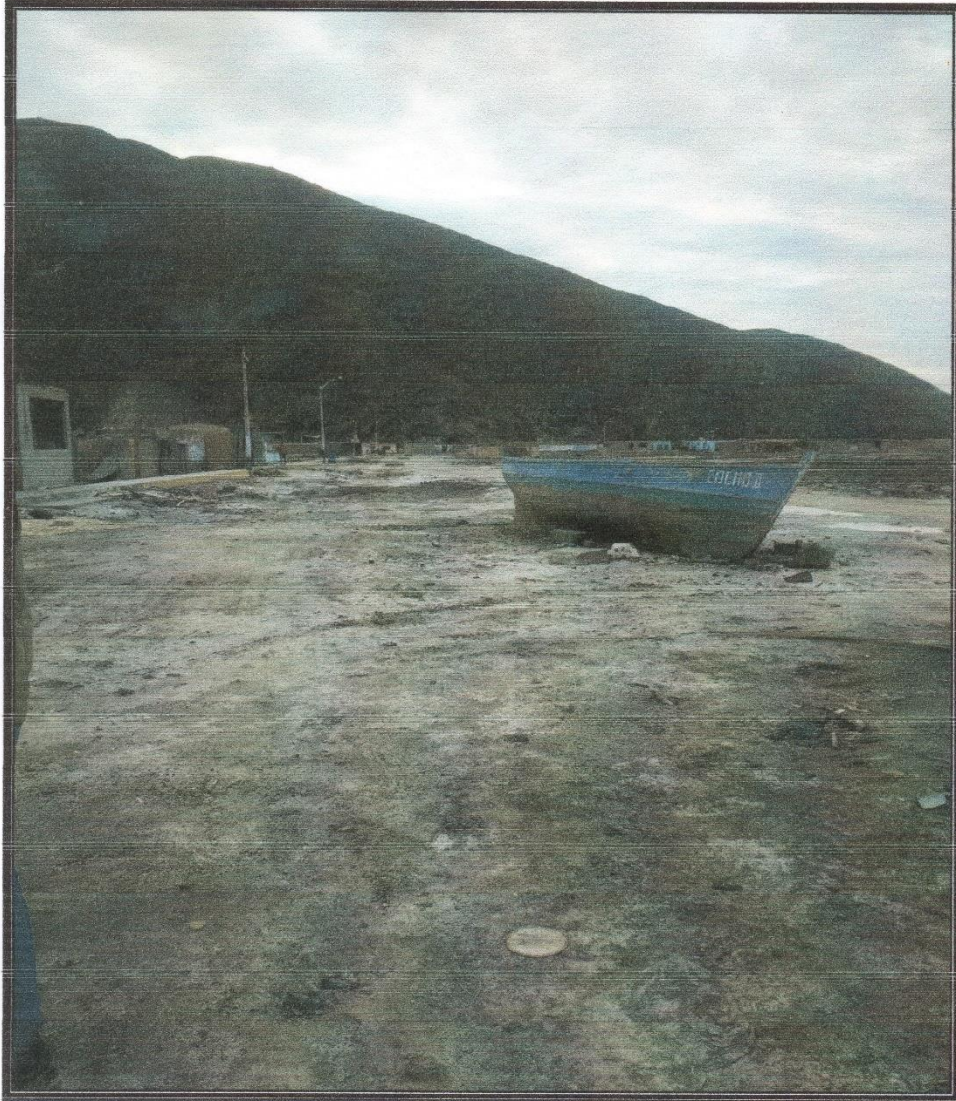


Celso Manrique Cornello
GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornello
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C29339



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES



VISTA PANORAMICA DE LA ZONA EN ESTUDIO N° 1



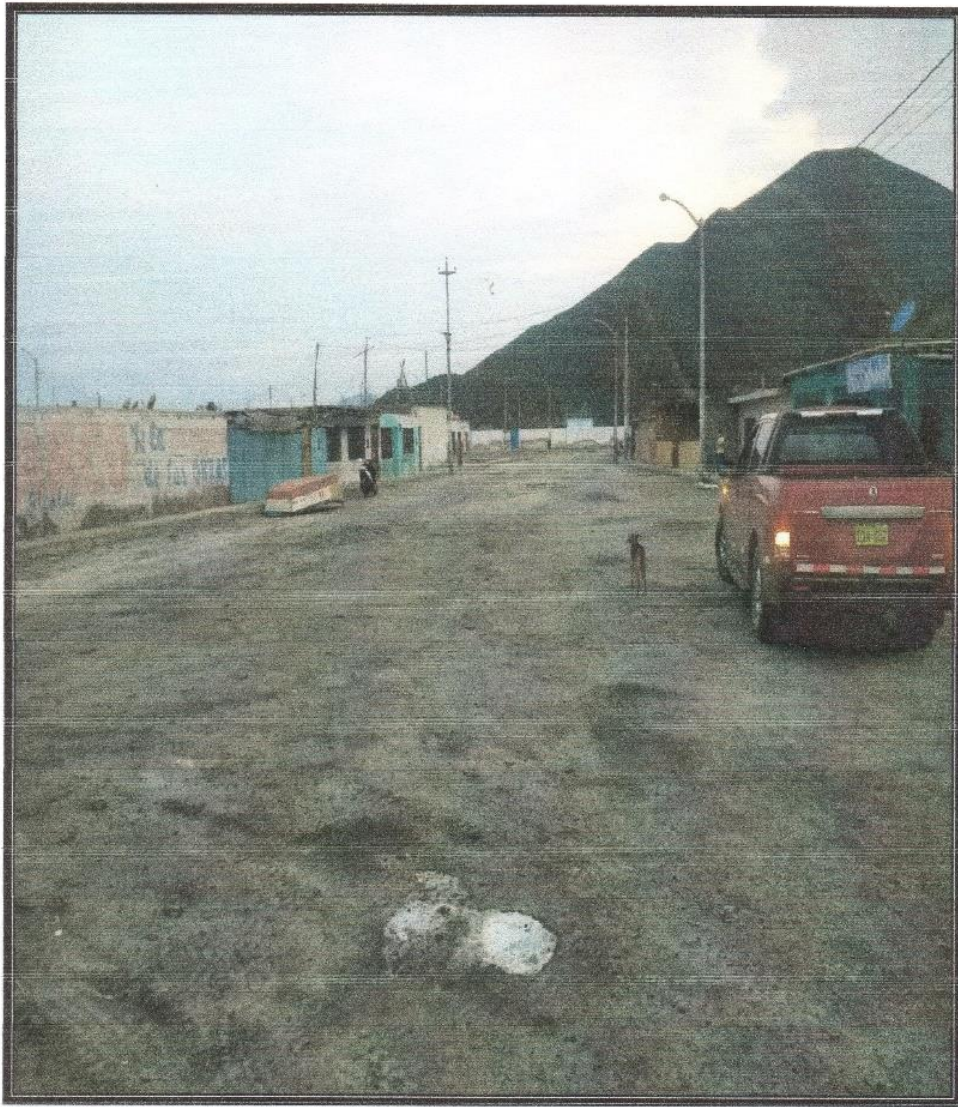
GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONSUCODE C29330



GEOCYP S.R.L.

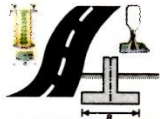
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES



VISTA PANORAMICA DE LA ZONA EN ESTUDIO N° 2

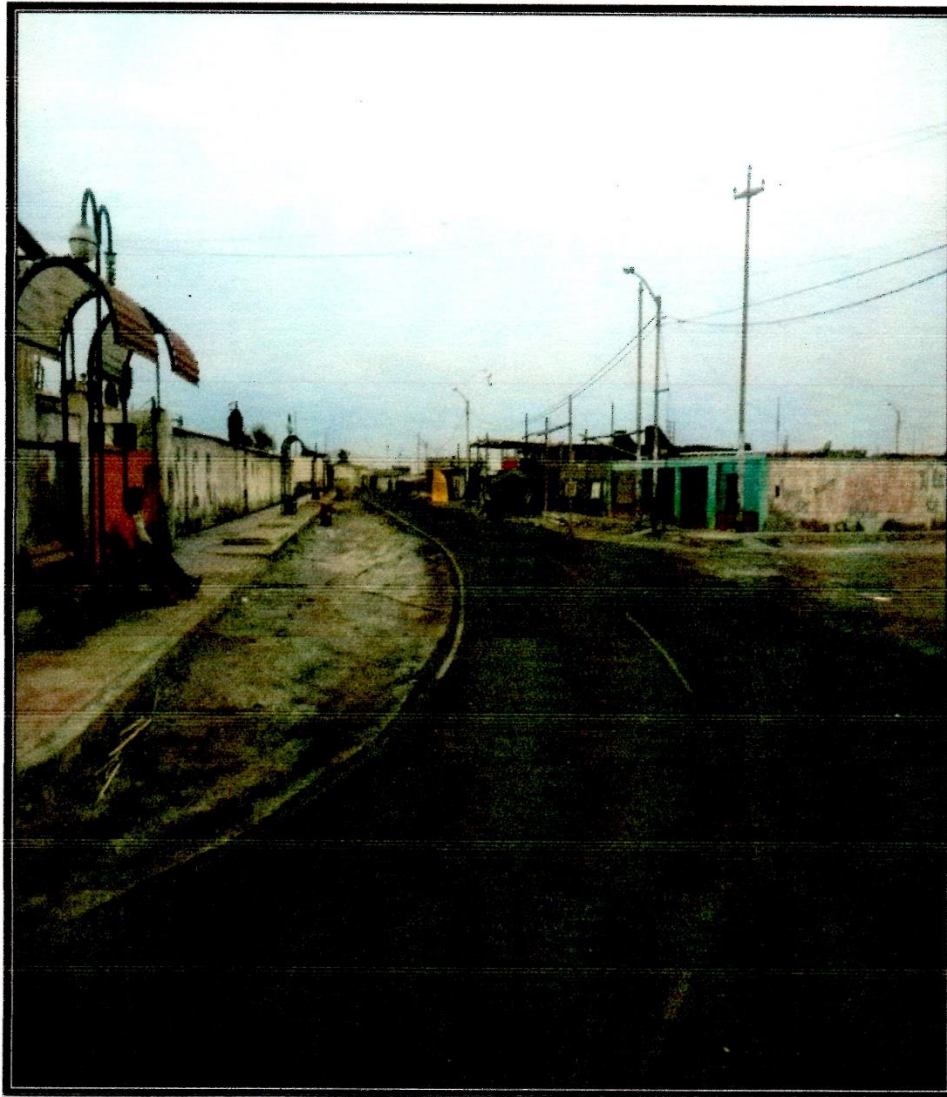


GEOCYP S.R.L.
Celso Mandate Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONS. CODE C29330

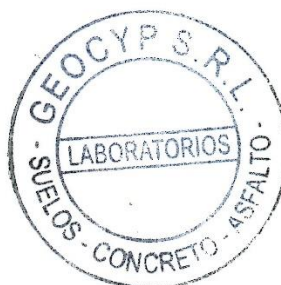


GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES



VISTA PANORAMICA DE LA ZONA EN ESTUDIO N° 3



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
REG. CONS. CODE 029300

Anexo VII

MEMORIA DE CÁLCULO (PROPUESTA)

Anexo 7.1

RESERVORIO

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO PROYECTADO

PROYECTO : EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL PUERTO CASMA
REGION : ANCASH
DISTRITO : CASMA
PROVINCIA : COMANDANTE NOEL

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

POBLACION	N° HAB X VI	FUENTE	N° VIVIENDAS
PUERTO CASMA	6.0	PROPIA	225
TOTAL	6.0	Habitantes	225

Población 2017 : 1350.00 habitantes

A.- CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA

El método más utilizado para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es el analítico y con mas frecuencia el de crecimiento aritmético. Para lo cual se usa la siguiente expresión.

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{rt}{100} \right)$$

Donde: Pf = Población futura
 Pa = Población actual
 r = Coeficiente de crecimiento anual por cien hab.
 t = Tiempo en años (periodo de diseño)

A.1.- PERIODO DE DISEÑO

Es el tiempo en el cual el sistema sera 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la insistencia física de las instalaciones.

CUADRO 01.01 Periodo de diseño recomendado para poblaciones rurales (RNE)	
COMPONENTE	PERIODO DE DISEÑO
Obras de captación	20 años
Conduccion	10 a 20 años
Reservorio	20 años
Red principal	20 años
Red secundaria	10 años

CUADRO 01.02 Periodo de diseño recomendado según la población (DIGESA)	
POBLACIÓN	PERIODO DE DISEÑO
Menores a 2,000	10 años
Mas de 2,000	20

Nota.- Sin embargo se debe de tener en cuenta que para toda red de distribución debe de diseñarse con un periodo de 20 años, tomando este criterio se diseñara el reservorio con el mismo periodo.

De la concideracion anterior se asume el periodo de diseño:

t = 20 años

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO PROYECTADO

PROYECTO : EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL PUERTO CASMA
REGION : ANCASH
DISTRITO : CASMA
PROVINCIA : COMANDANTE NOEL

A.2.- COEFICIENTE DE CRECIMIENTO ANUAL (r)

Coeficiente "r" según INEI 2015

r = 0.70 %

$$P_f = P_a \left(1 + \frac{rt}{100} \right)$$

$$P_f = P_{actual} \left(1 + \frac{r}{100} \right)^t$$



P 2017 = 1350 hab.

P 2037 = 1552 hab.

B.- CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA

B.1.- DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN

Mientras no exista un estudio de consumo, podrá tomarse los siguientes valores guías, teniendo en cuenta la zona geográfica, clima, hábitos y costumbres, y niveles de servicio a alcanzar

OMS		
Población (Hab.)	Clima	
	Frío	Cálido
Rural (<2000)	100	100
2000 – 10000	120	150
10000 – 50000	150	200
50000 a mas	200	250

DIGESA	
REGIÓN	DOTACIÓN
	(l/hab/día)
CALIDO	100
FRIO	75

FUNDO PERUANO-ALEMAN	
PROYECTO AGUA POTABLE	DOTACION (l/hab/día)
c/ Alcantarillado	100
c/ Letrinas	50
c/ Piletas	30

También: Para sistemas de abastecimiento Indirecto (Piletas Públicas):

$$D = 30 - 50 \text{ lt / hab. / día}$$

Demanda de dotación asumido:



D = 100 (l/hab/día)

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO PROYECTADO

PROYECTO : EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL PUERTO CASMA
REGION : ANCASH
DISTRITO : CASMA
PROVINCIA : COMANDANTE NOEL

B.2.- VARIACIONES PERIODICAS

CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL (Qm)

Se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, y se determina mediante la expresión:

$$Q_m = \frac{P_f \cdot D}{86400}$$

Donde: Q_m = Consumo promedio diario (l / s)
 P_f = Población futura
 D = Dotación (l / hab / día)

$$Q_m = \frac{1552 \times 100}{86400} \Rightarrow$$

$$Q_m = 1.80 \quad (l / s)$$

CONSUMO MÁXIMO DIARIO (Qmd) Y HORARIO (Qmh)

Se definen como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año, y la hora de máximo consumo del día de máximo consumo respectivamente.

$$Q_{md} = k_1 Q_m; \quad Q_{mh} = k_2 Q_m$$

Donde:
 Q_m = Consumo promedio diario (l / s)
 Q_{md} = Consumo máximo diario (l / s)
 Q_{mh} = Consumo máximo horario (l / s)
 K_1, K_2 = Coeficientes de variación

El valor de K_1 para pob. rurales varia entre 1.2 y 1.5; y los valores de k_2 varían desde 1.8 hasta 2.5. (dependiendo de la población de diseño y de la región)

Valores considerados según población:

$$K_1 = 1.3$$

$$K_2 = 1.8$$

$$Q_{md} = k_1 Q_m \Rightarrow$$

$$Q_{md} = 2.34 \quad (l / s) \quad \text{Demanda de almacenamiento}$$

$$Q_{mh} = k_2 Q_m \Rightarrow$$

$$Q_{mh} = 3.24 \quad (l / s)$$

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO PROYECTADO

PROYECTO : EVALUACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL PUERTO CASMA
REGION : ANCASH
DISTRITO : CASMA
PROVINCIA : COMANDANTE NOEL

DEMANDA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

CÁLCULOS JUSTIFICATORIOS PARA EL RESERVORIO

$$V_{alm} = V_r + VR + V_{ci}$$

Donde:

V_{alm} = Volumen de Almacenamiento

V_r = Volumen de Regulación

$$V_r = Q_{md} \times 0.25 \times 86.40$$

VR = Volumen de Reserva

$$VR = Q_{md} \times 0.05 \times 86.4$$

V_{ci} = Volumen Contra Incendios

Entonces:

V_r : 50.46 M3

VR : 10.09 M3

V_{ci} : 20.00 M3

V_{alm} : 80.55 M3 **81.00** M3

$$V_r = 0.25 * Q_{md} * \frac{86400}{1000}$$

$$V_R = 0.05 * Q_{md} * \frac{86400}{1000}$$

Anexo 7.2

RED DE DISTRIBUCIÓN

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

TESIS : Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable del Puerto Caesma
C.P. : Puerto Caesma
DISTRITO : Comandante Noel
PROVINCIA : Caesma
REGION : Ancash

CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO DE LA DOTACION

NOTA: En la fase de diseño, una vez definida la configuración geométrica de la Red de Distribución de Agua se procede, a partir de la información del estudio de dotaciones y en base a la distribución de viviendas en m² o sector a atender, a realizar la repartición de las demandas medias que abastece cada tramo de la Red de Distribución de Agua en estudio.

Es en los nodos de la Red de Distribución de Agua donde se concentrarán al final las demandas para poder realizar el cálculo hidráulico respectivo (determinación de presiones y caudales en tránsito).

En el plano a trabajar, (Nodos y Tuberías) de la Red de Distribución de Agua, se presenta, identificados con letras(manzanas) y números(lotes), los diferentes tipos de viviendas presentes en el urbanismo y para las cuales se han estimado las demandas medias en base a la población futura (1558 hab, por lo que se considera una población rural) y conforme a los siguientes lineamientos según reglamento.

DIGESA recomienda para el medio rural (<2500 Hab.) los siguientes parámetros

Zona	Medido (l/hab/d)
Sierra	50
Costa	60
Selva	70

La OMS recomienda los siguientes parámetros

Población	Clima	
	Frio	Cálido
Rural	100	100
1.000 – 10.000	120	120
10.000 – 50.000	130	130
50.000	200	250

El forfo Perú Alemania, recomienda las siguientes dotaciones para poblaciones rurales (<2000 Hab.)

Tipo de vivienda	Dotación (lppd)
Agua potable distribuida con abastecedor	100
Agua potable distribuida con loteros	50
Agua potable en pilón	50

lppd = litros por persona al día

Conforme a lo visto anteriormente la densidad poblacional es de 8 Hab/lote y se considerará una dotación de 100 lppd para lotes de viviendas. Para los lotes asignados a comercio, salud, industria, educación y áreas recreativas se seguirán los lineamientos establecidos en la norma IS.010.

TUBERIA		DIAMETRO (in) PRELIMINAR	D.Interior (mm)
R1-J1	P-1	4	105.52
J1-J2	P2	3	82.04
J2-J3	P-3	3	82.04
J3-J4	P-4	2	54.58
J1-J5	P-5	2	54.58
J5-J6	P-6	2	54.58
J6-J7	P-7	1	28.48
J2-J7	P-8	1	28.48
J6-J8	P-9	1	28.48
J8-J10	P-10	1	28.48
J7-J17	P-11	1	28.48
J3-J11	P-12	1	28.48
J11-J12	P-13	2	54.58
J11-J13	P-14	1	28.48
J8-J14	P-15	1	28.48
J8-J9	P-16	1	28.48
J9-J10	P-17	1	28.48
J9-J16	P-18	1	28.48
J17-J18	P-19	1	28.48
J13-J18	P-20	1	28.48
J18-J19	P-21	1	28.48
J14-J19	P-22	1	28.48
J9-J16	P-23	3	82.04
J14-J20	P-24	2	54.58
J20-J21	P-25	1	28.48
J20-J22	P-26	2	54.58
J21-J23	P-27	3	82.04
J23-J24	P-28	2	54.58
J24-J25	P-29	2	54.58
J17-J25	P-30	1	28.48
J25-J26	P-31	1	28.48
J26-J27	P-32	3	82.04
J27-J28	P-33	2	54.58
J23-J28	P-34	1	28.48
J23-J29	P-35	3	82.04
J29-J33	P-36	2	54.58
J29-J30	P-37	1	28.48
J24-J30	P-38	1	28.48
J27-J31	P-39	3	82.04
J31-J32	P-40	2	54.58
J32-J33	P-41	2	54.58
J33-J35	P-42	2	54.58
J31-J34	P-43	2	54.58

NODO	DEMANDA (L/s)	COTA (msnm)
J1	0.405	18.200
J2	0.380	19.200
J3	0.068	19.200
J4	0.000	19.200
J5	0.405	19.134
J6	0.428	19.200
J7	0.853	19.200
J8	1.805	19.200
J9	2.753	12.900
J10	0.182	19.178
J11	0.113	12.900
J12	0.045	19.051
J13	0.000	19.200
J14	0.473	12.949
J15	1.168	12.850
J16	0.135	12.900
J17	0.058	12.841
J18	0.175	12.900
J19	0.018	19.301
J20	1.418	12.900
J21	1.103	12.850
J22	0.473	12.900
J23	0.765	19.103
J24	3.758	12.800
J25	3.758	12.848
J26	0.270	19.353
J27	1.918	12.913
J28	1.738	19.154
J29	0.450	19.157
J30	0.283	12.750
J31	4.159	19.978
J32	0.537	14.080
J33	0.135	19.457
J34	3.487	19.350
J35	0.000	19.200
R1	Altura proyectada	45.000

Diametro Nominal (in)	D. Interior Promedio (mm)	Espesor (in)
1	28.48	0.09
2	54.58	0.11
3	82.04	0.17
4	105.52	0.21

CALCULO DE LA DEMANA

MANZANA	LOTE	ÁREA	USO	DOTACION		
A	A1	183.14	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	A2	112.08	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	A3	138.14	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	A4	282.41	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	A5	391.08	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	A6	288.05	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	A7	438.43	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	A7	229.97	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	9	409.43	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	10	308.20	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	11	341.00	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	12	285.80	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	13	238.48	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	14	714.95	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	15	318.50	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
18	174.38	m ²	Vivienda	100	L/hab/día	
17	592.88	m ²	Vivienda	100	L/hab/día	
B	1	187.25	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	2	811.24	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	3	375.40	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	4	830.88	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	5	710.90	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	6	262.40	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	7	158.90	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	8	183.90	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	9	337.90	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	10	379.90	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	11	498.83	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	12	219.35	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	13	578.75	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
C	1	378.29	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	2	514.18	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	3	530.50	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	4	815.50	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	5	322.30	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
D	1	6078.51	m ²	Comercio	91177.85	L/día
E	1	282.00	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	2	257.21	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	3	252.88	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	4	257.00	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	5	315.80	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	6	211.14	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	7	210.05	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	8	268.97	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	9	207.90	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	10	268.81	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	11	265.80	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	12	204.85	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	13	203.80	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	14	202.50	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	15	261.40	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	16	271.45	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	17	270.10	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	18	260.42	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	19	201.80	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	20	262.70	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	21	203.90	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	22	204.95	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	23	268.10	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	24	267.22	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	25	268.35	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	26	269.50	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	27	210.80	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
F	1	1005.20	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	2	883.40	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	3	884.40	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	4	2148.30	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
G	1	382.81	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	2	381.00	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	3	831.80	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	4	860.70	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	5	708.82	m ²	Vivienda	100	L/hab/día
	6	817.88	m ²	Vivienda	100	L/hab/día

DETERMINACION DE LA DEMANDA EN CADA TUBERIA					
TRAMO	VIVIENDAS	DOTACION (L/d)	DEMANDA (Qm ³) (L/s)	DEMANDA TOTAL (L/s)	
R1-J1	-	0	0.0000	0.000	
J1-J2	K19	100	0.0225	0.225	
	K20	100	0.0225		
	K21	100	0.0225		
	K22	100	0.0225		
	K23	100	0.0225		
	K24	100	0.0225		
	K25	100	0.0225		
	K26	100	0.0225		
	K27	100	0.0225		
	K28	100	0.0225		
J1-J5	A1	100	0.0225	0.180	
	A2	100	0.0225		
	A3	100	0.0225		
	A4	100	0.0225		
	A5	100	0.0225		
	A6	100	0.0225		
J2-J3	-	0	0.0000	0	
	J2-J7	K1	100	0.0225	0.135
		K29	100	0.0225	
		L1	100	0.0225	
		L2	100	0.0225	
J3-J4	N1	0	0.0000	0.00	
	LL1	0.00	0.0000		
J3-J11	L1	0.00	0.0000	0.068	
	M1	0.00	0.0000		
	N2	100	0.0225		
J5-J8	N3	100	0.0225	0.180	
	R4	100	0.0225		
	K3	100	0.0225		
	K4	100	0.0225		
	K5	100	0.0225		
	K8	100	0.0225		
	K9	100	0.0225		
	K14	100	0.0225		
	K15	100	0.0225		
	X1	805.52	0.0227		
J5-J8	A9	100	0.0225	0.045	
	A10	100	0.0225		
J8-J7	K1	100	0.0225	0.113	
	K2	100	0.0225		
	P1	100	0.0225		
	P2	100	0.0225		
J8-J10	P3	100	0.0225	0.135	
	P4	100	0.0225		
	P5	100	0.0225		
	P7	100	0.0225		
	P8	100	0.0225		
	P9	100	0.0225		
	P10	100	0.0225		
	N1	100	0.0225		
	N5	100	0.0225		
	N8	100	0.0225		
J7-J17	N7	100	0.0225	0.540	
	O1	100	0.0225		
	O2	100	0.0225		
	O3	100	0.0225		
	O4	100	0.0225		
	O5	100	0.0225		
	O6	100	0.0225		
	O8	100	0.0225		

H	1	294.74	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	2	294.74	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	3	294.74	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	4	294.74	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	5	294.74	m2	Vivienda	100	L/Inabida
I	6	252.34	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	7	4302.14	m2	Uso Comunal	25812.84	L/dia/
	1	358.75	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	2	351.05	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	3	351.14	m2	Vivienda	100	L/Inabida
J	4	3357.25	m2	Uso Comunal	20143.5	L/dia/
	5	3788.80	m2	Educacion	7800	L/dia
	6	853.02	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	1	5031.58	M2	Parque	10083.18	L/dia/
	1	347.74	m2	Vivienda	100	L/Inabida
K	2	580.18	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	3	580.07	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	4	101.80	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	5	127.95	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	6	103.80	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	7	144.13	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	8	388.02	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	9	229.90	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	10	78.48	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	11	71.90	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	12	65.50	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	13	130.77	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	14	188.23	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	15	112.20	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	16	139.40	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	17	320.23	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	18	477.61	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	19	308.78	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	20	107.70	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	21	117.30	m2	Vivienda	100	L/Inabida
22	390.23	m2	Vivienda	100	L/Inabida	
23	159.24	m2	Vivienda	100	L/Inabida	
24	201.55	m2	Vivienda	100	L/Inabida	
25	139.67	m2	Vivienda	100	L/Inabida	
26	262.44	m2	Vivienda	100	L/Inabida	
27	422.80	m2	Vivienda	100	L/Inabida	
28	171.71	m2	Vivienda	100	L/Inabida	
29	154.40	m2	Vivienda	100	L/Inabida	
L	1	185.00	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	2	222.28	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	3	184.32	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	4	188.50	m2	Vivienda	100	L/Inabida
M	1	1597.04	m2	Sin Uso	0	-
N	1	358.50	m2	Sin Uso	0	-
Ñ	1	119.12	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	2	58.38	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	3	109.71	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	4	131.10	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	5	77.32	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	6	119.90	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	7	181.48	m2	Vivienda	100	L/Inabida
O	1	184.31	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	2	183.68	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	3	183.50	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	4	182.02	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	5	259.80	m2	Vivienda	100	L/Inabida
P	1	110.23	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	2	147.40	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	3	100.00	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	4	87.45	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	5	103.05	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	6	318.70	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	7	272.62	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	8	179.80	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	9	486.61	m2	Vivienda	100	L/Inabida
	10	421.03	m2	Vivienda	100	L/Inabida

J8-J9	Q7	100	0.0225
	Q8	100	0.0225
	Q9	100	0.0225
	Q10	100	0.0225
	R1	100	0.0225
	R2	100	0.0225
	R3	100	0.0225
J8-J14	R4	100	0.0225
	H	20143.5	0.7554
	I5	7800	0.3325
	J1	10083.18	0.3774
	A11	100	0.0225
	A12	100	0.0225
	A13	100	0.0225
J8-J10	A14	100	0.0225
	A15	100	0.0225
	A16	100	0.0225
	A17	100	0.0225
	I1	100	0.0225
	Q	100	0.0225
	R	100	0.0225
J8-J18	S1	1254.2	0.0470
	T1	100	0.0225
	T2	100	0.0225
	T3	100	0.0225
	T4	100	0.0225
	T5	100	0.0225
	T6	100	0.0225
J8-J16	U1	30558.24	1.1488
J11-J12	Q11	100	0.0225
J12-J13	Q12	100	0.0225
J12-J18	M1	0	0.0000
J14-J16	-	0	0.0000
J14-J20	B	100	0.0225
	B1	100	0.0225
	B2	100	0.0225
	B3	100	0.0225
	B4	100	0.0225
	H1	100	0.0225
	H2	100	0.0225
	H3	100	0.0225
	H4	100	0.0225
	H5	100	0.0225
J17-J18	H6	100	0.0225
	B'1	100	0.0225
	B'14	100	0.0225
	B'15	100	0.0225
	B'16	100	0.0225
	B'17	100	0.0225
	B'18	100	0.0225
B'19	100	0.0225	
J17-J26	-	0	0.0000
J18-J19	C	478.44	0.0179
J20-J21	G1	100	0.0225
	G2	100	0.0225
	G3	100	0.0225
	G4	100	0.0225
	G5	100	0.0225
	G6	100	0.0225
	H7	25812.84	0.9880
J20-J22	B5	100	0.0225
	B6	100	0.0225
	B7	100	0.0225
	B8	100	0.0225
	F1	100	0.0225
	F2	100	0.0225
	F3	100	0.0225
	F4	100	0.0225
	Y1	100	0.0225
	Y7	100	0.0225
Y8	100	0.0225	

Q	1	414.85	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	2	220.03	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	3	220.03	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	4	220.03	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	5	192.53	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	6	275.04	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	7	219.75	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	8	219.75	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	9	247.54	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	10	145.27	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	11	323.35	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	12	341.91	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
R	1	729.85	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	2	255.17	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	3	188.81	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	4	810.67	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
S	1	627.10	m2	Parque	1254.2	Litro/
T	1	173.93	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	2	187.31	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	3	155.14	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	4	305.33	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	5	165.64	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	6	522.92	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
U	1	5093.04	m2	Uso Comunal	30559.24	Litro/
V	1	182.31	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	2	117.58	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	3	171.85	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	4	185.10	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	5	569.15	m2	Uso Comunal	3415.08	Litro/
	6	774.50	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
X	1	302.75	m2	Parque	605.52	Litro/
W	1	15294.20	m2	Proteccion Ambiental	0	-
Y	1	241.35	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	2	350.00	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	3	127.33	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	4	137.70	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	5	133.74	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	6	572.60	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	7	187.60	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	8	92.04	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	9	535.38	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	10	92.04	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	11	744.75	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	12	390.34	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	13	357.10	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	14	354.31	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	15	954.51	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	16	515.75	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	17	205.95	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	18	451.21	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
Z	1	5724.41	m2	Uso Comunal	34346.46	Litro/
A'	1	2050.50	m2	Parque	4121	Litro/
B'	1	175.25	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	2	347.15	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	3	357.68	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	4	325.90	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	5	281.24	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	6	221.90	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	7	475.20	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	8	400.60	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	9	415.31	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	10	557.10	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	11	495.75	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	12	397.70	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	13	301.20	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	14	137.40	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	15	145.04	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	16	152.71	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	17	160.40	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	18	170.11	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
	19	175.94	m2	Vivienda	100	Lhab/dia
C'	1	238.22	m2	Parque	476.44	Litro/
D'	1	5773.10	m2	Comercio	65505.5	Litro/
	1	345.70	m2	Vivienda	100	Lhab/dia

J22-J23	Y10	100	0.025	0.315
	Y11	100	0.025	
	Y12	100	0.025	
	Y13	100	0.025	
	Y14	100	0.025	
	Y17	100	0.025	
	Y18	100	0.025	
	W1	0	0.0000	
J22-J27	B9	100	0.025	0.068
	B10	100	0.025	
	B11	100	0.025	
J23-J24	E4	3000	0.1125	0.270
	F1	100	0.025	
	F2	100	0.025	
	F3	100	0.025	
	F4	100	0.025	
	F5	100	0.025	
	F6	100	0.025	
	F7	100	0.025	
J24-J25	D'	65595.5	3.2474	3.488
	V1	100	0.025	
	V2	100	0.025	
	V3	100	0.025	
	V4	100	0.025	
	V5	3415.08	0.1261	
V6	100	0.025		
J24-J30	-	0	0.0000	0.000
J23-J29	G1	100	0.025	0.000
	G2	100	0.025	
	G3	100	0.025	
	G4	100	0.025	
J23-J28	Y2	100	0.025	0.000
	Y3	100	0.025	
	Y4	100	0.025	
	Y5	100	0.025	
	Y6	100	0.025	
J25-J26	B2	100	0.025	0.270
	B3	100	0.025	
	B4	100	0.025	
	B5	100	0.025	
	B6	100	0.025	
	B7	100	0.025	
	B8	100	0.025	
	B9	100	0.025	
	B10	100	0.025	
	B11	100	0.025	
	B12	100	0.025	
	B13	100	0.025	
	N'	0	0.0000	
J27-J28	E6	100	0.025	1.548
	E7	100	0.025	
	E8	100	0.025	
	E9	100	0.025	
	E10	100	0.025	
	E11	100	0.025	
	E12	100	0.025	
	E13	100	0.025	
	E14	100	0.025	
	E15	100	0.025	
	E16	100	0.025	
	Y9	100	0.025	
Y11	100	0.025		
Y15	100	0.025		
Y16	100	0.025		
Z1	34346.46	1.2580		
J27-J31	B12	100	0.025	0.203
	B13	100	0.025	
	C1	100	0.025	
	C2	100	0.025	
	E1	100	0.025	
	E2	100	0.025	
E3	100	0.025		
E4	100	0.025		
E5	100	0.025		

E'	2	198.72	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	3	605.54	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	4	3652.56	m2	Salud	3000	L/día
F'	1	257.20	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	2	271.90	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	3	213.53	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	4	275.92	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	5	322.75	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	6	350.85	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	7	342.78	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	8	1199.20	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	9	1437.92	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	10	439.55	m2	Vivienda	100	L/hab/día
G'	1	608.90	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	2	694.50	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	3	704.22	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	4	588.81	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	5	155.19	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	6	326.90	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	7	266.30	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	8	798.81	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	9	510.98	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	10	394.52	m2	Vivienda	100	L/hab/día
H'	1	161.03	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	2	284.70	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	3	1986.73	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	4	432.12	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	5	349.32	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	6	300.70	m2	Vivienda	100	L/hab/día
	7	287.15	m2	Vivienda	100	L/hab/día
I'	1	2041.44	m2	Sin Uso	0	-
J'	1	17277.50	m2	Industria	0	-
K'	1	9848.40	m2	Industria	0	-
L'	1	57230.35	m2	Industria	0	-
LL'	1	22807.50	m2	Industria	0	-
M'	1	16090.90	m2	Industria	0	-
N'	1	10765.00	m2	Sin Uso	0	-
N'	1	6924.58	m2	Sin Uso	0	-

J29-J30	F'8	100	0.0225	0.293
	F'9	100	0.0225	
	F'10	100	0.0225	
	H'1	100	0.0225	
	H'2	100	0.0225	
	H'3	100	0.0225	
	H'4	100	0.0225	
	H'5	100	0.0225	
	H'6	100	0.0225	
	H'7	100	0.0225	
	E'1	100	0.0225	
	E'2	100	0.0225	
	E'3	100	0.0225	
I'1	0	0.0000	0.068	
G'5	100	0.0225		
G'6	100	0.0225		
J31-J32	G'7	100	0.0225	0.470
	E17	100	0.0225	
	E18	100	0.0225	
	E19	100	0.0225	
	E20	100	0.0225	
	E21	100	0.0225	
	E22	100	0.0225	
	E23	100	0.0225	
	E24	100	0.0225	
	E25	100	0.0225	
E26	100	0.0225		
E27	100	0.0225	0.068	
A'	4121	0.1545		
G'8	100	0.0225		
J32-J33	G'9	100	0.0225	0.068
	G'10	100	0.0225	
	C3	100	0.0225	
C4	100	0.0225		
C5	100	0.0225		
D	91177.65	3.4192		
J33-35	N'	0	0.0000	0.000
TOTAL(Lts):				17.084

DATOS ADICIONALES PARA LA DOTACION SEGUN EDIFICACION			
TIPO	ACTUAL	PROYECCION	UND
Educacion	135.00	156	Estudiantes
Salud	3.00	5	Camas

DETERMINACION DE LA DEMANDA EN CADA NODO					
NODO	TRAMOS CONCURRENTES		DEMANDA (L/s)	DEMANDA TOTAL (L/s)	
	J1	R1-J1		P1	0.000
	J1-J2	P2	0.225		
	J1-J5	P5	0.180		
J2	J1-J2	P2	0.225	0.360	L/s
	J2-J3	P3	0.135		
	J2-J7	P8	0.000		
J3	J2-J3	P3	0.000	0.0675	L/s
	J3-J4	P4	0.000		
J4	J3-J11	P12	0.068		
	J3-J4	P4	0.000	0.000	L/s
J5	J1-J5	P5	0.180	0.405	L/s
	J5-J6	P6	0.180		
	J5-J8	P9	0.045		
J6	J5-J6	P6	0.180	0.428	L/s
	J6-J7	P7	0.113		
	J6-J10	P10	0.135		
J7	J2-J7	P8	0.000	0.653	L/s
	J6-J7	P7	0.113		
	J6-J17	P11	0.540		
J8	J5-J8	P9	0.045	1.695	L/s
	J8-J9	P16	1.425		
	J8-J14	P15	0.225		
J9	J8-J9	P16	1.425	2.753	L/s
	J9-J10	P17	0.047		
	J9-J16	P18	0.135		
J10	J9-J15	P23	1.146	0.182	L/s
	J9-J10	P17	0.047		
	J6-J10	P10	0.135		
J11	J11-J12	P13	0.045	0.113	L/s
	J3-J11	P12	0.068		
	J11-J12	P13	0.045		
J12	J12-J13	P14	0.000	0.045	L/s
	J12-J18	P20	0.000		
J13	J12-J13	P14	0.000	0.000	L/s
J14	J8-J14	P15	0.225	0.473	L/s
	J14-J15	P22	0.023		
	J14-J20	P24	0.225		
J15	J14-J15	P22	0.023	1.168	L/s
	J9-J15	P23	1.146		
J16	J9-J16	P18	0.135	0.135	L/s

J17	J16-J17	P11	0.540	0.698	L/s
	J17-J25	P30	0.000		
J18	J17-J18	P19	0.158	0.175	L/s
	J12-J18	P20	0.000		
J19	J17-J18	P19	0.158	0.018	L/s
	J18-J19	P21	0.018		
J20	J14-J20	P24	0.225	1.418	L/s
	J20-J21	P25	1.103		
J21	J20-J22	P26	0.090	1.103	L/s
	J20-J21	P25	1.103		
J22	J22-J23	P27	0.315	0.473	L/s
	J22-J27	P32	0.068		
J23	J22-J23	P27	0.315	0.765	L/s
	J23-J24	P28	0.270		
J24	J23-J28	P34	0.090	3.758	L/s
	J23-J29	P35	0.090		
J25	J23-J24	P28	0.270	3.758	L/s
	J24-J30	P38	0.000		
J26	J24-J25	P29	3.488	0.270	L/s
	J24-J25	P29	3.488		
J27	J24-J25	P29	3.488	1.918	L/s
	J17-J25	P30	0.000		
J28	J25-J26	P31	0.270	1.738	L/s
	J25-J26	P31	0.270		
J29	J22-J27	P32	0.068	0.450	L/s
	J27-J28	P33	1.648		
J30	J27-J31	P39	0.203	0.293	L/s
	J27-J28	P33	1.648		
J31	J23-J28	P34	0.090	4.159	L/s
	J23-J29	P35	0.090		
J32	J29-J33	P36	0.068	0.537	L/s
	J29-J30	P37	0.293		
J33	J29-J30	P37	0.293	0.135	L/s
	J24-J30	P38	0.000		
J34	J27-J31	P39	0.203	3.487	L/s
	J31-J32	P40	0.470		
J35	J31-J34	P43	3.487	0.000	L/s
	J31-J32	P40	0.470		
J36	J32-J33	P41	0.068	0.000	L/s
	J32-J33	P41	0.068		
J37	J32-J33	P41	0.068	0.000	L/s
	J29-J33	P36	0.068		
J38	J33-J35	P42	0.000	3.487	L/s
	J31-J34	P43	3.487		
J39	J33-J35	P42	0.000	0.000	L/s
	J33-J35	P42	0.000		

CALCULO HIDRAULICO

TESIS Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable del Puerto Casma
C.P. Puerto Casma
DISTRITO Comandante Noel
PROVINCIA Casma
REGION Ancash

RESUMEN

TUBERIA		DIAMETRO (In)	D.Interior (mm)	LONGITUD (m)
R1-J1	P-1	4	105.52	57.29
J1-J2	P2	3	82.04	147.03
J2-J3	P-3	3	82.04	41.40
J3-J4	P-4	1	28.48	285.41
J1-J5	P-5	3	82.04	75.47
J5-J6	P-6	3	82.04	120.38
J6-J7	P-7	1	28.48	36.26
J2-J7	P-8	3	82.04	50.06
J5-J8	P-9	3	82.04	19.22
J6-J10	P-10	3	82.04	101.43
J7-J17	P-11	3	82.04	203.79
J3-J11	P-12	3	82.04	191.14
J11-J12	P-13	3	82.04	34.23
J11-J13	P-14	1	28.48	179.10
J8-J14	P-15	3	82.04	104.65
J8-J9	P-16	2	54.58	155.46
J9-J10	P-17	3	82.04	44.96
J9-J16	P-18	1	28.48	81.91
J17-J18	P-19	3	82.04	68.98
J12-J18	P-20	3	82.04	45.00
J18-J19	P-21	1	28.48	130.92
J14-J15	P-22	3	82.04	99.93
J9-J15	P-23	3	82.04	138.18
J14-J20	P-24	3	82.04	87.13
J20-J21	P-25	2	54.58	125.05
J20-J22	P-26	3	82.04	35.75
J22-J23	P-27	1	28.48	281.27
J23-J24	P-28	2	54.58	156.97
J24-J25	P-29	3	82.04	135.00
J17-J25	P-30	3	82.04	24.85
J25-J26	P-31	1	28.48	163.15
J22-J27	P-32	3	82.04	44.17
J27-J28	P-33	1	28.48	280.64
J23-J28	P-34	2	54.58	67.87
J23-J29	P-35	1	28.48	64.00
J29-J33	P-36	2	54.58	91.73
J29-J30	P-37	2	54.58	178.36
J24-J30	P-38	2	54.58	99.27
J27-J31	P-39	3	82.04	64.37
J31-J32	P-40	1	28.48	481.08
J32-J33	P-41	2	54.58	54.96
J33-J35	P-42	1	28.48	47.73
J31-J34	P-43	3	82.04	47.73

NODO	DEMANDA (L/s)	PRESION (m.C H2O)
J1	0.405	27
J2	0.360	22
J3	0.068	21
J4	0.000	21
J5	0.405	20
J6	0.428	18
J7	0.653	20
J8	1.695	18
J9	2.753	17
J10	0.182	17
J11	0.113	19
J12	0.045	18
J13	0.000	18
J14	0.473	15
J15	1.168	16
J16	0.135	16
J17	0.698	17
J18	0.175	18
J19	0.018	17
J20	1.418	11
J21	1.103	11
J22	0.473	10
J23	0.765	10
J24	3.758	13
J25	3.758	16
J26	0.270	14
J27	1.918	9
J28	1.738	9
J29	0.450	10
J30	0.293	11
J31	4.159	6
J32	0.537	8
J33	0.135	9
J34	3.487	7
J35	0.000	9
R1	Altura proyectada	

Anexo VIII

REGLAMENTOS

Y

MANUALES

Anexo 8.1

RNE - SANEAMIENTO (Extracto)

tudios que aseguren la calidad y cantidad que requiere el sistema, entre los que incluyan: identificación de fuentes alternativas, ubicación geográfica, topografía, rendimientos mínimos, variaciones anuales, análisis físico químicos, vulnerabilidad y microbiológicos y otros estudios que sean necesarios.

La fuente de abastecimiento a utilizarse en forma directa o con obras de regulación, deberá asegurar el caudal máximo diario para el período de diseño.

La calidad del agua de la fuente, deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Legislación vigente en el País.

4. CAPTACIÓN

El diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

4.1. AGUAS SUPERFICIALES

a) Las obras de toma que se ejecuten en los cursos de aguas superficiales, en lo posible no deberán modificar el flujo normal de la fuente, deben ubicarse en zonas que no causen erosión o sedimentación y deberán estar por debajo de los niveles mínimos de agua en periodos de estiaje.

b) Toda toma debe disponer de los elementos necesarios para impedir el paso de sólidos y facilitar su remoción, así como de un sistema de regulación y control. El exceso de captación deberá retornar al curso original.

c) La toma deberá ubicarse de tal manera que las variaciones de nivel no alteren el funcionamiento normal de la captación.

4.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS

El uso de las aguas subterráneas se determinará mediante un estudio a través del cual se evaluará la disponibilidad del recurso de agua en cantidad, calidad y oportunidad para el fin requerido.

4.2.1. Pozos Profundos

a) Los pozos deberán ser perforados previa autorización de los organismos competentes del Ministerio de Agricultura, en concordancia con la Ley General de Aguas vigente. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.

b) La ubicación de los pozos y su diseño preliminar serán determinados como resultado del correspondiente estudio hidrogeológico específico a nivel de diseño de obra. En la ubicación no sólo se considerará las mejores condiciones hidrogeológicas del acuífero sino también el suficiente distanciamiento que debe existir con relación a otros pozos vecinos existentes y/ o proyectados para evitar problemas de interferencias.

c) El menor diámetro del forro de los pozos deberá ser por lo menos de 8 cm mayor que el diámetro exterior de los impulsores de la bomba por instalarse.

d) Durante la perforación del pozo se determinará su diseño definitivo, sobre la base de los resultados del estudio de las muestras del terreno extraído durante la perforación y los correspondientes registros geofísicos. El ajuste del diseño se refiere sobre todo a la profundidad final de la perforación, localización y longitud de los filtros.

e) Los filtros serán diseñados considerando el caudal de bombeo; la granulometría y espesor de los estratos; velocidad de entrada, así como la calidad de las aguas. f)

La construcción de los pozos se hará en forma tal que se evite el arenamiento de ellos, y se obtenga un óptimo rendimiento a una alta eficiencia hidráulica, lo que se conseguirá con uno o varios métodos de desarrollo.

g) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento a caudal variable durante 72 horas continuas como mínimo, con la finalidad de determinar el caudal explotable y las condiciones para su equipamiento. Los resultados de la prueba deberán ser expresados en gráficos que relacionen la depresión con los caudales, indicándose el tiempo de bombeo.

h) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

4.2.2. Pozos Excavados

a) Salvo el caso de pozos excavados para uso doméstico unifamiliar, todos los demás deben perforarse previa

II.3. OBRAS DE SANEAMIENTO

NORMA OS.010

CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

1. OBJETIVO

Fijar las condiciones para la elaboración de los proyectos de captación y conducción de agua para consumo humano.

2. ALCANCES

Esta Norma fija los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de captación y conducción de agua para consumo humano, en localidades mayores de 2000 habitantes.

3. FUENTE

A fin de definir la o las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, se deberán realizar los es-



autorización del Ministerio de Agricultura. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.

b) El diámetro de excavación será aquel que permita realizar las operaciones de excavación y revestimiento del pozo, señalándose a manera de referencia 1,50 m.

c) La profundidad del pozo excavado se determinará en base a la profundidad del nivel estático de la napa y de la máxima profundidad que técnicamente se pueda excavar por debajo del nivel estático.

d) El revestimiento del pozo excavado deberá ser con anillos ciego de concreto del tipo deslizante o fijo, hasta el nivel estático y con aberturas por debajo de él.

e) En la construcción del pozo se deberá considerar una escalera de acceso hasta el fondo para permitir la limpieza y mantenimiento, así como para la posible profundización en el futuro.

f) El motor de la bomba puede estar instalado en la superficie del terreno o en una plataforma en el interior del pozo, debiéndose considerar en este último caso las medidas de seguridad para evitar la contaminación del agua.

g) Los pozos deberán contar con sellos sanitarios, cerrándose la boca con una tapa hermética para evitar la contaminación del acuífero, así como accidentes personales. La cubierta del pozo deberá sobresalir 0,50 m como mínimo, con relación al nivel de inundación.

h) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento, para determinar su caudal de explotación y las características técnicas de su equipamiento.

i) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

4.2.3. Galerías Filtrantes

a) Las galerías filtrantes serán diseñadas previo estudio, de acuerdo a la ubicación del nivel de la napa, rendimiento del acuífero y al corte geológico obtenido mediante excavaciones de prueba.

b) La tubería a emplearse deberá colocarse con juntas no estancas y que asegure su alineamiento.

c) El área filtrante circundante a la tubería se formará con grava seleccionada y lavada, de granulometría y espesor adecuado a las características del terreno y a las perforaciones de la tubería.

d) Se proveerá cámaras de inspección espaciadas convenientemente en función del diámetro de la tubería, que permita una operación y mantenimiento adecuado.

e) La velocidad máxima en los conductos será de 0,60 m/s.

f) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.

g) Durante la construcción de las galerías y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y la conveniencia de utilización.

4.2.4. Manantiales

a) La estructura de captación se construirá para obtener el máximo rendimiento del afloramiento.

b) En el diseño de las estructuras de captación, deberán preverse válvulas, accesorios, tubería de limpieza, reboso y tapa de inspección con todas las protecciones sanitarias correspondientes.

c) Al inicio de la tubería de conducción se instalará su correspondiente canastilla.

d) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas.

e) Deberá tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por las aguas superficiales.

5. CONDUCCIÓN

Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento. La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario.

5.1. CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

5.1.1. Canales

a) Las características y material con que se construyan los canales serán determinados en función al caudal y la calidad del agua.

b) La velocidad del flujo no debe producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0,60 m/s

c) Los canales deberán ser diseñados y construidos teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la cantidad y calidad del agua.

5.1.2. Tuberías

a) Para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería.

b) La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0,60 m/s

c) La velocidad máxima admisible será:

En los tubos de concreto	3 m/s
En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC	5 m/s

Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.

d) Para el cálculo hidráulico de las tuberías que trabajen como canal, se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad:

Asbesto-cemento y PVC	0,010
Hierro Fundido y concreto	0,015

Para otros materiales deberá justificarse los coeficientes de rugosidad.

e) Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N° 1. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

TABLA N°1

COEFICIENTES DE FRICCIÓN «C» EN LA FÓRMULA DE HAZEN Y WILLIAMS

TIPO DE TUBERIA	«C»
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Poliétileno, Asbesto Cemento	140
Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	150

5.1.3. Accesorios

a) Válvulas de aire

En las líneas de conducción por gravedad y/o bombeo, se colocarán válvulas extractoras de aire cuando haya cambio de dirección en los tramos con pendiente positiva. En los tramos de pendiente uniforme se colocarán cada 2.0 km como máximo.

Si hubiera algún peligro de colapso de la tubería a causa del material de la misma y de las condiciones de trabajo, se colocarán válvulas de doble acción (admisión y expulsión).

El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería.

b) Válvulas de purga

Se colocará válvulas de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua a conducirse y la modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo a la velocidad de drenaje, siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería.

c) Estas válvulas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

5.2. CONDUCCIÓN POR BOMBEO

a) Para el cálculo de las líneas de conducción por bombeo, se recomienda el uso de la fórmula de Hazen y Williams. El dimensionamiento se hará de acuerdo al estudio del diámetro económico.

b) Se deberá considerar las mismas recomendaciones para el uso de válvulas de aire y de purga del numeral 5.1.3

5.3. CONSIDERACIONES ESPECIALES

a) En el caso de suelos agresivos o condiciones severas de clima, deberá considerarse tuberías de material adecuado y debidamente protegido.

b) Los cruces con carreteras, vías férreas y obras de arte, deberán diseñarse en coordinación con el organismo competente.

c) Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio, ó válvula, considerando el diámetro, la presión de prueba y condición de instalación de la tubería.

d) En el diseño de toda línea de conducción se deberá tener en cuenta el golpe de ariete.

GLOSARIO

ACUIFERO.- Estrato subterráneo saturado de agua del cual ésta fluye fácilmente.

AGUA SUBTERRANEA.- Agua localizada en el subsuelo y que generalmente requiere de excavación para su extracción.

AFLORAMIENTO.- Son las fuentes o surgencias, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos.

CALIDAD DE AGUA.- Características físicas, químicas, y bacteriológicas del agua que la hacen aptas para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor.

CAUDAL MAXIMO DIARIO.- Caudal más alto en un día, observado en el periodo de un año, sin tener en cuenta

los consumos por incendios, pérdidas, etc.

DEPRESION.- Entendido como abatimiento, es el descenso que experimenta el nivel del agua cuando se está bombeando o cuando el pozo fluye naturalmente. Es la diferencia, medida en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico.

FILTROS.- Es la rejilla del pozo que sirve como sección de captación de un pozo que toma el agua de un acuífero de material no consolidado.

FORRO DE POZOS.- Es la tubería de revestimiento colocada unas veces durante la perforación, otras después de acabada ésta. La que se coloca durante la perforación puede ser provisional o definitiva. La finalidad más frecuente de la primera es la de sostener el terreno mientras se avanza con la perforación. La finalidad de la segunda es revestir definitivamente el pozo.

POZO EXCAVADO.- Es la penetración del terreno en forma manual. El diámetro mínimo es aquel que permite el trabajo de un operario en su fondo.

POZO PERFORADO.- Es la penetración del terreno utilizando maquinaria. En este caso la perforación puede ser iniciada con un antepozo hasta una profundidad conveniente

y, luego, se continúa con el equipo de perforación.

SELLO SANITARIO.- Elementos utilizados para mantener las condiciones sanitarias óptimas en la estructura de ingreso a la captación.

TOMA DE AGUA.- Dispositivo o conjunto de dispositivos destinados a desviar el agua desde una fuente hasta los demás órganos constitutivos de una captación.

2. ALCANCE

La presente norma es de aplicación a nivel nacional.

3. DEFINICIONES

Los términos empleados en esta norma tienen el significado que se expresa:

3.1. ABSORCIÓN

Fijación y concentración selectiva de sólidos disueltos en el interior de un material sólido, por difusión.

3.2. ADSORCIÓN

Fenómeno fisicoquímico que consiste en la fijación de sustancias gaseosas, líquidas o moléculas libres disueltas en la superficie de un sólido.

3.3. AFLUENTE

Agua que entra a una unidad de tratamiento, o inicia una etapa, o el total de un proceso de tratamiento.

3.4. AGUA POTABLE

Agua apta para el consumo humano.

3.5. ALGICIDA

Compuesto químico utilizado para controlar las algas y prevenir cambios en el olor del agua, debido al crecimiento desmedido de ciertos tipos microscópicos de algas.

3.6. BOLAS DE LODO

Resultado final de la aglomeración de granos de arena y lodo en un lecho filtrante, como consecuencia de un lavado defectuoso o insuficiente.

3.7. CAJA DE FILTRO

Estructura dentro de la cual se emplaza la capa soporte y el medio filtrante, el sistema de drenaje, el sistema colector del agua de lavado, etc.

3.8. CARGA NEGATIVA O COLUMNA DE AGUA NEGATIVA

Pérdida de carga que ocurre cuando la pérdida de carga por colmatación de los filtros supera la presión hidrostática y crea un vacío parcial.

3.9. CARRERA DE FILTRO

Intervalo entre dos lavados consecutivos de un filtro, siempre que la filtración sea continua en dicho intervalo. Generalmente se expresa en horas.

3.10. CLARIFICACIÓN POR CONTACTO

Proceso en el que la floculación y la decantación, y a veces también la mezcla rápida, se realizan en conjunto, aprovechando los floculos ya formados y el peso del agua a través de un manto de lodos.

3.11. COAGULACIÓN

Proceso mediante el cual se desestabiliza o anula la carga eléctrica de las partículas presentes en una suspensión, mediante la acción de una sustancia coagulante para su posterior aglomeración en el floculador.

3.12. COLMATACIÓN DEL FILTRO

Efecto producido por la acción de las partículas finas que llenan los intersticios del medio filtrante de un filtro o también por el crecimiento biológico que retarda el paso normal del agua.

3.13. EFLUENTE

Agua que sale de un depósito o termina una etapa o el total de un proceso de tratamiento.

3.14. FILTRACIÓN

Es un proceso terminal que sirve para remover del agua los sólidos o materia coloidal más fina, que no alcanzó a ser removida en los procesos anteriores.

3.15. FLOCULACIÓN

Formación de partículas aglutinadas o floculos. Proceso inmediato a la coagulación.

3.16. FLOCULADOR

Estructura diseñada para crear condiciones adecuadas para aglomerar las partículas desestabilizadas en la coagulación y obtener floculos grandes y pesados que decanten con rapidez y que sean resistentes a los esfuerzos cortantes que se generan en el lecho filtrante.

NORMA OS.020**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO****1. OBJETIVO**

El objeto de la norma es, el de establecer criterios básicos de diseño para el desarrollo de proyectos de plantas de tratamiento de agua para consumo humano.



3.17. FLÓCULOS

Partículas desestabilizadas y aglomeradas por acción del coagulante.

3.18. LEVANTAMIENTO SANITARIO

Evaluación de fuentes de contaminación existentes y potenciales, en términos de cantidad y calidad, del área de aporte de la cuenca aguas arriba del punto de captación.

3.19. MEDIDOR DE PÉRDIDA DE CARGA O COLUMNA DE AGUA DISPONIBLE

Dispositivo de los filtros que indica la carga consumida o la columna de agua disponible durante la operación de los filtros.

3.20. MEZCLA RÁPIDA

Mecanismo por el cual se debe obtener una distribución instantánea y uniforme del coagulante aplicado al agua.

3.21. PANTALLAS (BAFFLES O PLACAS)

Paredes o muros que se instalan en un tanque de floculación o sedimentación para dirigir el sentido del flujo, evitar la formación de cortocircuitos hidráulicos y espacios muertos.

3.22. PARTÍCULAS DISCRETAS

Partículas en suspensión que al sedimentar no cambian de forma, tamaño ni peso.

3.23. PARTÍCULAS FLOCULENTAS

Partículas en suspensión que al descender en la masa de agua, se adhieren o aglutinan entre sí y cambian de tamaño, forma y peso específico.

3.24. PRESEDIMENTADORES

Unidad de sedimentación natural (sin aplicación de sustancias químicas) cuyo propósito es remover partículas de tamaño mayor a 1µ.

3.25. SEDIMENTACIÓN

Proceso de remoción de partículas discretas por acción de la fuerza de gravedad.

3.26. TASA DE APLICACIÓN SUPERFICIAL

Caudal de agua aplicado por unidad de superficie.

3.27. TASA CONSTANTE DE FILTRACIÓN

Condición de operación de un filtro en la que se obliga a éste a operar a un mismo caudal a pesar de la reducción de la capacidad del filtro por efecto de la colmatación.

3.28. TASA DECLINANTE DE FILTRACIÓN

Condición de operación de un filtro en el que la velocidad de filtración decrece a medida que se colmata el filtro.

3.29. TRATAMIENTO DE AGUA

Remoción por métodos naturales o artificiales de todas las materias objetables presentes en el agua, para alcanzar las metas especificadas en las normas de calidad de agua para consumo humano.

3.30. TURBIEDAD DE ORIGEN COLOIDAL

Turbiedad medida en una muestra de agua luego de un periodo de 24 horas de sedimentación.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1. OBJETIVO DEL TRATAMIENTO

El objetivo del tratamiento es la remoción de los contaminantes físico-químicos y microbiológicos del agua de bebida hasta los límites establecidos en las **NORMAS NACIONALES DE CALIDAD DE AGUA** vigentes en el país.

4.2. GENERALIDADES

4.2.1. Alcance

Esta norma establece las condiciones que se deben exigir en la elaboración de proyectos de plantas de tratamiento de agua potable de los sistemas de abastecimiento público.

4.2.2. Requisitos

4.2.2.1. Tratamiento

Deben someterse a tratamiento las aguas destinadas al consumo humano que no cumplan con los requisitos del agua potable establecidos en las **NORMAS NACIONALES DE CALIDAD DE AGUA** vigentes en el país.

En el tratamiento del agua no se podrá emplear sustancias capaces de producir un efluente con efectos adversos a la salud.

4.2.2.2. Calidad del agua potable

Las aguas tratadas deberán cumplir con los requisitos establecidos en las **NORMAS NACIONALES DE CALIDAD DE AGUA** vigentes en el país.

4.2.2.3. Ubicación

La planta debe estar localizada en un punto de fácil acceso en cualquier época del año.

Para la ubicación de la planta, debe elegirse una zona de bajo riesgo sísmico, no inundable, por encima del nivel de máxima creciente del curso de agua.

En la selección del lugar, se debe tener en cuenta la factibilidad de construcción o disponibilidad de vías de acceso, las facilidades de aprovisionamiento de energía eléctrica, las disposiciones relativas a la fuente y al centro de consumo, el cuerpo receptor de descargas de agua y la disposición de las descargas de lodos. Se debe dar particular atención a la naturaleza del suelo a fin de prevenir problemas de cimentación y construcción, y ofrecer la posibilidad de situar las unidades encima del nivel máximo de agua en el subsuelo.

No existiendo terreno libre de inundaciones, se exigirá por lo menos, que:

Los bordes de las unidades y los pisos de los ambientes donde se efectuará el almacenamiento de productos químicos, o donde se localizarán las unidades básicas para el funcionamiento de la planta, estén situados por lo menos a 1 m por encima del nivel máximo de crecida.

La estabilidad de la construcción será estudiada teniendo en cuenta lo estipulado en la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.

Las descargas de aguas residuales de los procesos de tratamiento (aguas de limpieza de unidades, aguas de lavado de filtros, etc.), de la planta, deberá considerarse en el proyecto, bajo cualquier condición de nivel de crecida.

4.2.2.4. Capacidad

La capacidad de la planta debe ser la suficiente para satisfacer el gasto del día de máximo consumo correspondiente al periodo de diseño adoptado.

Se aceptarán otros valores al considerar, en conjunto, el sistema planta de tratamiento, tanques de regulación, siempre que un estudio económico para el periodo de diseño adoptado lo justifique.

En los proyectos deberá considerarse una capacidad adicional que no excederá el 5% para compensar gastos de agua de lavado de los filtros, pérdidas en la remoción de lodos, etc.

4.2.2.5. Acceso

(a) El acceso a la planta debe garantizar el tránsito permanente de los vehículos que transporten los productos químicos necesarios para el tratamiento del agua.

(b) En el caso de una planta en que el consumo diario global de productos químicos exceda de 500 Kg, la base de la superficie de rodadura del acceso debe admitir, por lo menos, una carga de 10 t por eje, es decir 5 t por rueda, y tener las siguientes características:

- Ancho mínimo	: 8 m
- Pendiente máxima	: 10%
- Radio mínimo de curvas	: 30 m

(c) En el caso de que la planta esté ubicada en zonas inundables, el acceso debe ser previsto en forma compatible con el lugar, de modo que permita en cualquier época del año, el transporte y el abastecimiento de productos químicos.

4.2.2.6. Área

(a) El área mínima reservada para la planta debe ser la necesaria para permitir su emplazamiento, ampliaciones futuras y la construcción de todas las obras indispensables para su funcionamiento, tales como portería, estaciones de bombeo, casa de fuerza, reservorios, conducciones, áreas y edificios para almacenamiento, talleres de mantenimiento, patios para estacionamiento, descarga y maniobra de vehículos y vías para el tránsito de vehículos y peatones.

(b) El área prevista para la disposición del lodo de la planta no forma parte del área a la que se refiere el párrafo anterior.

(c) Cuando sean previstas residencias para el personal, éstas deben situarse fuera del área reservada exclusivamente para las instalaciones con acceso independiente.

(d) Toda el área de la planta deberá estar cercada para impedir el acceso de personas extrañas. Las medidas de seguridad deberán ser previstas en relación al tamaño de la planta.

4.2.2.7. Construcción por etapas

Las etapas de ejecución de las obras de construcción en los proyectos que consideren fraccionamiento de ejecución, deberá ser, por lo menos, igual a la mitad de la capacidad nominal, y no mayores de 10 años.

4.2.3. Definición de los procesos de tratamiento

4.2.3.1. Deberá efectuarse un levantamiento sanitario de la cuenca

4.2.3.2. Para fines de esta norma, se debe considerar los siguientes tipos de aguas naturales para abastecimiento público.

Tipo I: Aguas subterráneas o superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en el cuadro 1 y demás características que satisfagan los patrones de potabilidad.

Tipo II-A: Aguas subterráneas o superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en el cuadro 1 y que cumplan los patrones de potabilidad mediante un proceso de tratamiento que no sea coagulación.

Tipo II-B: Aguas superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en el cuadro 1 y que sean coagulación para poder cumplir con los patrones de potabilidad.

Cuadro 1

Parámetro	TIPO I	TIPO II - A	TIPO II - B
DSO ₅ (mg/L)	0 - 1.5	1.5 - 2.5	2.5 - 5
DSO ₂₀ (mg/L)	3	4	5
* Coliformes totales	< 8,8	< 3000	< 20000
* Coliformes fecales (-)	0	< 500	< 4000

* En el 80% de un número mínimo de 5 muestras mensuales.

(-) Anteriormente denominados coliformes fecales.

4.2.3.3. El tratamiento mínimo para cada tipo de agua es el siguiente:

Tipo I: Desinfección

Tipo II-A: Desinfección y además:

(a) Decantación simple para aguas que contienen sólidos sedimentables, cuando por medio de este proceso sus características cumplen los patrones de potabilidad, o

(b) Filtración, precedida o no de decantación para aguas cuya turbiedad natural, medida a la entrada del filtro lento, es siempre inferior a 40 unidades nefelométricas de turbiedad (UNT), siempre que sea de origen coloidal, y el color permanente siempre sea inferior a 40 unidades de color verdadero, referidas al patrón de platino cobalto.

Tipo II-B: Coagulación, seguida o no de decantación, filtración en filtros rápidos y desinfección.

4.2.4. Disposición de las unidades de tratamiento y de los sistemas de conexión.

4.2.4.1. Las unidades deben ser dispuestas de modo que permitan el flujo del agua por gravedad, desde el lugar de llegada del agua cruda a la planta, hasta el punto de salida del agua tratada.

4.2.4.2. Cualquier unidad de un conjunto agrupado en paralelo debe tener un dispositivo de aislamiento que permita la flexibilidad en la operación y mantenimiento.

No se permitirán diseños con una sola unidad por proceso. Podrá exceptuarse de esta restricción los procesos de mezcla rápida y floculación.

4.2.4.3. El número de unidades en paralelo deberá calcularse teniendo en cuenta la sobrecarga en cada una de las restantes, cuando una de ellas quede fuera de operación.

4.2.4.4. Las edificaciones del centro de operaciones deben estar situadas próximas a las unidades sujetas a su control.

4.2.4.5. El acceso a las diferentes áreas de operación o de observación del desarrollo de los procesos debe evitar al máximo escalones o rampas pronunciadas. Estos deberán permitir el rápido y fácil acceso a cada una de las unidades.

4.2.4.6. El proyecto debe permitir que la planta pueda ser construida por etapas, sin que sean necesarias obras provisionales de interconexión y sin que ocurra la paralización del funcionamiento de la parte inicialmente construida.

4.2.4.7. La conveniencia de la ejecución por etapas se debe fijar, teniendo en cuenta factores técnicos, económicos y financieros.

4.2.4.8. El dimensionamiento hidráulico debe considerar caudales mínimos y máximos para los cuales la planta podría operar, teniendo en cuenta la división en etapas y la posibilidad de admitir sobrecargas.

4.3. DETERMINACIÓN DEL GRADO DE TRATAMIENTO

4.3.1. Alcance

Establece los factores que se deberán considerar para determinar el grado de tratamiento del agua para consumo humano.

4.3.2. Estudio del agua cruda

Para el análisis de las características del agua cruda se deberán tomar en cuenta lo siguientes factores:

4.3.2.1. Estudio de la cuenca en el punto considerado, con la apreciación de los usos industriales y agrícolas que puedan afectar la cantidad o calidad del agua.

4.3.2.2. Usos previstos de la cuenca en el futuro, de acuerdo a regulaciones de la entidad competente.

4.3.2.3. Régimen del curso de agua en diferentes períodos del año.

4.3.2.4. Aportes a la cuenca e importancia de los mismos, que permita realizar el balance hídrico.

4.3.3. Plan de muestreo y ensayos.

Se debe tener un registro completo del comportamiento de la calidad del agua cruda para proceder a la determinación del grado de tratamiento. Este registro debe corresponder a por lo menos un ciclo hidrológico.

La extracción de muestras y los ensayos a realizarse se harán según las normas correspondientes (métodos estándar para el análisis de aguas de la AWWA de los Estados Unidos). Será responsabilidad de la empresa prestadora del servicio el contar con este registro de calidad de agua cruda y de sus potenciales fuentes de abastecimiento.

4.3.4. Factores de diseño

En la elección del emplazamiento de toma y planta, además de los ya considerados respecto a la cantidad y calidad del agua, también se tomarán en cuenta los siguientes factores:

- Estudio de suelos.
- Topografía de las áreas de emplazamiento.
- Facilidades de acceso.
- Disponibilidad de energía.
- Facilidades de tratamiento y disposición final de aguas de lavado y lodos producidos en la planta.

4.3.5. Factores físicoquímicos y microbiológicos

Los factores físicoquímicos y microbiológicos a considerar son:

- Turbiedad
- Color
- Alcalinidad
- pH
- Dureza
- Coliformes totales
- Coliformes Fecales
- Sulfatos
- Nitratos
- Nitritos
- Metales pesados
- Otros que se identifiquen en el levantamiento sanitario (art. 4.2.4.1).

4.3.6. Tipos de planta a considerar

Dependiendo de las características físicas, químicas y microbiológicas establecidas como meta de calidad del efluente de la planta, el ingeniero proyectista deberá elegir

el tratamiento más económico con sus costos capitalizados de inversión, operación y mantenimiento. Se establecerá el costo por metro cúbico de agua tratada y se evaluará su impacto en la tarifa del servicio.

4.3.7. Para la eliminación de partículas por medios físicos, pueden emplearse todas o algunas de las siguientes unidades de tratamiento:

- a. Desarenadores
- b. Sedimentadores
- c. Prefiltros de grava
- d. Filtros lentos.

4.3.8. Para la eliminación de partículas mediante tratamiento flocuquímico, pueden emplearse todas o algunas de las siguientes unidades de tratamiento:

- a. Desarenadores
- b. Mezcladores
- c. Floculadores o acondicionadores del floculo
- d. Decantadores y
- e. Filtros rápidos.

4.3.9. Con cualquier tipo de tratamiento deberá considerarse la desinfección de las aguas como proceso terminal.

4.3.10. Una vez determinadas las condiciones del agua cruda y el grado de tratamiento requerido, el diseño debe efectuarse de acuerdo con las siguientes etapas:

4.3.10.1. Estudio de factibilidad, el mismo que tiene los siguientes componentes:

- a. Caracterización físico-química y bacteriológica del curso de agua.
- b. Inventario de usos y vertimientos.
- c. Determinación de las variaciones de caudales de la fuente.
- d. Selección de los procesos de tratamiento y sus parámetros de diseño.
- e. Predimensionamiento de las alternativas de tratamiento.
- f. Disponibilidad del terreno para la planta de tratamiento.
- g. Factibilidad técnico-económica de las alternativas y selección de la alternativa más favorable.

4.3.10.2. Diseño definitivo de la planta, que comprende a:

- a. Dimensionamiento de los procesos de tratamiento de la planta.
- b. Diseños hidráulico-sanitarios.
- c. Diseños estructurales, mecánicos, eléctricos y arquitectónicos.
- d. Planos y memoria técnica del proyecto.
- e. Presupuesto referencial.
- f. Especificaciones técnicas para la construcción.
- g. Manual de puesta en marcha y procedimientos de operación y mantenimiento.

4.3.11. Según el tamaño e importancia de la instalación que se va a diseñar se podrán combinar las dos etapas de diseño mencionadas.

4.4. NORMAS PARA LOS ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD

4.4.1. Los estudios de factibilidad técnico-económica son de carácter obligatorio.

4.4.2. El diseño preliminar deberá basarse en registros de calidad de agua de, por lo menos, un ciclo hidrológico. En caso de que dichos registros no existan, el diseño se basará en el estudio de los meses más críticos, es decir, en los meses más lluviosos, según las características de la cuenca.

4.4.3. Con la información recolectada se procederá a determinar las bases del diseño de la planta de tratamiento de agua. Para el efecto, se considerará un horizonte de diseño entre 10 y 20 años, el mismo que será debidamente justificado con base al cálculo del período óptimo de diseño. Las bases del diseño consisten en determinar para las condiciones actuales, futuras (final del período de diseño) e intermedias (cada cinco años) los valores de los siguientes parámetros:

- a. Población total y servida por el sistema
- b. Caudales promedio y máximo diario.

4.4.4. Una vez determinado el grado de tratamiento, se procederá a seleccionar los procesos de tratamiento que se adecuen a la calidad de la fuente en estudio. Se tendrá especial consideración a la remoción de microorganismos del agua. Se seleccionarán procesos que puedan ser construidos y mantenidos sin mayor dificultad y se reducirá al mínimo la mecanización y automatización de las unidades a fin de evitar al máximo la importación de partes y equipo.

4.4.5. Una vez seleccionados los procesos de tratamiento para el agua cruda, se procederá al predimensionamiento de alternativas, utilizando los parámetros de diseño específicos para la calidad de agua a tratar, determinados a nivel de laboratorio o de planta piloto, dependiendo de la capacidad de la instalación. En esta etapa se determinará el número de unidades de los procesos a ser construidos en las diferentes fases de implementación y otras instalaciones de la planta de tratamiento, como tuberías, canales de interconexión, edificaciones para operación y control, arreglos exteriores, etc. De igual forma, se determinarán rubros de operación y mantenimiento, como consumo de energía y personal necesario para las diferentes fases.

4.4.6. En el estudio de factibilidad técnico-económica se analizarán las diferentes alternativas en relación al tipo de tecnología, necesidad de personal especializado para la operación, confiabilidad en condiciones de mantenimiento correctivo y situaciones de emergencia. Para el análisis económico se considerarán los costos directos, indirectos, de operación y de mantenimiento de las alternativas, para analizarlos de acuerdo a un método de comparación apropiado. Se determinará en forma aproximada, el monto de las tarifas por concepto de tratamiento. Con la información antes indicada, se procederá a la selección de la alternativa más favorable.

4.5. NORMAS PARA LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA

4.5.1. El propósito de los estudios de Ingeniería Básica es desarrollar información adicional para que los diseños definitivos puedan concebirse con un mayor grado de seguridad. Entre los trabajos que se pueden realizar a este nivel se encuentran:

- a. Estudios adicionales de caracterización del curso de agua que sean requeridos.
- b. Estudios geológicos, geotécnicos y topográficos.
- c. Estudios de tratabilidad de las aguas, mediante simulación de los procesos en el laboratorio o el uso de plantas a escala de laboratorio o a escala piloto, cuando el caso lo amerite.
- d. Estudios geológicos y geotécnicos requeridos para los diseños de cimentaciones de las diferentes unidades de la planta de tratamiento.
- e. En sistemas de capacidad superior a 5 m³/s, los estudios de tratabilidad deben llevarse a cabo en plantas a escala piloto con una capacidad de alrededor de 40-80 m³/día. El tipo, tamaño y secuencia de los estudios se determinarán de acuerdo a condiciones específicas.
- f. Estudios de impacto ambiental con las acciones de mitigación de los impactos negativos identificados.
- g. Estudios de vulnerabilidad a desastres naturales frecuentes en la zona.

4.5.2. Todo proyecto de plantas de tratamiento de agua potable, deberá ser elaborado por un Ingeniero Sanitario colegiado, quien asume la responsabilidad de la puesta en marcha del sistema. El ingeniero responsable del diseño no podrá delegar a terceros dicha responsabilidad.

4.5.3. En el expediente técnico del proyecto, además de lo indicado en el ítem 5.1.2.2, se debe incluir las especificaciones de calidad de los materiales de construcción y otras especificaciones de los elementos constructivos, acordes con las normas técnicas de edificación (estructuras).

La calidad de las tuberías y accesorios utilizados en la instalación de plantas de tratamiento de agua potable, deberá especificarse en concordancia con las Normas Técnicas Peruanas, relativas a Tuberías y Accesorios.

5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS PARA DISEÑOS DEFINITIVOS

5.1. GENERALIDADES

5.1.1. Para el diseño definitivo de una planta de tratamiento se deberá contar como mínimo con la siguiente información básica:

- Levantamiento topográfico detallado de la zona en donde se ubicarán las unidades de tratamiento.
- Estudios de desarrollo urbano y/o agrícola que puedan existir en la zona seleccionada para el tratamiento.
- Datos geológicos y geotécnicos necesarios para el diseño estructural de las unidades, incluidos los datos del nivel freático.
- Datos hidrológicos del cuerpo de agua, incluidos los niveles máximos de inundación.
- Registros de la calidad de agua a tratar.
- Resultados de los ensayos de tratabilidad.
- Datos climáticos de la zona.
- Disponibilidad y confiabilidad del servicio de energía eléctrica (horas de servicio, costo, etc.).
- Disponibilidad y confiabilidad en el suministro de sustancias químicas.

5.1.2. El diseño definitivo de una planta de tratamiento de agua para consumo humano consistirá de dos documentos:

- el estudio definitivo
- el expediente técnico.

Estos documentos deberán presentarse teniendo en consideración que la contratación de la ejecución de las obras deberá incluir la puesta en marcha de la planta de tratamiento.

5.1.2.1. Los documentos a presentarse en el estudio definitivo comprenden:

- Memoria técnica del proyecto
- La información básica señalada en el numeral 5.1.1
- Dimensionamiento de los procesos de tratamiento
- Resultados de la evaluación de impacto ambiental y de vulnerabilidad ante desastres.
- Manual preliminar de operación y mantenimiento. Este documento deberá contener:

- + una descripción de los procesos de tratamiento y de sus procedimientos de operación inicial;
- + una descripción de los procesos de tratamiento y de sus procedimientos de operación normal;
- + relación del personal administrativo y de operación y mantenimiento que se requiere, con sus calificaciones y entrenamientos mínimos;
- + la descripción de la operación de rutina de los procesos de la planta, la misma que incluirá un plan de mediciones, registros de datos de campo y análisis que se requiere para el adecuado control de los procesos de tratamiento. En la misma forma se deben describir las acciones de evaluación intermitente en los procesos;
- + la descripción de la operación de la planta en condiciones de emergencia;
- + la descripción de acciones de mantenimiento preventivo de las instalaciones de obra civil y equipos mecánicos, eléctricos e instrumentales.

El manual de operación y mantenimiento definitivo será elaborado por el supervisor de la planta con esta información básica y los ajustes necesarios detectados en la evaluación de la puesta en marcha.

5.1.2.2. El expediente técnico deberá contener:

- Planos a nivel de ejecución de obra, dentro de los cuales, sin carácter limitante debe incluirse:
 - + planimetría general de la obra, ubicación de las unidades de tratamiento e instalaciones existentes;
 - + diseños hidráulica sanitario, de los procesos e interconexiones entre procesos, los cuales comprenden planos de planta, cortes perfiles hidráulicos y demás detalles constructivos;
 - + planos estructurales, mecánicos, eléctricos y arquitectónicos;
 - + planos de obras generales como obras de protección, caminos, arreglos interiores, laboratorios, vivienda del operador, caseta de guardería, cercos perimétricos, etc.
- + Memoria descriptiva
 - + Especificaciones técnicas
 - + Análisis de costos unitarios
 - + Métricas y presupuestos
 - + Fórmulas de reajustes de precios
- Documentos relacionados con los procesos de licitación, adjudicación, supervisión, recepción de obra y otros que el organismo competente considere de importancia.

5.1.3. A partir del numeral 5.2 en adelante se detallan los criterios que se utilizarán para el dimensionamiento de las unidades de tratamiento y estructuras complementarias. Los valores que se incluyen son referenciales y están basados en el estado del arte de la tecnología de tratamiento de agua para consumo humano y podrán ser modificadas por el proyectista previa justificación sustantiva basada en investigaciones y el desarrollo tecnológico.

5.2. PRETRATAMIENTO

5.2.1. Rejas

5.2.1.1. Alcance

Establece las condiciones de diseño que debe cumplir una cámara de rejas.

5.2.1.2. Criterios de diseño

Esta unidad normalmente es parte de la captación o de la entrada del desarenador.

a) El diseño se efectúa en función del tamaño de los sólidos que se desea retener, determinándose según ello la siguiente separación de los barrotes:

- + Separación de 50 a 100 mm cuando son sólidos muy grandes. Esta reja normalmente precede a una reja mediana.
- + Separación de 10 a 25 mm desbaste medio.
- + Separación de 3 a 10 mm: desbaste fino.

b) La limpieza de las rejas puede ser manual o mecánica, dependiendo del tamaño e importancia de la planta, o de la carga intermitente de material capaz de producir un atascamiento total en pocos minutos.

c) La velocidad media de paso entre los barrotes se adopta entre 0,60 a 1 m/s, pudiendo llegar a 1,40 m/s, con caudal máximo.

d) Las rejas de limpieza manual se colocan inclinadas a un ángulo de 45° a 80°. Se debe considerar una superficie horizontal con perforaciones en el extremo superior de la reja con la finalidad de escurrir el material extraído.

e) Debe preverse los medios para retirar los sólidos extraídos y su adecuada disposición.

5.2.2. Desarenadores

5.2.2.1. Alcance

Establece las condiciones generales que deben cumplir los desarenadores.

5.2.2.2. Requisitos

1. Remoción de partículas

a) Aguas sin sedimentación posterior deberán eliminarse 75% de las partículas de 0,1 mm de diámetro y mayores.

b) Aguas sometidas a sedimentación posterior deberán eliminarse 75% de la arena de diámetro mayor a 0,2 mm.

Deberá proyectarse desarenadores cuando el agua a tratar contenga arenas. Estas unidades deberán diseñarse para permitir la remoción total de estas partículas.

2. Criterios de diseño

a) El periodo de retención deberá estar entre 5 y 10 minutos.

b) La razón entre la velocidad horizontal del agua y la velocidad de sedimentación de las partículas deberá ser inferior a 20.

c) La profundidad de los estanques deberá ser de 1,0 a 3,0 m.

d) En el diseño se deberá considerar el volumen de material sedimentable que se deposita en el fondo. Los lodos podrán removerse según procedimientos manuales o mecánicos.

e) Las tuberías de descarga de las partículas removidas deberán tener una pendiente mínima de 2%.

f) La velocidad horizontal máxima en sistemas sin sedimentación posterior será de 0,17 m/s, y para sistemas con sedimentación posterior será de 0,35 m/s.

g) Deberá existir, como mínimo, dos unidades.

5.2.3. Presedimentadores

5.2.3.1. Alcance

Establece las condiciones de diseño que debe reunir un presedimentador.

5.2.3.2. Criterios de diseño

- Este tipo de unidades deben ser consideradas en el diseño de una planta cuando es posible obtener remociones de turbiedad de por lo menos 50%, o cuando la turbiedad de la fuente supera las 1,500 UNT.
- El tiempo de retención debe definirse en función de una prueba de sedimentación. Normalmente el tiempo en el cual se obtiene la máxima eficiencia varía de 1 a 2 horas.
- En el dimensionamiento de la unidad se emplearán los criterios indicados para unidades de sedimentación sin coagulación previa (art. 5.4).

5.3. AERADORES

5.3.1. Sirven para remover o introducir gases en el agua. Pueden ser utilizados en la oxidación de compuestos solubles y remoción de gases indeseables.

5.3.2. Los dispositivos de aeración admitidos son:

- Piano inclinado formado por una superficie plana con inclinación de 1:2 a 1:3, dotado de protuberancias destinadas a aumentar el contacto del agua con la atmósfera.
- Bandejas perforadas sobrepuestas, con o sin lecho percolador, formando un conjunto de, por lo menos, cuatro unidades.
- Cascadas constituidas de por lo menos, cuatro plataformas superpuestas con dimensiones crecientes de arriba hacia abajo.
- Cascadas en escalera, por donde el agua debe descender sin adherirse a las superficies verticales.
- Aire comprimido difundido en el agua contenida en los tanques.
- Tanques con aeración mecánica.
- Torre de aeración forzada con anillos «Rashings» o similares.
- Otros de comprobada eficiencia.

5.3.3. La conveniencia de usar un determinado tipo de aerador y la tasa de diseño respectiva, preferentemente, deberán ser determinados mediante ensayos de laboratorio.

5.3.3.1. Si no hay posibilidad de determinar tasas de aplicación mediante ensayos, los aeradores pueden ser dimensionados utilizando los siguientes parámetros:

- Aeradores conforme al numeral 5.3.2 a., b., c. y d. Admiten, como máximo, 100 metros cúbicos de agua por metro cuadrado de área en proyección horizontal.
- Aerador por difusión de aire. Los tanques deben tener un período de retención de, por lo menos, cinco minutos, profundidad entre 2,5 y 4,0 m, y relación largor ancho mayor de 2. El aerador debe garantizar la introducción de 1,5 litros de aire por litro de agua a ser aerada, próxima al fondo del tanque y a lo largo de una de sus paredes laterales.
- Aerador mecánico. El tanque debe presentar un período de retención de, por lo menos, cinco minutos, profundidad máxima de 3,0 m, y relación largor ancho inferior a 2. El aerador mecánico debe garantizar la introducción de, por lo menos, 1,5 litros de aire por litro de agua a ser aerada.

5.3.3.2. En el caso de dimensionamiento conforme al numeral 5.3.3.1, la instalación debe ser por etapas; la primera servirá para definir las tasas reales de aplicación.

5.3.4. Las tomas de aire para aeración en tanques con aire difundido no pueden ser hechas en lugares que presenten impurezas atmosféricas perjudiciales al proceso de tratamiento. Deben estar protegidas con filtros o tela metálica de acero inoxidable o de latón y el sistema mecánico para la producción de aire no puede ser del tipo que disipe el aceite en el aire a ser comprimido.

5.4. SEDIMENTADORES SIN COAGULACIÓN PREVIA

5.4.1. Alcance

Establece las condiciones generales que deben cumplir los sedimentadores que no tienen coagulación previa.

5.4.2. Criterios de Diseño

- Las partículas en suspensión de tamaño superior a 1µm deben ser eliminadas en un porcentaje de 80 %. Este rendimiento debe ser comprobado mediante ensayos de simulación del proceso.
- La turbiedad máxima del efluente debe ser de 50 U.N.T. y preferentemente de 20 U.N.T.
- La velocidad de sedimentación deberá definirse en el ensayo de simulación del proceso.
- El período de retención debe calcularse en el ensayo de simulación del proceso y deberá considerarse un valor mínimo de 2 horas.
- La velocidad horizontal debe ser menor o igual a 0,55 cm/s. Este valor no debe superar la velocidad mínima de arrastre.
- La razón entre la velocidad horizontal del agua y la velocidad de sedimentación de las partículas deberá estar en el rango de 5 a 20.
- La profundidad de los tanques, al igual que para los desarenadores, debe variar de 1,5 a 3,0 m.
- La estructura de entrada debe comprender un vertedero a todo lo ancho de la unidad y una pantalla o cortina perforada (ver condiciones en el ítem 5.10.2.1, acápite i).
- La estructura de salida deberá reunir las condiciones indicadas en el ítem 5.10.2.1, acápite j.
- La longitud del tanque deberá ser de 2 a 5 veces su ancho en el caso de sedimentadores de flujo horizontal.
- Se deberá considerar en el diseño, el volumen de lodos producido, pudiéndose remover éstos por medios manuales, mecánicos o hidráulicos. La tasa de producción de lodos debe ser determinada en ensayos de laboratorio, o mediante estimaciones con el uso de criterios existentes que el proyectista deberá justificar ante la autoridad competente.
- El fondo del tanque debe tener una pendiente no menor de 3%.

5.5. PREFILTROS DE GRAVA

5.5.1. Alcance

Establece las condiciones generales que deben cumplir los prefiltros de grava como unidades de pretratamiento a los filtros lentos. Su uso se aplica cuando la calidad del agua supera las 50 UNT. Esta unidad puede reducir la turbiedad del efluente de los sedimentadores o sustituir a éstos.

5.5.2. Requisitos generales

5.5.2.1. Prefiltros verticales múltiples de flujo descendente

- Deberán diseñarse como mínimo dos unidades en paralelo.
- La turbiedad del agua cruda o sedimentada del afluente deberá ser inferior a 400 UNT.
- Deberá considerarse como mínimo tres compartimentos con una altura de grava de 0,50 m cada uno.
- El diámetro de la grava decreciente será de 4 cm y 1 cm, entre el primer y el último compartimiento. La grava debe ser preferentemente canto rodado.
- Las tasas de filtración deben variar entre 2 a 24 m³/(m².día), en razón directa al diámetro de la grava y a la turbiedad del afluente.
- La turbiedad del efluente de cada compartimiento se puede determinar por la ecuación:

$$TF = T_e \cdot e^{-0,00015 \cdot T_e \cdot a}$$

Donde:

TF = Turbiedad efluente (UNT)

T_e = Turbiedad afluente (UNT)

VF = Tasa de filtración (m/h)

- Debe diseñarse un sistema hidráulico de lavado de cada compartimento con tasas de 1 a 1,5 m/h.

5.5.2.2. Prefiltro vertical de flujo ascendente

- La turbiedad del agua cruda o sedimentada del afluente deberá ser inferior a 100 UNT.
- La tasa de filtración máxima es 24 m³/(m².día). Las tasas mayores deberán ser fundamentadas con estudios en unidades piloto. En estas condiciones se puede lograr hasta 80% de remoción total de partículas.



c) El lecho filtrante debe estar compuesto de 3 capas, dos de grava y una de arena de 0,30 m de espesor cada una.

d) El tamaño del material filtrante más grueso, en contacto con la capa soporte, debe variar entre 0,84 a 1,27 cm. El tamaño de material de la segunda capa será de 0,24 a 0,48 cm y finalmente la capa de arena gruesa en la superficie tendrá un diámetro variable entre 0,14 a 0,20 cm.

e) Para obtener una distribución uniforme del flujo, el drenaje debe estar conformado por troncos de cono invertidos con difusores llenos de grava de tamaño variable entre 1,0 y 3,8 cm.

f) El sistema de recolección debe estar conformado por tubos de 100 mm de diámetro (4"), con orificios de 12,5 mm (1/2"), ubicados a 0,40 m por encima del lecho filtrante.

g) Cualquier otra combinación de diámetros de material, tasas de velocidad y límites de turbiedad afluente, deberá ser fundamentada con ensayos en unidades piloto.

h) Debe diseñarse un sistema hidráulico de lavado de cada compartimiento, con tasas de lavado de 1 a 1,5 m³/m².

5.5.2.3. Prefiltro de flujo horizontal

a) La turbiedad del agua cruda o sedimentada del afluente deberá ser inferior a 300 UNT o, como máximo, de 400 UNT.

b) Deberá considerarse como mínimo 3 compartimientos.

c) El diámetro del material debe ser de 1 a 4 cm, y variará de mayor a menor tamaño en el sentido del flujo.

d) Las tasas de velocidad máximas deben variar entre 12 y 38 m³/(m².día). Las tasas mayores acortan las cámaras y reducen proporcionalmente la remoción de microorganismos. Con las características indicadas y con una tasa de 14 m³/(m².día) se obtienen eficiencias de remoción de coliformes fecales de hasta 99%.

e) La longitud del prefiltro puede variar entre 5 y 10 m. Cada tramo, con diferente granulometría de grava, debe estar confinado entre tabiques para facilitar el mantenimiento de la unidad. La longitud de cada compartimiento se puede determinar por la siguiente ecuación:

$$L = L_n \left(\frac{T_f}{L_n} \right)$$

Donde:

L = Longitud del compartimiento, m

T_f = Turbiedad del afluente, UNT

L_n = Módulo de impedimento, m⁻¹

f) Las condiciones diferentes a las indicadas deben ser fundamentadas con ensayos en unidades piloto.

g) Debe diseñarse un sistema hidráulico de lavado de cada compartimiento, con tasas de lavado de 1 a 1,5 m³/m².

5.6. FILTROS LENTOS DE ARENA

5.6.1. Alcance

Establece las condiciones generales que deben cumplir los filtros lentos convencionales de arena.

5.6.2. Requisitos generales

5.6.2.1. La turbiedad del agua cruda, sedimentada o prefiltrada del afluente deberá ser inferior a 50 UNT, se podrán aceptar picos de turbiedad no mayores de 100 UNT por pocas horas (no más de 4 horas).

5.6.2.2. Cuando la calidad de la fuente exceda los límites de turbiedad indicados en el ítem 5.6.2.1 y siempre que ésta se encuentre en suspensión, se deberá efectuar un tratamiento preliminar mediante sedimentación simple y/o prefiltración en grava, de acuerdo a los resultados del estudio de tratabilidad.

5.6.2.3. El valor máximo del color deberá ser de 30 unidades de la escala de platino-cobalto.

5.6.2.4. El filtro lento debe proyectarse para operar las 24 horas en forma continua, para que pueda mantenerse la eficiencia de remoción de microorganismos. La operación intermitente debilita al zooplácton responsable del me-

canismo biológico debido a la falta de nutrientes para su alimentación.

5.6.2.5. La tasa de filtración deberá estar comprendida entre 2 y 8 m³/(m².día).

a) Cuando el único proceso considerado sea el filtro lento, se adoptarán velocidades de 2 a 3 m³/(m².día).

b) Cuando las aguas procedan de lagunas, embalses o se esté considerando tratamiento preliminar (ítem 5.6.2.2), se podrán emplear tasas de hasta 5 a 8 m³/(m².día). El límite máximo sólo se deberá admitir cuando se puedan garantizar excelentes condiciones de operación y mantenimiento.

5.6.2.6. Se debe tener un mínimo de dos unidades, las que deberán estar interconectadas a través de la estructura de salida para que se pueda llenar en forma ascendente, después de cada operación de limpieza (raspado), por el filtro colindante en operación.

5.6.2.7. La estructura de entrada a la unidad debe considerarse:

a) Instalaciones para medir y regular el caudal en forma sencilla, mediante vertedero triangular o rectangular, antecedido de una válvula, o compuerta, para regular el flujo de ingreso y un aliviadero para eliminar excesos.

b) Un canal que distribuya equitativamente el caudal a todas las unidades.

c) Compuertas o válvulas para aislar las unidades.

5.6.2.8. Lecho filtrante

a) La grava se colocará en tres capas, la primera de 15 cm, con tamaños de 10 a 50 mm, seguida de dos capas de 5 cm de espesor cada una, con tamaños de 0,5 mm a 10 mm y de 3 mm a 0,5 mm, respectivamente. No debe colocarse grava en zonas cercanas a las paredes o a las columnas.

b) El espesor de la arena deberá ser de 80 a 100 cm. El valor mínimo considerado, después de raspados sucesivos durante la operación de limpieza, será de 50 cm.

c) El tamaño efectivo de la arena debe estar entre 0,2 a 0,3 mm, y el coeficiente de uniformidad no mayor de 3.

5.6.2.9. Caja de filtro

a) Los filtros podrán ser circulares o rectangulares y el área máxima deberá ser de 50 m² cuando la limpieza se efectúe en forma manual. Las paredes verticales o inclinadas y el acabado en el tramo en el que se localiza el lecho filtrante, debe ser rugoso para evitar cortocircuitos.

b) El sistema de drenaje, podrá ser:

b.1) Drenes formados por un colector principal y un número adecuado de ramales laterales. La pérdida de carga máxima en este sistema no deberá ser mayor que el 10% de la pérdida de carga en la arena, cuando ésta se encuentre con su altura mínima (50 cm) y limpia. Este sistema es apropiado para unidades de sección circular.

b.2) Canales formados por ladrillos colocados de canto y asentados con mortero, cubiertos encima con otros ladrillos colocados de plano (apoyados en su mayor superficie) y separados con ranuras de 2 cm, que drenan hacia un colector central. Con este tipo de drenaje se consigue una recolección uniforme del flujo en toda la sección y la pérdida de carga es prácticamente nula. Es apropiado para unidades de sección rectangular y cuadrada.

5.6.2.10. La altura máxima de agua en la caja de filtro deberá ser de 0,80 a 1,0 m.

5.6.2.11. La estructura de salida deberá estar conformada por:

a) Un vertedero de salida de agua filtrada, ubicado a 0,10 m por encima del nivel del lecho filtrante para evitar que la película biológica quede sin la protección de una capa de agua. Este vertedero descargará hacia una cámara de recepción de agua filtrada.

b) Un aliviadero para controlar el nivel máximo en la caja del filtro. Este vertedero, además, indicará el término de la cámara de filtración y el momento de iniciar la operación de raspado. Los filtros lentos pueden operar con nivel variable

sin menoscabo de su eficiencia. Este vertedero rebasará hacia una cámara de desagüe.

c) Una regla graduada dentro de la caja del filtro, haciendo coincidir el canto de la regla con el nivel del vertedero de salida para controlar la pérdida de carga. A medida que el nivel se incrementa se podrá leer conjuntamente la pérdida de carga inicial y la pérdida de carga por colmatación.

5.7. COAGULANTES Y SUSTANCIAS QUÍMICAS

5.7.1. Alcanos

Establece la determinación de la calidad y cantidad de coagulante requerida por el agua cruda, dosificación y almacenamiento.

5.7.2. Coagulantes empleados

5.7.2.1. Clase

El proyectista deberá sustentar ante la autoridad competente el coagulante a utilizar:

- Se determinará, para cada tipo de agua a tratar, mediante ensayos de laboratorio de pruebas de jaras.
- Se recomienda, en general, el uso de sales metálicas, especialmente compuestos de Al^{3+} o Fe^{3+} .

5.7.2.2. Cantidad

La cantidad de coagulante a dosificar será determinada mediante ensayos de laboratorio con el agua a tratar. Se recomienda, como el método más eficaz, el sistema de simulación del proceso de coagulación, denominado prueba de jaras.

Deberán determinarse las dosis máximas y mínimas a dosificar para dimensionar las instalaciones de dosificación, considerando los parámetros que optimicen el proceso (pH, alcalinidad, concentración, etc.).

Preferentemente, deberá elaborarse una correlación de dosis óptima versus turbiedad de agua cruda, la cual deberá incluirse en el manual de operación inicial.

5.7.2.3. Polielectrolitos

Se acepta el uso de polielectrolitos, siempre que el polímero elegido esté aceptado para su uso en agua potable, de acuerdo a las normas de la entidad competente y ante la ausencia de éstas, las normas internacionales.

5.7.3. Dosificación de coagulantes y otras sustancias químicas.

5.7.3.1. El coagulante siempre deberá ser agregado en solución.

5.7.3.2. El coagulante, antes de ser aplicado, deberá tener la concentración óptima necesaria para mejorar la eficiencia del proceso. Esta concentración se deberá seleccionar mediante ensayos de laboratorio. Cuando estos ensayos no hayan sido efectuados, la concentración empleada deberá ser de 1 a 2%.
5.7.3.3. En instalaciones grandes podrá aceptarse que las instalaciones de dosificación produzcan una solución de mayor concentración, pero en este caso deberá prevverse una inyección de agua en la tubería de conducción de la solución para diluirla a la concentración óptima, antes del punto de aplicación.

5.7.3.4. Deben considerarse dos tanques de preparación de solución para un período mínimo de operación de 8 horas, por cada sustancia que se requiera aplicar. Se debe considerar un agitador en cada tanque; en los tanques de preparación de la suspensión de cal, los agitadores deben poder operar en forma continua.

5.7.3.5. En cada tanque deberán considerarse instalaciones de ingreso de agua filtrada, salida de la solución, a una altura de por lo menos 10 cm del fondo, rebosa y desagüe. El fondo del tanque deberá tener una pendiente pronunciada hacia la salida de la tubería de desagüe.

5.7.3.6. Las tuberías de conducción de las soluciones pueden ser de acero inoxidable, mangueras de goma, plástico o PVC.

5.7.4. Dosificadores

5.7.4.1. Los equipos deberán seleccionarse con la suficiente flexibilidad para que estén en posibilidad de operar en condiciones extremas de dosificación que requiera la fuente. Estas condiciones extremas se definirán mediante la co-

relación mencionada en el ítem 5.7.2.2. El rango de operación deberá definirse dentro de los siguientes límites:

a) Rango máximo

Se determinará con la dosis máxima y el caudal máximo a tratar.

- Dosis máxima: correspondiente a la mayor turbiedad o color representativo de la época de lluvia.

- Caudal máximo: correspondiente al final del período de diseño.

b) Rango mínimo

Se determinará en función de la dosis mínima y el caudal de inicio de la primera etapa de diseño.

- Dosis mínima: correspondiente a la turbiedad o color mínimo que se presente en la fuente.

- Caudal mínimo: caudal correspondiente al inicio del período de diseño.

5.7.4.2. Tipo

a) Se utilizarán, preferentemente, sistemas de dosificación en solución por gravedad. Se utilizarán equipos de dosificación en seco, en sistemas grandes (> 1,0 m³/s) y sólo en poblaciones en donde se pueda garantizar suministro eléctrico confiable y suficientes recursos disponibles para su adecuada operación y mantenimiento.

b) En los dosificadores en seco (gravimétricos o volumétricos) el tanque de solución debe tener un período de retención mínimo de 5 a 10 min, cuando está operando con el rango máximo, para permitir una adecuada polimerización del coagulante, antes de su aplicación.

c) Los dosificadores en solución, preferentemente deberán ser de los que operan bajo el principio de orificio de carga constante. Este tipo de dosificador puede ser diseñado y fabricado localmente. Se deberá efectuar un cuidadoso control de la exactitud del sistema de graduación de la dosificación y de la calidad de los materiales que garanticen la duración del sistema en adecuadas condiciones de operación y mantenimiento.

d) Todos los tanques de solución y los dosificadores deben estar interconectados de manera que se pueda alternar el uso de tanques y dosificadores.

5.7.4.3. En todos los casos se considerará un mínimo de dos equipos. Si se emplean tomas de disolución, no será necesario tener unidades de reserva.

5.7.5. Almacenamiento

5.7.5.1. El almacén de los productos químicos debe tener capacidad para una reserva comprendida entre un mes y seis meses. Dependiendo de la ubicación y características de la planta, deberá contar además con facilidades para la carga y descarga de los productos.

5.7.5.2. En relación al almacén, deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

a) El área neta deberá ser calculada considerando el consumo promedio de la sustancia a almacenar.

b) El área del almacén deberá incluir un área de corredores perimetrales y centrales, para tener acceso a las diversas rumbas de material y poder programar su empleo, de acuerdo al orden de llegada, esto es, primero el más antiguo.

c) El nivel del piso del almacén debe estar por lo menos a 1 m por encima del nivel de la pista de acceso, para facilitar la descarga del material y protegerlo de las inundaciones. La puerta de entrada al almacén debe tener no menos de 1.8 m de ancho.

d) Las pilas de material deben colocarse sobre tarimas de madera.

e) Las ventanas sólo se ubicarán en la parte superior de los muros (ventanas altas).

f) Los almacenes de sustancias químicas deben proyectarse siempre en la primera planta, para no recargar las estructuras del edificio de operaciones de la casa de químicos. En el caso de utilización de dosificadores en seco, en que el ingreso a las tolvas puede estar ubicado en el segundo o tercer piso del edificio, considerar un montacargas y un área de almacenamiento para 24 horas, al lado de las bocas de cargas de las tolvas.

g) Cada sustancia química deberá tener un almacén especial o bien se deberá delimitar cada área con tabiques en un almacén común.

5.8. MEZCLA RÁPIDA

5.8.1. Alcance

Establece el tiempo, gradiente de velocidad de mezcla y forma de obtener una distribución uniforme y rápida del coagulante en toda la masa de agua.

5.8.2. Requisitos generales

5.8.2.1. Si las características topográficas e hidráulicas de la planta lo permiten, sólo deberán usarse dispositivos de mezcla hidráulicos. Cualquiera que sea el dispositivo elegido, se debe garantizar una mezcla completa y casi instantánea.

5.8.2.2. En mezcladoras de flujo a pistón, el cálculo hidráulico debe ser, en cada caso, el siguiente:

a) Seleccionar las características geométricas del tipo de unidad elegida: cancheta Parshall, plano inclinado (rampa), vertedero rectangular sin contracciones o triangular, dependiendo del caudal de diseño. La cancheta Parshall sólo se recomienda para caudales mayores de 200 l/s. Los vertederos rectangulares son recomendables para caudales menores a 100 l/s, y los triangulares para caudales menores a 50 l/s.

b) Comprobar si se cumplen las condiciones hidráulicas para que la mezcla sea adecuada:

- Número de Froude de 4,5 a 9 (salto estable). En caso de cancheta Parshall, el número de Froude es de 2 a 3 (salto no estable).
- Gradiente de velocidad de 700 a 1,300 s⁻¹.
- Tiempo de retención instantáneo de menos de 0,1 a 7 s como máximo.
- Modificar la geometría de la unidad hasta que se consigan condiciones de mezcla apropiadas. Los mezcladores del tipo de resalto hidráulico son ideales para aguas que mejormente coagulan por el mecanismo de adsorción.

5.8.2.3. En el caso de unidades del tipo de resalto hidráulico la aplicación del coagulante deberá distribuirse uniformemente a todo lo ancho del canal.

5.8.2.4. Para el uso de difusores en canales de relativa profundidad, éstos deben diseñarse de tal manera que el coagulante se distribuya en toda la sección de flujo. La reducción del área de paso provocada por el difusor, aumentará la velocidad y garantizará las condiciones de mezcla.

5.8.2.5. En los mezcladores mecánicos o retromezcladores, el coagulante debe inyectarse en dirección al agitador. Este tipo de unidades sólo debe usarse en plantas donde el agua coagula mayormente mediante el mecanismo de barrido, ya que en este caso lo más importante son las condiciones químicas de la coagulación (dosis óptima) y no las condiciones de mezcla. Estas unidades no son adecuadas para aguas que coagulan mediante el mecanismo de adsorción.

5.8.2.6. En el diseño de los retromezcladores debe tenerse en cuenta relaciones específicas entre las dimensiones del tanque y el agitador para reducir la formación de espacios muertos y cortocircuitos hidráulicos. Asimismo, es necesario considerar «baffles» o pantallas para evitar la formación de vórtices.

5.8.2.7. Los retromezcladores deberán tener un periodo de retención entre 30 y 45 segundos.

5.8.2.8. Las unidades de mezcla deberán ubicarse lo más cerca posible de la entrada de la unidad de floculación; deben evitarse los canales de interconexión largos.

5.8.2.9. La estructura de interconexión entre la mezcla rápida y el floculador (canal, orificio, vertedero, etc.) no debe producir un gradiente de velocidad mayor de 100 s⁻¹ ni menor que el del primer tramo del floculador.

5.8.2.10. Deben empalmarse correctamente las líneas de flujo entre la unidad de mezcla y el floculador (aplicar la ecuación de Bernoulli) para evitar represar el resalto en el mezclador o producir una caída brusca del nivel de agua en el floculador.

5.8.2.11. En los casos en los que se requiere aplicar un polímero como ayudante de coagulación, la aplicación debe ser inmediatamente posterior a la aplicación del coagulante de sal metálica y en un punto en el que tenga una intensidad

de agitación de 400 a 600 s⁻¹ para que se dispersen sin que se rompan las cadenas poliméricas.

5.8.2.12. El uso de cualquier otro dispositivo de mezcla, deberá ser justificado, tomando en cuenta el mecanismo mediante el cual coagule el agua (adsorción o barrido) y las condiciones de mezcla rápida.

5.8.2.13. En el caso de que la fuente tenga estacionalmente ambos comportamientos (adsorción y barrido) se diseñará la unidad para las condiciones más críticas, es decir, para las épocas de coagulación por adsorción.

5.9. FLOCULACIÓN

5.9.1. Alcance

Establece las condiciones generales que deben cumplir los floculadores.

5.9.2. Requisitos generales

5.9.2.1. En sistemas de más de 50 l/s de capacidad, los parámetros óptimos de diseño de la unidad, gradiente de velocidad (G) y tiempo de retención (T) deberán seleccionarse mediante simulaciones del proceso en el equipo de prueba de jarras.

5.9.2.2. Para cada tipo de agua deberá obtenerse la ecuación que relaciona los parámetros del proceso, que es de la forma $Gn.T=K$, donde (n) y (K) son específicos para cada fuente y sus variaciones.

5.9.2.3. En sistemas de menos de 50 l/s de capacidad, se puede considerar un rango de gradientes de velocidad de 70 a 20 s⁻¹ y un tiempo de retención promedio de 20 minutos.

5.9.2.4. Los gradientes de velocidad deberán disponerse en sentido decreciente, para acompañar el crecimiento y formación del floculo.

5.9.2.5. En todos los casos deberá diseñarse un sistema de desagüe que permita vaciar completamente la unidad.

5.9.3. Criterios para los floculadores hidráulicos de pantallas

a) Pueden ser de flujo horizontal o vertical. Las unidades de flujo horizontal son apropiadas para sistemas de menos de 50 l/s de capacidad; en sistemas por encima de este límite se deberán usar exclusivamente unidades de flujo vertical.

b) Las pantallas deberán ser removibles y se podrá considerar materiales como: tabiques de concreto prefabricados, madera machihembrada, fibra de vidrio, planchas de asbesto-cemento corrugadas o planas, etc.

En lugares de alto riesgo sísmico y en donde no exista garantía de adecuado nivel de operación y mantenimiento, deberá evitarse el uso de las planchas de asbesto-cemento.

5.9.3.1. Unidades de flujo horizontal

a) El ancho de las vueltas debe ser 1,5 veces el espacio entre pantallas.

b) El coeficiente de pérdida de carga en las vueltas (K) debe ser igual a 2.

c) El ancho de la unidad debe seleccionarse en función de que las pantallas en el último tramo se entrecrucen, por lo menos, en un 1/3 de su longitud.

d) Se debe diseñar con frentes de agua de 1 a 3 m, dependiendo del material de la pantalla.

5.9.3.2. Unidades de flujo vertical

a) La velocidad en los orificios de paso debe ser 2/3 de la velocidad en los canales verticales.

b) El gradiente de velocidad en los canales verticales debe ser de alrededor de 20 s⁻¹.

c) La profundidad debe seleccionarse de tal forma que las pantallas del último tramo se entrecrucen, por lo menos, en 1/3 de su altura.

d) La profundidad de la unidad es de 3 a 5 m. Se recomienda adoptar la misma altura del decantador para obtener una sola cimentación corrida y reducir el costo de las estructuras.

e) En la base de cada tabique que debe llegar hasta el fondo, se deberá dejar una abertura a todo lo ancho, equivalente al 5% del área horizontal de cada compartimiento. Esto evita la acumulación de lodos en el fondo y facilita el vaciado del tanque.

Se recomienda que los orificios de paso ocupen todo el ancho del compartimiento para evitar la formación de espacios muertos y cortocircuitos hidráulicos.

f) En todos los casos, el flujo debe ingresar y salir de la unidad mediante vertederos, para mantener constante el nivel de operación.

5.9.4. Criterios para los floculadores mecánicos

5.9.4.1. Esta alternativa solo se considerará en casos en que se garantice un buen nivel de operación y mantenimiento y suministro continuo de energía eléctrica, asimismo se debe tomar en cuenta lo indicado en 4.4.4 y 4.4.8 de la presente norma.

5.9.4.2. El tiempo de retención (T) deberá ser aquel que resulte de la prueba de jaras incrementado en 25 a 50%, dependiendo del número de cámaras seleccionadas. Cuando menos sea el número de compartimientos, mayor será este porcentaje.

5.9.4.3. Deberá haber un mínimo de cuatro cámaras en serie separadas por tabiques y con el ingreso de agua a todo lo ancho de la unidad.

5.9.4.4. Las aberturas de paso de una cámara a otra deben disponerse alternadamente, una arriba y otra abajo y a todo lo ancho de la cámara para evitar la formación de espacios muertos y cortocircuitos hidráulicos. El gradiente de velocidad en la abertura de paso deberá ser similar al del compartimiento al que está ingresando el flujo.

5.9.4.5. Los agitadores, en los floculadores mecánicos deberán tener sistemas de variación de velocidades.

5.9.4.6. En cámaras con agitadores de paletas de eje horizontal, la distancia entre los extremos de las paletas al fondo y paredes de las cámaras debe estar entre 15 y 30 cm, y la separación de paletas entre dos agitadores consecutivos debe ser de 50 cm como máximo.

5.9.4.7. En cámaras con agitadores de paletas de eje vertical, la distancia entre los extremos de las paletas y el muro debe ser no menor de 0,15 m y preferiblemente mayor de 0,30 m.

5.9.4.8. El área de las paletas debe estar entre 10 y 20% del área del plano de rotación de las paletas y la velocidad lineal del extremo de paletas o velocidad tangencial debe ser de 1,20 m/s en la primera cámara y menor de 0,6 m/s en la última cámara.

5.10. SEDIMENTACIÓN CON COAGULACIÓN PREVIA

5.10.1. Alcance

Establece las condiciones generales que deben cumplir los sedimentadores con coagulación previa o decantadores, usados para la separación de partículas floculentas. Estas unidades deben ubicarse contiguas a los floculadores.

5.10.2. Requisitos

5.10.2.1. Sedimentadores de flujo horizontal

a) Tasa superficial: la determinación de la tasa superficial deberá realizarse experimentalmente, simulando el proceso en el laboratorio.

b) Las tasas superficiales varían entre 15 y 60 m³/ (m².día), dependiendo del tamaño de las instalaciones, tipo de operación y tecnología adoptada.

c) Se debe tener presente que las condiciones de diseño de los sedimentadores dependerán también del tipo de filtros proyectados, por ello, la sedimentación y filtración deben proyectarse como procesos complementarios.

d) La velocidad media del flujo para el caudal máximo de diseño deberá ser inferior de 0,55 cm/s.

e) Período de retención y profundidad: deberá estar comprendido entre 1 ½ y 5 horas y las profundidades entre 3 y 5 m. En los sedimentadores con dispositivos para la remoción continua de lodo se considerará útil toda la profundidad. En los sedimentadores sujetos a limpieza periódica, se considerará una parte de la profundidad total como espacio destinado a la acumulación normal de lodos. Se recomienda que el volumen para el almacenamiento de lodos sea 10 a 20% del volumen del sedimentador.

f) Los sedimentadores serán de forma rectangular:

- La relación largo-ancho deberá estar entre 2 a 1 y 5 a 1.
- La relación largo-profundidad deberá estar entre 5 a 1 y 20 a 1.

g) Se deberá adoptar un mínimo de dos unidades, de tal manera que cuando se suspenda de operación una, se pueda seguir operando con la otra. En el diseño se debe tener en cuenta que cuando una unidad sale de operación, los remanentes deben operar con la tasa de diseño seleccionada.

h) Los conductos o canales de agua floculada deben asegurar una distribución uniforme del flujo a los diversos sedimentadores sin cortocircuitos hidráulicos. En una estructura de distribución se aceptará como máximo una desviación de 5% en el reparto de caudales.

i) Estructura de entrada

- La estructura de entrada a los sedimentadores debe estar conformada por un vertedero sin contracciones a todo lo ancho de la unidad, seguido de un tabique difusor o cortina perforada para proporcionar una distribución uniforme del flujo en toda la sección.

- La cortina difusora debe estar ubicada a una distancia no menor de 0,80 m del vertedero de entrada.

- La cortina difusora deberá tener el mayor número posible de orificios uniformemente espaciados en todo el ancho y la altura útil del decantador; la distancia entre orificios debe ser igual o inferior de 0,50 m y de preferencia deben tener forma circular y aboquillados.

- El gradiente de velocidad en los orificios no debe ser mayor de 20s⁻¹.

- Cuando la unidad no tiene remoción mecánica de lodos, los orificios más bajos deberán quedar a 1/4 ó 1/5 de la altura sobre el fondo; los orificios más altos deberán quedar a 1/5 ó 1/6 de la altura de la unidad con respecto a la superficie del agua para evitar se produzca un cortocircuito hidráulico con el vertedero de salida.

j) Sistemas de recolección del agua sedimentada

Pueden estar conformados por vertederos, canales y tubos con orificios.

- La estructura de salida o sistema de recolección no debe sobrepasar el tercio final de la unidad.

- Los bordes de los vertederos podrán ser lisos o dentados y ajustables o removibles.

- Las canales tienen por objeto incrementar la longitud de recolección. Pueden colocarse transversal o perpendicularmente al flujo. Sus bordes pueden ser lisos, dentados o con orificios.

- En lugares donde el viento pueda provocar corrientes preferenciales de flujo, se recomienda la colocación de tabiques deflectores del viento que penetren a poca profundidad dentro del agua. Su ubicación y distribución debe permitir la recolección uniforme por la estructura de salida.

- El sistema de recolección deberá tener una longitud tal que la tasa de recolección esté comprendida entre 1,3 a 3 l/s por metro lineal de sistema de recolección.

- En casos de floculos de turbiedad se recomienda una tasa máxima de 2 l/s por metro lineal.

- Para casos de floculos de color se recomienda una tasa máxima de 1.5 l/s por metro lineal.

k) Sistema de acumulación y extracción de lodos

En los sistemas de limpieza intermitentes, en los que la unidad se retira del servicio para efectuar la operación en forma manual, se deberá tener en cuenta los siguientes criterios:

- La capacidad de los tolvas debe determinarse en función al volumen de lodo producido y la frecuencia de limpieza. La tasa de lodo producido se debe determinar en el laboratorio, mediante las turbiedades máximas y mínimas que se dan en la fuente. Se realizará una prueba de sedimentación y se medirá el volumen de lodos producido en cada caso.

- El tiempo de retención de la tolva depende de la frecuencia de limpieza y de la temperatura local. En climas fríos se puede almacenar el lodo de dos a tres meses sin que adquiera condiciones sépticas; en climas cálidos puede ser de hasta tres días como máximo, dependiendo de la temperatura. Esta circunstancia establece limitación del uso de estas unidades en zonas de climas cálidos, para unidades de limpieza manual, debido a que los períodos de limpieza serían cortos.

- La pendiente de las tolvas en la zona de salida debe ser de 45° a 60°.

- El punto de salida de la tolva debe ubicarse al tercio inicial del decantador que es donde se debe producir la mayor acumulación de lodos.

- En la remoción continua por medios mecánicos, las dimensiones finales y la inclinación del fondo deberán respetar las especificaciones de los fabricantes de equipos.

- Debe incluirse un dispositivo de lavado con agua a presión; los chorros deben atravesar el decantador en su menor dimensión.

- Podrá hacerse la remoción de lodos por medios hidráulicos, mediante descargas hidráulicas periódicas.

- La pérdida de agua por fangos no deberá ser superior a 1% del agua tratada.

- El diámetro mínimo de las válvulas de accionamiento de las descargas de lodo deberá ser de 150 mm.

5.10.2.2. Sedimentadores de alta tasa

a) Clarificadores de contacto

- Este tipo de unidades solo se considerará para casos en que se garantice un buen nivel de operación y mantenimiento y para aguas con turbiedad alta (100 – 500 UNT) la mayor parte del tiempo, esto con el propósito de garantizar la formación del manto de lodos. Asimismo se deberá tener en cuenta lo indicado en 4.4.4 y 4.4.8 de la presente norma.

- Se adoptarán tasas superficiales entre 80 y 120 m³/ (m².dia), las que corresponden a velocidades entre 4 y 8 cm/mín.

- El período de retención deberá ser de 1 a 2 horas.

- La forma de estas unidades es cuadrada, rectangular o circular.

- En la entrada: deberán colocarse elementos que permitan producir un ascenso uniforme del flujo y evitar chorros que puedan atravesar el manto de lodos y crear turbulencias.

- La recolección del flujo de agua decantada deberá ser uniforme, esto se puede conseguir mediante canales perimetrales o centrales, redes de canaletas (con bordes lisos o dentados), tuberías perforadas, orificios, etc.

- La remoción de lodos se podrá hacer de forma manual o automática. La unidad debe tener concentradores de lodos donde se ubicará la tubería de descarga. La pérdida de agua por fangos no debe ser superior de 2% del agua tratada.

b) Sedimentadores de placas o tubulares

- Tasa superficial. La tasa de aplicación a los decantadores se determinará en función de la velocidad de sedimentación de las partículas que deben ser removidas, según la relación:

$$V_s = Q / (fA)$$

Donde:

V_s = Velocidad de sedimentación en m/s

Q = Caudal que pasa por la unidad en m³/s

A = Área superficial útil de la zona de decantación en m².

f = Factor de área, adimensional.

El factor de área para unidades de flujo ascendente está determinado por la expresión:

$$f = [\sin^2(\theta) + L \cos^2(\theta)] / S$$

Donde:

θ = ángulo de inclinación de las placas o tubos en grados.

L = Longitud relativa del módulo, mayor o igual a 12, adimensional ($L = l/a$ ó $L = l/d$).

l = Largo del elemento tubular o de placa, en m.

d = Diámetro interno de los elementos tubulares, en m.

a = Espaciamiento normal entre placas paralelas sucesivas, en m.

S = Factor de eficiencia (1,0 para placas planas paralelas, 4/3 para tubos circulares y 11/8 para tubos cuadrados), adimensional.

- La velocidad de sedimentación debe ser determinada mediante ensayos de laboratorio con el criterio que el efluente producido no tenga más de 2 UNT.

- La velocidad longitudinal máxima del flujo se calculará por $Vo = (NR / 8)^{1/4}$ vs., donde NR : número de Reynolds.

- El NR entre placas tendrá un valor máximo de 500.

- La unidad puede tener forma rectangular o cuadrada.

- Los módulos de sedimentación deberán ser de materiales que resistan largo tiempo bajo el agua y de bajo costo unitario.

• Los módulos de placas podrán ser de asbesto-cemento, plástico o tela de polietileno.

• En lugares de alto riesgo sísmico y donde no exista garantía de un adecuado nivel de operación y mantenimiento, deberá evitarse el uso de planchas de asbesto cemento.

• Las placas de asbesto-cemento pueden usarse en su dimensión de 2,44 m de ancho por 1,22 de alto. Se podrá emplear espesores de 8 y 8 mm, siempre y cuando hayan sido fabricados con fibra de asbesto larga. En este caso, se debe considerar un apoyo central, además de los laterales.

• Las placas de asbesto están expuestas a la corrosión en todos los casos en que el cemento Portland es atacado y, en términos generales, cuando en el agua :

I.- el pH es menor de 8.

II.- El contenido de CO₂ libre es mayor de 3,5 mg/l.

III.- El contenido de sulfato como SO₄, es mayor de 1500 mg/l.

La intensidad de la corrosión depende de cuánto se excedan estos límites, de la temperatura y de la presencia de otros iones. En estos casos deberá usarse otro material o se deberá proteger con una resina epóxica.

• Deberá darse preferencia al empleo de placas planas paralelas, con las que se consigue mayor longitud relativa y, por lo tanto, mayor eficiencia.

• También se podrá emplear lonas de vinilo reforzadas con hilos de poliéster (kp 500), de 0,57 mm de espesor; las lonas se cortarán en segmentos del ancho del tanque y 1,20 m de altura. Cada lona tendrá basta vulcanizada en sus cuatro lados y refuerzos en los laterales y parte inferior. Para el montaje de las lonas solicitar las recomendaciones del proveedor de tal manera que las lonas se instalen inclinadas a 60° y queden sumergidas bajo 1 m de agua.

- Los módulos de decantación deberán estar inclinados a 60° con respecto a la horizontal.

- El flujo de agua floculada debe distribuirse uniformemente entre los módulos mediante canales y tuberías diseñados con los criterios específicos de distribución uniforme.

- La entrada de agua a los elementos tubulares o de placas inclinadas debe hacerse mediante orificios en canales longitudinales para asegurar una distribución uniforme del agua en toda el área superficial del decantador.

- El ángulo de inclinación de las celdas debe ser de 60° para permitir el desluzamiento de lodos hacia el fondo.

- La distancia entre placas está en función de la velocidad del agua entre ellas, de manera que no sea mayor que la velocidad longitudinal máxima aceptable ($Vo = (NR / 8)^{1/4}$ Vs., donde NR : número de Reynolds).

- Para evitar alteraciones del flujo y armate de floculos, se recomienda que la altura mínima del agua sobre las placas sea de 0,85 m. Esta altura mínima sólo será aceptada si se está transformando un decantador convencional a uno tubular o de placas. En unidades nuevas se debe considerar 1,0 m.

- La recolección del agua decantada puede efectuarse mediante tubos con perforaciones o canaletas instaladas para conseguir una extracción uniforme.

- Las canaletas de recolección de agua decantada deben proporcionar un escurrimiento superficial libre. Los bordes de las canaletas deberán ser perfectamente horizontales para que la tasa de recolección sea uniforme; esto se consigue mediante vertederos removibles con láminas sobrepuestas ajustables que pueden ser niveladas durante la operación de puesta en marcha de la unidad. La colocación de estas láminas debe impedir el paso de agua en las juntas con la canaleta.

- El nivel máximo del agua en el interior de la canaleta de colección debe situarse a una distancia mínima de 10 cm, debajo del borde del vertedero.

- Los tubos perforados sumergidos deben ser diseñados con criterios de colección equitativa. Los orificios deben ubicarse en la parte superior de los tubos con una carga mínima de 10 cm. Los tubos deberán ser removibles para que puedan ser nivelados y extraídos con facilidad.

- El rango de las tasas de recolección varía entre 1,3 y 3,0 l/s.m. El criterio para seleccionar la tasa adecuada es

basa en la calidad del floculo; para floculos livianos (de color) y pequeños se recomienda el límite inferior del rango.

- La distancia entre las canales o tubos de recolección no debe ser superior a dos veces la altura libre del agua sobre los elementos tubulares o sobre la zona de lodos en los decantadores de flujo vertical.

- La remoción de los lodos decantados deberá efectuarse en forma hidráulica. Esto exige que el fondo del decantador sea inclinado con un ángulo superior a 50°, para formar un pazo en forma de tronco de pirámide o de cono invertido, en cuyo extremo inferior debe situarse una abertura de descarga.

- En unidades de más de 5 m de longitud deberán considerarse varias tovas unidas por un colector diseñado con criterios de colección equitativa.

- Las válvulas de descarga deben situarse en lugares de fácil acceso para su mantenimiento.

- La descarga, cuando sea automática, debe tener un dispositivo que permite ajustar su tiempo de funcionamiento a las exigencias operacionales.

- Las tuberías para descarga de lodo deben ser diseñadas como múltiples de colección uniforme, con tovas separadas:

• El diámetro (d) de los orificios de descarga se debe calcular con la siguiente expresión:

$$d = \frac{x}{1.162 \sqrt{\frac{H}{V_v}}}$$

Donde:

x : separación entre orificios de salida en (m) depende del número de tovas y de las dimensiones de las mismas.

H : carga hidráulica en (m).

V_v : Velocidad de arrastre de lodo.

La velocidad mínima de arrastre en los puntos más alejados debe ser del orden de 1 a 3 cm/s.

• El diámetro del colector de lodos (D) se determina mediante la siguiente expresión:

$$D = \frac{d}{\sqrt{\frac{R}{N}}}$$

Donde:

R : relación de velocidades entre el colector y los orificios de descarga para obtener colección uniforme.

N : número de orificios o de tovas.

- Debe preverse el destino final de los lodos, teniendo en cuenta disposiciones legales y aspectos económicos.

- Eficiencia

La turbiedad del agua clarificada deberá ser menor o igual a 2 UNT.

5.11. FILTRACIÓN RÁPIDA

5.11.1. Alcance

Establece las condiciones generales que deben cumplir los filtros rápidos.

5.11.2. Requisitos

5.11.2.1. Número de unidades

El número de unidades de filtración se determinará mediante un estudio económico o condiciones especiales del proyecto. El número mínimo será de dos unidades.

5.11.2.2. Dimensiones de las unidades filtrantes.

a) Profundidad

Será una función de las alturas del sistema de drenaje del medio de soporte y medio filtrante, de la altura de agua sobre el medio filtrante y de la altura de borde libre. La altura de agua sobre el lecho filtrante es variable y depende del tipo de operación del filtro.

b) Largo y ancho

La relación largo-ancho será determinada por un estudio económico o por las condiciones especiales del proyecto.

5.11.2.3. Filtros rápidos convencionales con lecho filtrante de un solo material.

a) La tasa de filtración deberá fijarse idealmente en una planta de filtros piloto, de acuerdo al tamaño del material empleado y a la profundidad del lecho.

b) Los valores de la tasa de filtración se encuentran entre los siguientes límites:

- Mínima : 75 m³/(m².dia)
- Máxima : 300 m³/(m².dia)
- Normal : 120 - 150 m³/(m².dia)

c) Capa soporte del medio filtrante:

- La granulometría y el espesor de la grava dependen del tipo de drenaje. Para drenajes diferentes a las viguetas prefabricadas, ver las recomendaciones del proveedor.

- Para el caso de viguetas prefabricadas respetar la siguiente granulometría:

Subcapada	Espesor (mm)	Tamaño (mm)
1 (Fondo)	10-15	25.4-50 1°-2°
2	7.5-10	12.7-25.4 3°-1°
3	7.5-10	6.4-12.7 3°-3°
4	7.5-10	3.2-6.4 18°-3°
5 (Superficie)	7.5-10	1.7-3.2 116°-18°

- En cuanto a las condiciones físicas a cumplir por la grava, se tienen las siguientes:

• Debe ser obtenida de una fuente que suministre piedras duras, redondeadas, con un peso específico no menor de 3,5 (no más de 1% puede tener menos de 2,25 de peso específico).

• La grava no deberá contener más de 2% en peso de piedras aplastadas, alargadas o finas, en las que la mayor dimensión excede en tres veces la menor dimensión.

• Deberá estar libre de arcilla, mica, arena, limo o impurezas orgánicas de cualquier clase.

• La solubilidad en HCl al 40% debe ser menor de 5%.

• La porosidad de cada subcapa debe estar entre 35 y 45%.

d) Medios filtrantes

- La arena debe cumplir con las siguientes especificaciones:

• El material laminar o micáceo debe ser menor de 1%.

• Las pérdidas por ignición deben ser menores de 0,7%.

• La arena debe ser material silíceo de granos duros (7 en la escala de Moh), libre de arcilla, limo, polvo o materia orgánica.

• La solubilidad en HCl al 40% durante 24 horas debe ser <5%.

• El peso específico debe ser mayor de 2,6.

- El espesor y características granulométricas del medio filtrante deberán ser determinados mediante ensayos en filtros piloto. Los valores se encuentran entre los siguientes límites: espesor 0,80 a 0,75 m, tamaño efectivo entre 0,5 a 0,8 mm, tamaño mínimo 0,42 mm y máximo 1,17 a 1,41 mm.

El coeficiente de uniformidad en todos los casos debe ser menor o igual a 1,5.

- Cuando el filtro funcione parcial o permanentemente con filtración directa, la granulometría del material deberá ser más gruesa. El tamaño efectivo del material podrá ser de 0,7 mm, el tamaño mínimo de 0,5 a 0,8 mm, y el tamaño máximo de 1,68 a 2,0 mm y el espesor de 0,8 a 1,0 m.

- La arena deberá reunir las siguientes condiciones :

• Dureza mayor de 3 en la escala de Moh.

• Peso específico mayor de 1,55

• Contenido de carbón libre mayor del 85% en peso.

• La solubilidad en HCl al 40% en 24 horas debe ser menor de 2%.

• En una solución al 1% de NaOH no debe perderse más de 2% del material.

- Otros medios filtrantes

• Podrán usarse otros medios filtrantes, siempre que se justifique con estudios experimentales.



5.11.2.4. Filtros rápidos con lechos mltos y mltiples

a) Tasa de filtración
Deberá fijarse de acuerdo al tamaño del material empleado y profundidad del lecho, preferentemente mediante ensayos en filtros piloto. Estos valores se encuentran entre los siguientes límites:

Mínima	:	180 m ³ /(m ² .día) (1)
Máxima	:	300 m ³ /(m ² .día) (2)
Normal	:	200 - 240 m ³ /(m ² .día) (3)

(1) Material fino y bajo nivel de operación y mantenimiento
(2) Material grueso y condiciones excepcionales de operación y mantenimiento.

(3) Material grueso y condiciones normales de operación y mantenimiento.

b) Capa soporte del medio filtrante
Depende del tipo de drenaje empleado y deberá cumplir las especificaciones indicadas en 5.11.2.3.

c) Medios filtrantes

- Arena

→ El tipo de arena a usar, su tamaño efectivo y coeficiente de uniformidad deberán ser los indicados en el ítem 5.11.2.3, acápite d, el espesor de la capa de arena deberá ser de 1/3 del espesor total del lecho.

- Antracita

→ Las características físicas del material deberán ser las indicadas en el ítem 5.11.2.3 acápite d.

→ La granulometría deberá seleccionarse de acuerdo al tamaño efectivo de la arena, de tal forma que no se produzca un grado de intermezcla mayor de 3. Para que esto se cumpla, el tamaño correspondiente al D_{75} de la antracita debe ser el triple del tamaño efectivo de la arena.

→ El espesor deberá ser 2/3 de la altura total del lecho filtrante, puede variar entre 0,50 y 1,0 m.

→ Las características físicas deberán ser determinadas, preferentemente, en ensayos en filtros piloto; los rangos usuales se encuentran entre los siguientes valores: espesor mínimo de 0,45 m, tamaño efectivo de 0,75 a 0,9 mm, tamaño mínimo de 0,50 mm, tamaño máximo 2,38 mm y coeficiente de uniformidad menor o igual a 1,5.

- Otros medios filtrantes

Podrán usarse otros medios filtrantes, siempre que se justifiquen mediante estudios en filtros piloto.

d) Sistema de lavado

- El lavado se podrá realizar con agua filtrada, o con agua que cumple las condiciones físicas, químicas y bacteriológicas del agua potable.

- Se aceptarán los siguientes sistemas:

- Con flujo ascendente solo o retrolavado con agua.
- Retrolavado y lavado superficial.
- Retrolavado y lavado con aire.

- La cantidad de agua usada en el lavado no deberá sobrepasar el 3,5% del agua filtrada producida.

- La expansión del lecho filtrante cuando sólo se lava con agua, deberá encontrarse entre los siguientes límites:

- Mínima : 10% (sólo para el material más grueso).
- Máxima : 50%
- Promedio : 25 a 30%.

- Tasa de lavado

→ Sólo con flujo ascendente:

Tasa de retrolavado: 0,8 a 1,2 m/min

→ Con retrolavado y lavado superficial:

Tasa de retrolavado: 0,8 a 1,2 m/min
Tasas de lavado superficial:

→ Con brazos giséricos: 0,5 a 1,4 l/(s.m²) a una presión de 30 - 40 m de columna de agua.

- + Con rociadores fijos: 1,4 a 2,7 l/(s.m²) presiones de 15 a 30 m de columna de agua.
- + Con retrolavado y lavado con aire:

Tasa de lavado: 0,3 a 0,8 m/min para producir una expansión de 10%.

Tasa de aire comprimido: 0,8 a 0,9 m/min.

- Métodos para aplicar el agua de lavado
Las aguas de lavado podrán provenir de:

Tanque elevado

+ Deberá tener una capacidad suficiente para lavar consecutivamente dos unidades, por un periodo de 8 minutos a las máximas tasas de lavado previstas.

+ Ubicación del tanque. La altura del tanque sobre el nivel del lecho filtrante se calculará teniendo en cuenta que el caudal de diseño debe llegar hasta el borde superior de la canalleta de lavado, por lo cual, deberán considerarse todas las pérdidas de carga sobre ésta y el tanque.

+ En el caso de lavados con flujo ascendente y lavado superficial, la mayor presión que se necesita para este último, podrá darse con equipos de bombeo adicionales, sistemas hidráulicos u otros.

+ El equipo de bombeo deberá tener la capacidad adecuada para asegurar el suministro oportuno del volumen de agua que se necesita para hacer los lavados que se requieran por día.

+ El tanque deberá estar provisto de un sistema automático de control de niveles y sistema de rebosa y desagüe.

Sistema de bombeo directo

+ Este sistema es muy vulnerable cuando las condiciones de operación y mantenimiento no son adecuadas y como la eficiencia de los filtros depende de las bondades del sistema de lavado, no se deberá considerar este tipo de solución cuando existan condiciones desfavorables.

+ El lavado se hará por inyección directa de agua bombeada desde un tanque enterrado o cisterna. Deberá considerarse en forma especial las condiciones de golpe de ariete, caudal y altura dinámica de las bombas.

+ Deberán considerarse por lo menos dos bombas, cada una de ellas tendrá capacidad para bombear la totalidad del caudal de lavado, con una carga hidráulica mínima, considerando las pérdidas de carga hasta el borde superior de la canalleta de lavado.

+ Las bombas seleccionadas deberán adecuarse a las tasas de lavado mediante el uso de dispositivos reguladores de presión y caudal.

Lavado con flujo proveniente de las otras unidades

+ Para aplicar este sistema de lavado, los filtros deben agruparse en baterías con un número mínimo de 4 unidades.

+ La presión de lavado será función de una carga hidráulica regulable mediante un veredero, para mantener el medio granular con una expansión entre 25 y 30%.

+ La carga hidráulica de lavado se determina mediante la pérdida de carga total durante esta operación, la cual depende del peso de los granos de arena y/o antracita y éste, a su vez, de la granulometría del material considerado, tipo de drenajes, etc y puede variar de 0,80 a 1,20 m, según el tamaño del material considerado. Esta pérdida de carga será calculada para cada caso utilizando los métodos disponibles.

+ La sección de cada filtro debe ser tal, que al pasar por ésta el caudal de diseño de la batería, se produzca la velocidad de lavado requerida para la expansión del medio filtrante.

+ El número de filtros depende de la relación entre la tasa de filtración (VF) y la velocidad de lavado (VL).

+ Es necesario que todos los filtros estén interconectados, ya sea mediante un canal lateral o a través del fondo.

Sistemas de recolección del agua de lavado

En el sistema de canal principal y canaletas laterales deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- + La distancia entre los bordes de dos canaletas contiguas no debe exceder de 2,1m.

- + La distancia máxima del desplazamiento del agua no deberá exceder de 1,05 m.
- + En unidades pequeñas en las que no se superen las condiciones anteriores, pueden omitirse las canaletas laterales.
- + El fondo de las canaletas deberá estar, por lo menos, 5 a 10 cm sobre el lecho filtrante expandido en su elevación máxima.
- + Capacidad de descarga de las canaletas
- + Deberá calcularse para la velocidad máxima del lavado previsto, considerando 50% de sobrecarga.
- + Nivel de carga en las canaletas
- + El borde libre mínimo en la canaleta debe ser de 0,10 m.

- Dependiendo del tamaño de la planta, podrá justificarse un sistema de recuperación de agua de lavado.

e) Sistema de drenaje

- Diseño

Deberá recoger el agua filtrada y distribuir el agua de lavado en la forma más uniforme posible, para ello es necesario que el agua ingrese a todo lo ancho del filtro, no se permitirá el ingreso concentrado en un punto, ya que favorece diferencias extremas en la distribución, y por tanto, en la expansión del lecho filtrante.

- Tipo de sistema

Se deberá seleccionar sistemas confiables, resistentes, eficientes, que puedan ser construidos localmente, sean económicos y que logren una uniforme distribución del flujo en el lecho filtrante, aceptándose una desviación menor o igual a 5%. Esto se logra cuando:

$$\frac{vA_c}{A_n} \leq 0,46$$

Donde:

A_n : sección transversal del falso fondo

A_c : sección de los orificios de distribución del drenaje.

n : número de orificios del sistema.

f) Sistemas de control de los filtros

El sistema de control de los filtros dependerá de la forma de operación de los mismos. Los filtros deben diseñarse para operar con tasa declinante para lograr mayor eficiencia, facilidad de operación y menor costo de operación del sistema. Podrá usarse tasa constante previa justificación y tomando en cuenta lo indicado en 4.4.4 y 4.4.5 de la presente norma.

- Tasa declinante de filtración

Los filtros con tasa declinante se controlan mediante vertederos. La operación será automática, y con las siguientes condiciones:

- + Los Ingresos de agua sedimentada a los filtros deben:

- Estar situados en un canal o conducto de interconexión.
- Tener secciones iguales.
- Estar ubicados por debajo del nivel mínimo de operación.

+ Carga hidráulica disponible en la instalación

La carga hidráulica se considerará por encima del nivel del vertedero de salida de la batería de filtros.

La carga hidráulica se calculará de tal manera que al iniciar la cámara un filtro recién lavado, la tasa de filtración no exceda de 1,5 veces la tasa promedio de diseño.

Esta carga decrece al incrementarse el número de filtros de la batería.

Puede variar de 0,50 m para 4 filtros a 0,20 m para 8. Deberá presentarse el cálculo de esta carga, pudiendo utilizar programas de cómputo disponibles.

Deberá considerarse un aliviadero regulable en el canal de distribución de agua sedimentada para limitar la carga hidráulica.

+ El proyecto deberá incluir en el instructivo de arranque los procedimientos para la instalación de la tasa declinante durante la operación inicial.

- Medidor de pérdida de carga

En cada unidad deberá colocarse un medidor de pérdida de carga, el que podrá consistir de un piezómetro en decli-

metros. Se recomienda tener alarma visual o acústica cuando la pérdida exceda de un máximo preestablecido.

Los filtros de tasa declinante no requieren medidor de pérdida de carga, esto se puede determinar visualmente y su límite máximo debe estar limitado por un aliviadero regulable en el canal de distribución de agua sedimentada. Los filtros de tasa constante requieren un medidor de pérdida de carga en cada una de las unidades.

- Válvulas

+ Las válvulas o compuertas requeridas para cada unidad filtrante serán las que correspondan al diseño adoptado. Las válvulas de accionamiento frecuente deberán ser tipo mariposa, sobre todo cuando la operación es manual.

+ Operación

El accionamiento de las válvulas o compuertas podrá ser manual, neumático o hidráulico, o una combinación de estos medios, dependiendo del tamaño de las instalaciones y de los recursos disponibles para la operación y mantenimiento. Para todos los casos de accionamiento se deberá contar con la alternativa de operación manual.

+ Dispositivo de seguridad

En caso de accionamiento no manual, se deberá contar con dispositivos de seguridad para evitar cualquier maniobra inadecuada en el manejo de los filtros.

+ Velocidades

Las velocidades máximas en las válvulas o compuertas deberán ser:

Agua decantada (afuente)	...	1,0 m/s
Agua filtrada (afuente)	...	1,8 m/s
Agua de lavado	...	1,5 m/s

5.12. DESINFECCIÓN

5.12.1. Alcance

Establece las condiciones de aplicación del cloro como agente desinfectante para el agua, su dosificación y extracción de los cilindros.

5.12.2. Requisitos

5.12.2.1. Demanda de cloro

Deberá determinarse por los ensayos correspondientes.

5.12.2.2. Cloro residual

El efluente de la planta deberá tener por lo menos 1 ppm de cloro residual o al necesario para que en el punto más alejado de la red exista no menos de 0,2 ppm. En las localidades en las que exista endemias de enfermedades diarreicas como el cólera, el residual en los puntos más alejados deberá ser de 0,5 ppm.

5.12.2.3. Tiempo de contacto

Se aceptará como mínimo entre 5 a 10 minutos. Siendo deseable un tiempo total de contacto de 30 minutos.

5.12.2.4. Cloraciones

En todos los casos se considerará un mínimo de dos unidades para que estén en posibilidad de operar bajo condiciones extremas de dosificación.

- De alimentación directa

La presión máxima en el punto de aplicación no debe exceder de 1,0 kg/cm² (15 lbs/pulg²). Su operación es poco confiable y solo deberá considerarse cuando no se disponga de energía eléctrica o líneas de agua a presión.

- De aplicación en solución al vacío

El agua de dilución debe aplicarse a una presión suficiente para vencer las pérdidas de carga de la tubería, pérdida de carga en el inyector y la contrapresión en el punto de aplicación. La concentración de la solución de cloro no será mayor de 3500 mg/l de cloro.

5.12.2.5. Extracción de cloro en cilindros

La extracción máxima de cloro para cilindros de 88 kg y 1000 kg es de 16 kg/día y 180 kg/día, respectivamente.

5.12.2.6. Compuestos de cloro

a) Hipocloritos

Se podrán utilizar como desinfectante los compuestos de cloro tales como el hipoclorito de calcio y el hipoclorito de sodio.

b) Hipocloradores

Estos productos siempre se aplicarán en solución. Se utilizará preferentemente dosificadores de orificio de carga constante, para que estén en posibilidad de operar bajo condiciones extremas de dosificación.

5.12.2.7. Requerimientos de instalación**a) Tuberías que conducen gas cloro**

Pueden utilizarse tuberías de acero, cobre o materiales plásticos resistentes a la acción química del cloro gas seco.

b) Tuberías de conducción de soluciones cloradas

Se utilizará tuberías resistentes a la acción corrosiva del cloro gas húmedo o soluciones de hipoclorito. Esta recomendación incluye a los accesorios, válvulas y difusores que se encuentran en esta línea. Pueden ser de PVC, teflón u otro material recomendado por el Instituto del Cloro.

5.12.2.8. Manipulación y almacenamiento de cloro gas y compuestos de cloro**a) Manipulación**

- Los cilindros de hasta 68 kg deben moverse con un carrito de mano bien balanceado y una cadena protectora de seguridad tanto para cilindros llenos como vacíos.
- Los cilindros de una tonelada deben manipularse con grúa de por lo menos dos toneladas de capacidad. Este sistema debe permitir la transferencia del cilindro desde la plataforma del vehículo de transporte hasta la zona de almacenamiento y de utilización.

b) Almacenamiento

- El tiempo de almacenamiento será el necesario para cubrir el lapso desde que se efectúa el pedido hasta que los cilindros llegan al almacén.
- Los cilindros de 68 Kg deben almacenarse y operarse en posición vertical, excepto los de una tonelada de capacidad.
- El nivel de ingreso al almacén debe coincidir con el nivel de la plataforma del vehículo de transporte de cilindros y el ambiente debe estar ventilado y protegido de los rayos solares.
- El sistema de ventilación debe estar ubicado en la parte baja de los muros. Puede considerarse para este efecto muros de ladrillo hueco o mallas de alambre.
- Si no hay una buena ventilación natural hay que considerar el uso de medios mecánicos de extracción del aire. También deberá utilizarse esta solución en casos existen instalaciones cercanas que puedan ser afectadas.

5.12.2.9. Toda estación de cloración debe contar con una balanza para el control del cloro existente en los cilindros.

5.12.2.10. Seguridad

a) Toda estación de cloración deberá contar con equipos de seguridad personal para fugas de cloro gas. Estos podrán ser máscaras antigás o sistemas de aire comprimido.

b) Los equipos de protección deberán estar ubicados fuera de la caseta de cloración, pero muy cercanos a ella.

5.13. CONTROLES DE PLANTA

Establece lo controles mínimos que deben considerarse para la operación de una planta de tratamiento.

5.13.1. Medición

Se recomienda preferentemente sistemas de conducto abierto del tipo vertedero o canaletas Parshall, teniendo en cuenta la confiabilidad operacional de estos dispositivos.

El uso de instrumental de medición más complejo deberá sustentarse teniendo en cuenta los recursos disponibles localmente.

En los filtros se deberán tener en cuenta piezómetros para la medición de pérdida de carga y controles hidráulicos.

NORMA OS.030**ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO****1. ALCANCE**

Esta Norma señala los requisitos mínimos que debe cumplir el sistema de almacenamiento y conservación de la calidad del agua para consumo humano.

2. FINALIDAD

Los sistemas de almacenamiento tienen como función suministrar agua para consumo humano a las redes de distribución, con las presiones de servicio adecuadas y en cantidad necesaria que permita compensar las variaciones de la demanda. Asimismo deberán contar con un volumen adicional para suministro en casos de emergencia como incendio, suspensión temporal de la fuente de abastecimiento y/o paralización parcial de la planta de tratamiento.

3. ASPECTOS GENERALES**3.1. Determinación del volumen de almacenamiento**

El volumen deberá determinarse con las curvas de variación de la demanda horaria de las zonas de abastecimiento ó de una población de características similares.

3.2. Ubicación

Los reservorios se deben ubicar en áreas libres. El proyecto deberá incluir un cerco que impida el libre acceso a las instalaciones.

3.3. Estudios Complementarios

Para el diseño de los reservorios de almacenamiento se deberá contar con información de la zona elegida, como fotografías aéreas, estudios de: topografía, mecánica de suelos, variaciones de niveles freáticos, características químicas del suelo y otros que se considere necesario.

3.4. Vulnerabilidad

Los reservorios no deberán estar ubicados en terrenos sujetos a inundación, deslizamientos ó otros riesgos que afecten su seguridad.

3.5. Caseta de Válvulas

Las válvulas, accesorios y los dispositivos de medición y control, deberán ir alojados en casetas que permitan realizar las labores de operación y mantenimiento con facilidad.

3.6. Mantenimiento

Se debe prever que las labores de mantenimiento sean efectuadas sin causar interrupciones prolongadas del servicio. La instalación debe contar con un sistema de «by pass» entre la tubería de entrada y salida ó doble cámara de almacenamiento.

3.7. Seguridad Aérea

Los reservorios elevados en zonas cercanas a pistas de aterrizaje deberán cumplir las indicaciones sobre luces de señalización impartidas por la autoridad competente.

4. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

El volumen total de almacenamiento estará conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva.

4.1. Volumen de Regulación

El volumen de regulación será calculado con el diagrama masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda.

Cuando se compruebe la no disponibilidad de esta información, se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación, siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento. En caso contrario deberá ser determinado en función al horario del suministro.

4.2. Volumen Contra Incendio

En los casos que se considere demanda contra incendio, deberá asignarse un volumen mínimo adicional de acuerdo al siguiente criterio:

- 50 m³ para áreas destinadas netamente a vivienda.
- Para áreas destinadas a uso comercial o industrial deberá calcularse utilizando el gráfico para agua contra incendio de sólidos del anexo 1, considerando un volumen aparente de incendio de 3000 metros cúbicos y el coeficiente de aplastamiento respectivo.

Independientemente de este volumen los locales especiales (Comerciales, Industriales y otros) deberán tener su propio volumen de almacenamiento de agua contra incendio.

4.3. Volumen de Reserva

De ser el caso, deberá justificarse un volumen adicional de reserva.

5. RESERVIORIOS: CARACTERÍSTICAS E INSTALACIONES

5.1. Funcionamiento

Deberán ser diseñados como reservorio de cabecera. Su tamaño y forma responderá a la topografía y calidad del terreno, al volumen de almacenamiento, presiones necesarias y materiales de construcción a emplearse. La forma de los reservorios no debe representar estructuras de elevado costo.

5.2. Instalaciones

Los reservorios de agua deberán estar dotados de tuberías de entrada, salida, rebosa y desagüe.
En las tuberías de entrada, salida y desagüe se instalará una válvula de interrupción ubicada convenientemente para su fácil operación y mantenimiento. Cualquier otra válvula especial requerida se instalará para las mismas condiciones.

Las bocas de las tuberías de entrada y salida deberán estar ubicadas en posición opuesta, para permitir la renovación permanente del agua en el reservorio.

La tubería de salida deberá tener como mínimo el diámetro correspondiente al caudal máximo horario de diseño.

La tubería de rebosa deberá tener capacidad mayor al caudal máximo de entrada, debidamente sustentada.

El diámetro de la tubería de desagüe deberá permitir un tiempo de vaciado menor a 8 horas. Se deberá verificar que la red de alcantarillado receptora tenga la capacidad hidráulica para recibir este caudal.

El piso del reservorio deberá tener una pendiente hacia el punto de desagüe que permita evacuarlo completamente.

El sistema de ventilación deberá permitir la circulación del aire en el reservorio con una capacidad mayor que el caudal máximo de entrada ó salida de agua. Estará provisto de los dispositivos que eviten el ingreso de partículas, insectos y luz directa del sol.

Todo reservorio deberá contar con los dispositivos que permitan conocer los caudales de ingreso y de salida, y el nivel del agua en cualquier instante.

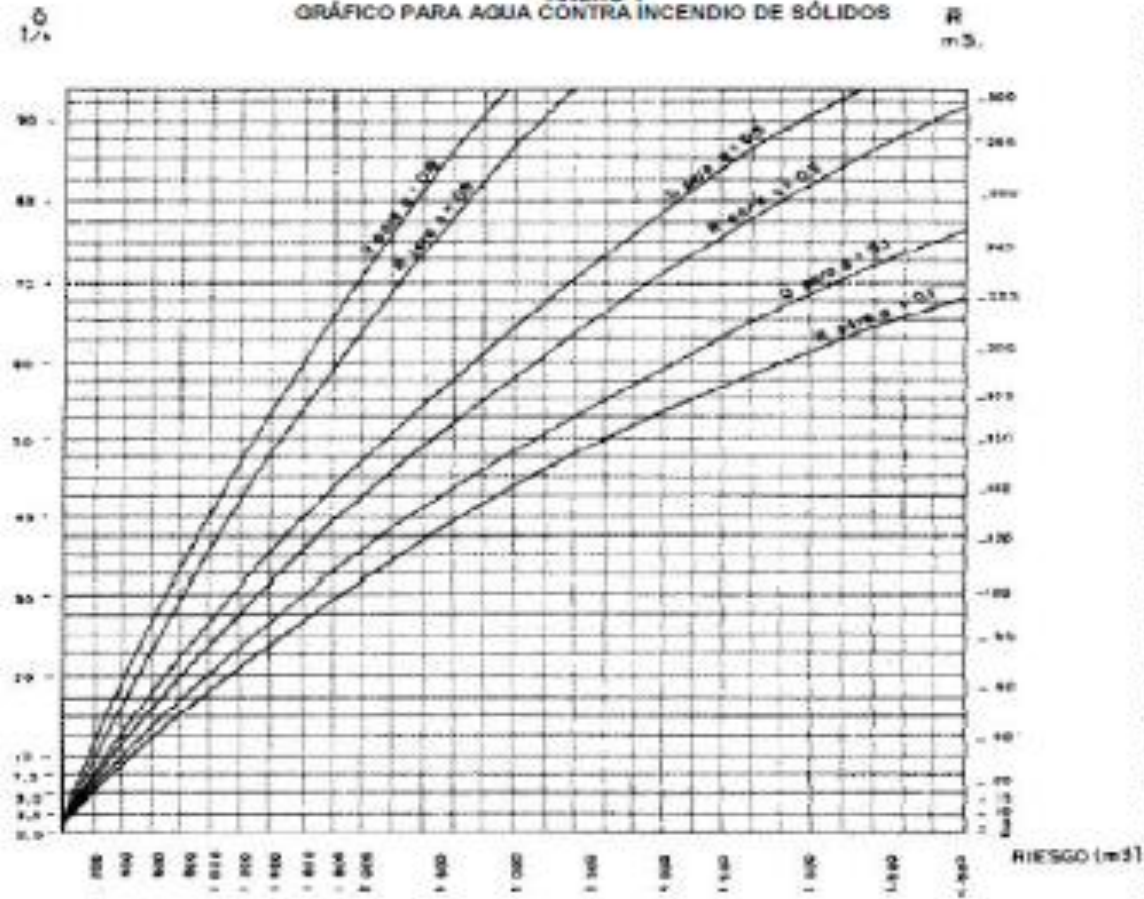
Los reservorios enterrados deberán contar con una cubierta impermeabilizante, con la pendiente necesaria que facilite el escurrimiento. Si se ha previsto jardines sobre la cubierta se deberá contar con drenaje que evite la acumulación de agua sobre la cubierta. Deben estar alejados de focos de contaminación, como pozos de percolación, letrinas, botaderos, o protegidos de los mismos. Las paredes y fondos estarán impermeabilizadas para evitar el ingreso de la napa y agua de riego de jardines.

La superficie interna de los reservorios será, lisa y resistente a la corrosión.

5.3. Accesorios

Los reservorios deberán estar provistos de tapa sanitaria, escaleras de acero inoxidable y cualquier otro dispositivo que contribuya a un mejor control y funcionamiento.

**ANEXO 1
GRÁFICO PARA AGUA CONTRA INCENDIO DE SÓLIDOS**





- Q: Caudal de agua en l/s para extinguir el fuego
R: Volumen de agua en m³ necesarios para reserva
g: Factor de Aplazamiento
g = 0.9 Compacto
g = 0.5 Medio
g = 0.1 Poco Compacto
- R: Riesgo, volumen aparente del incendio en m³

NORMA OS.040
ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO
1. ALCANCE

Esta Norma señala los requisitos mínimos que deben cumplir los sistemas hidráulicos y electromecánicos de bombeo de agua para consumo humano.

2. FINALIDAD

Las estaciones de bombeo tienen como función trasladar el agua mediante el empleo de equipos de bombeo.

3. ASPECTOS GENERALES
3.1. Diseño

El proyecto deberá indicar los siguientes datos básicos de diseño:

- Caudal de bombeo.
- Altura dinámica total.
- Tipo de energía.

3.2. Estudios Complementarios

Deberá contarse con los estudios geotécnicos y de impacto ambiental correspondiente, así como el levantamiento topográfico y el plano de ubicación respectivo.

3.3. Ubicación

Las estaciones de bombeo estarán ubicadas en terrenos de libre disponibilidad.

3.4. Vulnerabilidad

Las estaciones de bombeo no deberán estar ubicadas en terrenos sujetos a inundación, deslizamientos u otros riesgos que afecten su seguridad.

Cuando las condiciones atmosféricas lo requieran, se deberá contar con protección contra rayos.

3.5. Mantenimiento

Todas las estaciones deberán estar señalizadas y contar con extintores para combatir incendios.

Se deberá contar con el espacio e iluminación suficiente para que las labores de operación y mantenimiento se realicen con facilidad.

3.6. Seguridad

Se deberá tomar las medidas necesarias para evitar el ingreso de personas extrañas y dar seguridad a las instalaciones.

4. ESTACION DE BOMBEO

Las estaciones deberán planificarse en función del período de diseño.

El caudal de los equipos deberá satisfacer como mínimo la demanda máxima diaria de la zona de influencia del reservorio. En caso de bombeo discontinuo, dicho caudal deberá incrementarse en función del número de horas de bombeo diario.

La estación de bombeo, podrá contar o no con reservorio de succión. Cuando exista este, se deberá permitir que la succión, se efectúe preferentemente con carga positiva. El ingreso de agua se ubicará en el lado opuesto a la succión para evitar la incorporación de aire a la línea de impulsión y el nivel de sumergencia de la línea de succión no debe permitir la formación de vórtices.

Cuando el nivel de ruido previsto supere los valores máximos permitidos y/o cause molestias al vecindario, deberá contemplarse soluciones adecuadas.

La sala de máquinas deberá contar con sistema de drenaje.

Cuando sea necesario, se deberá considerar una ventilación forzada de 10 renovaciones por hora, como mínimo.

El diseño de la estación deberá considerar las facilidades necesarias para el montaje y/o retiro de los equipos. La estación contará con servicios higiénicos para uso del operador de ser necesario.

+ La selección de las bombas se hará para su máxima eficiencia, debiéndose considerar:

- Caudales de bombeo (régimen de bombeo).
- Altura dinámica total.
- Tipo de energía a utilizar.
- Tipo de bomba.
- Número de unidades.

- En toda estación deberá considerarse como mínimo una bomba de reserva, a excepción del caso de pozos tubulares.

- Deberá evitarse la cavitación, para lo cual la diferencia entre el NPSH requerido y el disponible será como mínimo 0,50 m.

- La tubería de succión deberá ser como mínimo un diámetro comercial superior a la tubería de impulsión.

- De ser necesario la estación deberá contar con dispositivos de protección contra el golpe de ariete, previa evaluación.

+ Las válvulas y accesorios ubicados en la sala de máquinas de la estación, permitirán la fácil labor de operación y mantenimiento. Se debe considerar como mínimo:

- Válvula anticipadora de onda.
- Válvulas de interrupción.
- Válvulas de retención.
- Válvula de control de bomba.
- Válvulas de aire y vacío.
- Válvula de alivio.

+ La estación deberá contar con dispositivos de control automático para medir las condiciones de operación. Como mínimo se considera:

- Manómetros, vacuómetros.
- Control de niveles mínimos y máximos a través de transmisiones de presión.
- Alarma de alto y bajo nivel.
- Medidor de caudal con indicador de gasto instantáneo y totalizador de lectura directa.
- Tablero de control eléctrico con sistema de automatización para arranque y parada de bombas, analizador de redes y banco de condensadores.
- Válvula de control de llenado en el ingreso de agua al reservorio de succión.

NORMA OS.050**REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA
CONSUMO HUMANO****1. OBJETIVO**

Fijar las condiciones exigibles en la elaboración de los proyectos hidráulicos de redes de agua para consumo humano.

2. ALCANCES

Esta Norma fija los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de redes de distribución de agua para consumo humano en localidades mayores de 2000 habitantes. Los sistemas condominiales se podrán utilizar en cualquier localidad urbana o rural, siempre que se demuestre su conveniencia.

3. DEFINICIONES

Conexión predial simple.	Aquella que sirve a un solo usuario.
Conexión predial múltiple.	Es aquella que sirve a varios usuarios.
Elementos de control.	Dispositivo que permite controlar el flujo.
Hidrante.	Grifo contra incendio.

4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS PARA DISEÑO**4.1. Caudal de diseño**

La red de distribución se calculará con la cifra que resulte mayor al comparar el gasto máximo horario con la



suma del gasto máximo diario más el gasto contra incendios para el caso de habilitaciones en que se considere demanda contra incendio.

4.2. Análisis hidráulico

Las redes de distribución se proyectarán, en principio, en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red.

Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, podrá utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente.

Para el cálculo hidráulico de las tuberías, se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la tabla No 1. Para el caso de tuberías no contempladas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

TABLA N° 1

COEFICIENTES DE FRICCIÓN «C» EN LA FÓRMULA DE HAZEN Y WILLIAMS

TIPO DE TUBERÍA	«C»
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	130
Cobre sin costura	150
Concreto	130
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	130
Hierro fundido dúctil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	130
Poliéster	140
Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	150

4.3. Diámetro mínimo

El diámetro mínimo será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial.

En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo ó de 200 m si son alimentados por los dos extremos, siempre que la tubería de alimentación sea de diámetro mayor y dichos tramos se localicen en los límites inferiores de las zonas de presión.

En los casos de abastecimiento por piletas el diámetro mínimo será de 25 mm.

4.4. Velocidad

La velocidad máxima será de 3 m/s.

En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.

4.5. Presiones

La presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m.

En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión mínima será 3,50 m a la salida de la pleta.

4.6. Ubicación

En las calles de 20 m de ancho o menos, se proyectará una línea a un lado de la calzada y de ser posible en el lado de mayor altura, a menos que se justifique la instalación de 2 líneas paralelas.

En las calles y avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará una línea a cada lado de la calzada.

La distancia mínima entre los planos verticales tangentes más próximas de una tubería de agua para consumo humano y una tubería de aguas residuales, instaladas paralelamente, será de 2 m, medido horizontalmente.

La distancia entre el límite de propiedad y el plano vertical tangente más próximo al tubo no será menor de 0,80 m.

En las vías peatonales, pueden reducirse las distancias entre tuberías y entre éstas y el límite de propiedad, así como los recubrimientos siempre y cuando:

- + Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisuramiento o ruptura.
- + Si las vías peatonales presentan elementos (bancoas, jardines, etc.) que impidan el paso de vehículos.

En vías vehiculares, las tuberías de agua potable deben proyectarse con un recubrimiento mínimo de 1 m sobre la clave del tubo. Recubrimientos menores, se deben justificar.

4.7. Válvulas

La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud.

Se proyectarán válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones.

Las válvulas deberán ubicarse, en principio, a 4 m de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda.

Las válvulas utilizadas tipo reductoras de presión, aire y otras, deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección y operación.

Deberá evitarse los «puntos muertos» en la red, de no ser posible, en aquellos de cotas más bajas de la red de distribución, se deberá considerar un sistema de purga.

4.8. Hidrantes contra incendio

Los hidrantes contra incendio se ubicarán en tal forma que la distancia entre dos de ellos no sea mayor de 300 m.

Los hidrantes se proyectarán en derivaciones de las tuberías de 100 mm de diámetro o mayores y llevarán una válvula de interrupción.

4.9. Anclajes

Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio de tubería, válvula e hidrantes contra incendio, considerando el diámetro, la presión de prueba y el tipo de terreno donde se instalarán.

5. CONEXIÓN PREDIAL

5.1. Diseño

Deberán proyectarse conexiones prediales simples o múltiples de tal manera que cada unidad de uso cuente con un elemento de medición y control.

5.2. Elementos de la conexión

Deberá considerarse:

- + Elemento de medición y control: Caja de medición
- + Elemento de conducción: Tuberías
- + Elemento de empalme

5.3. Ubicación

El elemento de medición y control se ubicará a una distancia entre 0,30 m a 0,80 m del límite de propiedad (izquierdo o derecho, en área pública o común de fácil y permanente acceso a la entidad prestadora de servicio).

5.4. Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de la conexión predial será de 12,50 mm.

6. SISTEMA CONDOMINIAL DE AGUA POTABLE

6.1. GENERALIDADES

6.1.1. Objetivo

Disponer de un conjunto uniforme de procedimientos para la elaboración de proyectos de agua potable utilizando el sistema condominial.

6.1.2. Ámbito de aplicación

La presente norma tendrá vigencia en todo el territorio de la República del Perú sin importar el número de habitantes de la localidad.

6.1.3. Alcances

Las EPS y otras prestadoras de servicios aplicarán el presente reglamento en todo el ámbito de su administración en las que las condiciones locales lo permitan.

6.1.4. Implementación del Sistema Condominial: Etapas de intervención

La implementación de estos sistemas será a través de las siguientes etapas:

- I.- Planificación
- II.- Promoción
- III.-Diseño
- IV.-Organización y Capacitación
- V.- Supervisión y Recepción de Obra
- VI.- Seguimiento, Monitoreo, Evaluación y Ajuste.

6.1.5. Definiciones

a) Guía Metodológica

Documento que permite la Intervención Técnico-Social en la Elaboración y Ejecución de Proyectos Condominiales de Agua Potable y Alcantarillado.

Cada EPS y/o prestadora de servicio implementará de acuerdo a las condiciones locales, su respectiva guía que deberá aplicarse en las provincias de su ámbito de intervención y por extensión en la región en la que se ubica.

b) Condominio

Se llama condominio a un conjunto de lotes pertenecientes a una ó más manzanas.

c) Sistema Condominial

Sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado que considera al condominio como unidad de atención del servicio.

d) Tubería Principal

En sistemas de abastecimiento de agua potable: tubería que formando un circuito cerrado y/o abierto, abastece a los ramales condominiales.

e) Ramal Condominial

En sistemas de agua potable: es la tubería que ubica en el frente del lote abastece a los lotes que conforman un condominio.

f) Caja Portamedidor

Es la cámara en donde se ubicará e instalará el medidor

g) Profundidad

Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior interna de la tubería (clave de la tubería).

h) Recubrimiento

Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz superior externa de la tubería (clave de la tubería).

i) Conexión Domiciliar de Agua Potable

Conjunto de elementos sanitarios incorporados al sistema con la finalidad de abastecer de agua a cada lote.

j) Medidor

Elemento que registra el volumen de agua que pasa a través de él.

6.2. DATOS BÁSICOS DE DISEÑO

6.2.1. Levantamiento Topográfico

La información topográfica para la elaboración de proyectos incluirá:

- Plano de lotización con curvas de nivel cada 1 m. indicando la ubicación y detalles de los servicios existentes y/o cualquier referencia importante.

- Perfil longitudinal a nivel del eje de vereda en ambos frentes de la calle y en el eje de la vía, donde técnicamente sea necesario.

- Secciones transversales: mínimo 3 cada 100 metros en terrenos planos y mínimo 6 por cuadra, donde exista desnivel pronunciado entre ambos frentes de calle y donde exista cambio de pendiente. En Todos los casos deben incluirse nivel de lotes.

- Perfil longitudinal de los tramos que sean necesarios para el diseño de los empalmes con la red de agua existente.

- Se ubicará en cada habilitación un BM auxiliar como mínimo y dependiendo del tamaño de la habilitación se ubicarán dos o más, en puntos estratégicamente distribuidos para verificar las cotas de cajas condominiales y/o buzones a instalar.

6.2.2. Suelos

Se deberá contemplar el reconocimiento general del terreno y el estudio de evaluación de sus características, considerando los siguientes aspectos:

- Determinación de la agresividad del suelo con indicadores de PH, sulfatos, cloruros y sales solubles totales.
- Otros estudios necesarios en función de la naturaleza del terreno, a criterio del consultor.

6.2.3. Población

Se deberá determinar la población de saturación y la densidad poblacional para el período de diseño adoptado.

La determinación de la población final de saturación para el período de diseño adoptado se realizará a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento por distritos establecida por el organismo oficial que regula estos indicadores.

En caso no se pudiera determinar la densidad poblacional de saturación, se adoptará 6 hab./lote.

6.2.4. Dotación

La dotación promedio diaria anual por habitantes será la establecida en las normas vigentes.

6.2.5. Coeficientes de Variación de Consumo

Los coeficientes de variación de consumo referidos al promedio diario anual de las demandas serán los indicados en la norma vigente.

6.2.6. Caudal de Diseño para Sistemas de Agua potable

Se determinarán para el inicio y fin del período de diseño.

El diseño del sistema se realizará con el valor correspondiente al caudal máximo horario futuro.

6.3. CRITERIOS DE DISEÑO

6.3.1. Componentes del Sistema Condominial de Agua Potable

El sistema condominial de agua estará compuesto por:

- Tubería Principal de Agua Potable

Se denomina así al circuito de tuberías cerrado y/o abierto que abastece a los ramales condominiales. Su dimensionamiento se efectuará sobre la base de cálculos hidráulicos, debiendo garantizar en lo posible una mesa de presiones paralela al terreno. El valor del diámetro nominal de la tubería principal será como mínimo 83 mm.

- Ramal Condominial de Agua

Circuito cerrado y/o abierto de tuberías, encargada del abastecimiento de agua a los lotes que conforman el condominio. Su dimensionamiento se efectuará sobre la base de cálculos hidráulicos, debiendo garantizar en lo posible una mesa de presiones paralela al terreno. El valor mínimo del diámetro efectivo del ramal condominial será el determinado por el cálculo hidráulico. Cuando la fuente de abastecimiento es agua subterránea, se adoptará como diámetro nominal mínimo 1 1/2".

6.3.2. Cálculo Hidráulico

Para el dimensionamiento de las tuberías pertenecientes al sistema condominial de agua potable (tubería principal y ramales) se aplicarán fórmulas racionales. En caso de utilizar la fórmula de Hazen-Williams se aplicarán los valores para C establecidos en la presente norma.

6.3.3. Ubicación y Recubrimiento de Tuberías de Agua

Se fijarán las secciones transversales de las calles del proyecto, siendo necesario analizar el trazo de las tuberías nuevas con respecto a otros servicios existentes y/o proyectados.

- Tubería Principal de Agua

La tubería principal de agua se ubicará entre el costado de la calzada y el medio de la calle; a partir de un punto, ubicado como mínimo a 1,20 m del límite de propiedad y hacia el centro de la calzada. El recubrimiento mínimo medido a partir de la clave del tubo será de 1,00 m para zonas con acceso vehicular y de 0,30 m para zonas sin acceso vehicular.

- Ramal Condominial de Agua

El ramal condominial de agua se ubicará en la vereda, paralelo al frente del lote, a una distancia máxima de 1,20 m desde el límite de propiedad hasta el eje del ramal; el recubrimiento mínimo medido a partir de la clave del tubo será de 0,30 m.

La mínima distancia libre horizontal medida entre tuberías de agua y alcantarillado (principal y/o ramal) ubicadas paralelamente, será de 0,20 m, las tuberías de agua potable (principal y/o ramal) se ubicarán, respecto a las redes eléctricas y de telefonía, en forma tal que garantice una instalación segura.

Tabla: Ubicación y recubrimiento de tuberías de Agua

TUBERÍA	UBICACIÓN	RECUBRIMIENTO MÍNIMO		DIÁMETRO
		CALLE CON ACCESO VEHICULAR	CALLE SIN ACCESO VEHICULAR	
PRINCIPAL	- Entre medio de calle y costado de calzada.	1,00 m	0,30 m	- Función de cálculo hidráulico. - Mínimo nominal de 63 mm.
RAMAL CONDOMINIAL	- Vereda	0,20 m	0,30 m	- Función de cálculo hidráulico. - Mínimo en función de cálculo hidráulico. - En el caso que la fuente de abastecimiento es agua subterránea, el diámetro nominal mínimo será de 1 1/2".

6.3.4. Válvulas

El ramal condominial contará con válvula de interrupción después del empalme a la tubería principal, con la finalidad de aislar el conjunto de lotes que abastece el ramal condominial.

6.3.5. Grifos Contra Incendio

Se ubicarán en las esquinas, a 0,20 m al interior del filo de la vereda.

Se proyectarán en derivaciones de las tuberías de 90 mm ó de diámetro mayor y llevarán una válvula de compuerta con la finalidad de permitir efectuar las reparaciones del grifo, sin afectar el abastecimiento normal.

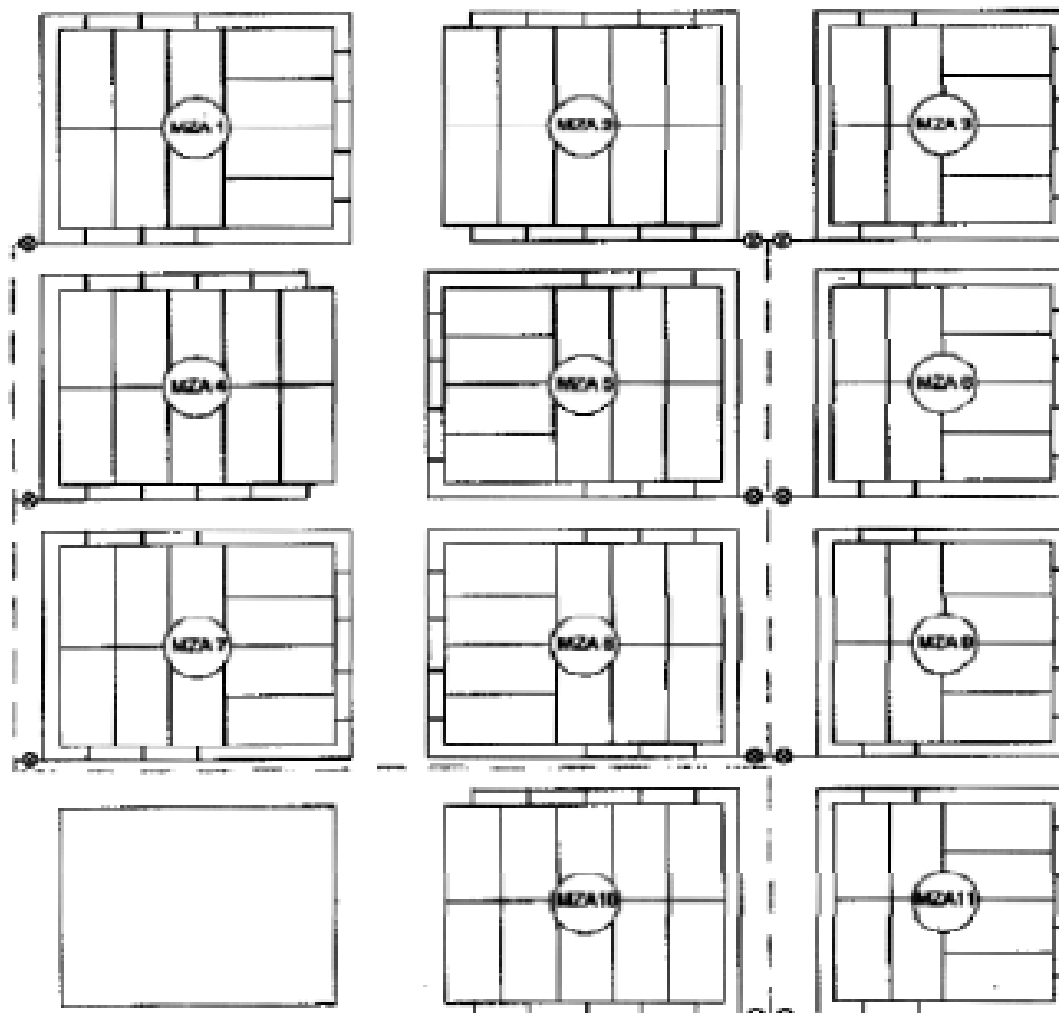
6.3.6. Empalmes y Anclajes

El empalme del ramal condominial con la tubería principal se realizará con tubería de diámetro mínimo igual a 63 mm.

Los accesorios de tuberías, válvulas y grifos contra incendio, irán anclados con concreto simple o armado.

El diseño de los anclajes considera: tipo de accesorio, diámetro, presión de prueba y el tipo de terreno donde se instalarán.

ANEXO - ESQUEMA SISTEMA CONDOMINIAL DE AGUA



LEYENDA:

- Tubería Principal de Agua
- Ramal Condominial de Agua
- ⊗ Válvulas de Compuerta

2.1. INSTALACIONES

- a) El sistema de abastecimiento de agua de una edificación comprende las instalaciones interiores desde el medidor o dispositivo regulador o de control, sin incluirlo, hasta cada uno de los puntos de consumo.
- b) El sistema de abastecimiento de agua fría para una edificación deberá ser diseñado, tomando en cuenta las condiciones bajo las cuales el sistema de abastecimiento público preste servicio.
- c) Las instalaciones de agua fría deben ser diseñadas y construidas de modo que preserven su calidad y garanticen su cantidad y presión de servicio en los puntos de consumo.
- d) En toda nueva edificación de uso múltiple o mixto: viviendas, oficinas, comercio u otros similares, la instalación sanitaria para agua fría se diseñará obligatoriamente para posibilitar la colocación de medidores internos de consumo para cada unidad de uso independiente, además del medidor general de consumo de la conexión domiciliaria, ubicado en el interior del predio.
- e) En general, los medidores internos deben ser ubicados en forma conveniente y de manera tal que estén adecuadamente protegidos, en un espacio impermeable de dimensiones suficientes para su instalación o remoción en caso de ser necesario. De fácil acceso para eventuales labores de verificación, mantenimiento y lectura.
- f) En caso que exista suficiente presión en la red pública externa, dependiendo del número de niveles de la edificación, los medidores de consumo podrán ser instalados en un banco de medidores, preferentemente al ingreso de la edificación, desde el cual se instalarán las tuberías de alimentación para unidad de uso.
- g) En caso de que el diseño de la instalación sanitaria interior del edificio se realice con un sistema de presión con sistema y tanque elevado o se use un sistema de presión con tanque hidroneumático, los medidores de consumo podrán ser ubicados en espacios especiales diseñados para tal fin dentro de la edificación.
- h) Se podrá considerar la lectura centralizada remota, desde un panel ubicado convenientemente y de fácil acceso en el primer piso. En este caso además de lo que indica el inciso e del presente artículo, deberá preverse un espacio para el panel de lectura remota y ductos para la instalación de cables de transmisión desde los registros de lectura de los medidores.
- i) Las instalaciones de lectura remota se ciñeran a las exigencias de las normas internacionales en tanto se emitan normas nacionales correspondientes, o en su defecto, siguiendo las especificaciones técnicas de los proveedores.
- j) Se podrán disponer de un abastecimiento de agua para fines industriales exclusivamente, siempre que:
 - Dicho abastecimiento tenga redes separadas sin conexión alguna con el sistema de agua para consumo humano, debidamente diferenciadas; y
 - Se advierta a los usuarios mediante avisos claramente marcados y distribuidos en lugares visibles y adecuados. Los letreros legibles dirán: Peligro agua no apta para consumo humano.
- k) No se permitirá la conexión directa desde la red pública de agua, a través de bombas u otros aparatos mecánicos de elevación.
- l) El sistema de alimentación y distribución de agua de una edificación estará dotado de válvulas de interrupción, como mínimo en los siguientes puntos:
 - Inmediatamente después de la caja del medidor de la conexión domiciliaria y del medidor general.
 - En cada piso, alimentador o sección de la red de distribución interior.
 - En cada servicio sanitario, con mas de tres aparatos.
 - En edificaciones de uso público masivo, se colocará una llave de interruptor en la tubería de abasto de cada inodoro o lavatorio.

m) No deberán instalarse válvulas en el piso o en lugares inundables.

2.2. DOTACIONES

Las dotaciones diarias mínimas de agua para uso doméstico, comercial, industrial, riego de jardines u otros fines, serán los que se indican a continuación:

a) Las dotaciones de agua para viviendas unifamiliares estarán de acuerdo con el área total del lote según la siguiente Tabla.

Área total del lote en m ²	Dotación L/d
Hasta 200	1500
201 a 300	1700
301 a 400	1900
401 a 500	2100
501 a 600	2200
601 a 700	2300
701 a 800	2400
801 a 900	2500
901 a 1000	2600
1001 a 1200	2800
1201 a 1400	3000
1401 a 1700	3400
1701 a 2000	3800
2001 a 2500	4500
2501 a 3000	5000
Mayores de 3000	5000 más 100 L/d por cada 100 m ² de superficie adicional.

Estas cifras incluyen dotación doméstica y riego de jardines.

b) Los edificios multifamiliares deberán tener una dotación de agua para consumo humano, de acuerdo con el número de dormitorios de cada departamento, según la siguiente Tabla.

Número de dormitorios por departamento	Dotación por departamento, L/d
1	500
2	850
3	1200
4	1350
5	1500

c) Los establecimientos de hospedaje deberán tener una dotación de agua, según la siguiente Tabla.

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Hotel, apart-hotels y hostales.	500 L por dormitorio.
Albergues.	25 L por m ² de área destinado a dormitorio.

Las dotaciones de agua para riego y servicios anexos a los establecimientos de que trata este artículo, tales como restaurantes, bares, lavanderías, comercios, y similares se calcularán adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

d) La dotación de agua para restaurantes estará en función del área de los Comedores, según la siguiente tabla

Área de los comedores en m ²	Dotación
Hasta 40	2000 L
41 a 100	50 L por m ²
Más de 100	40 L por m ²

- e) En establecimientos donde también se elaboren alimentos para ser consumidos fuera del local, se calculará para ese fin una dotación de 8 litros por cubierto preparado.
- f) La dotación de agua para locales educacionales y residencias estudiantiles, según la siguiente tabla.

Tipo de local educacional	Dotación diaria
Alumnado y personal no residente.	50 L por persona.
Alumnado y personal residente.	200 L por persona.

Las dotaciones de agua para riego de áreas verdes, piscinas y otros fines se calcularán adicionalmente, de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

- g) Las dotaciones de agua para locales de espectáculos o centros de reunión, cines, teatros, auditorios, discotecas, casinos, salas de baile y espectáculos al aire libre y otros similares, según la siguiente tabla.

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 ² de área
Estadios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares.	1 L por espectador
Circo, hipódromos, parques de atracción y similares.	1 L por espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales.

- h) Las dotaciones de agua para piscinas y natatorios de recirculación y de flujo constante o continuo, según la siguiente tabla.

1. De recirculación	Dotación
Con recirculación de las aguas de reboso.	10 L/d por m ² de proyección horizontal de la piscina.
Sin recirculación de las aguas de reboso.	25 L/d por m ² de proyección horizontal de la piscina.
2. De flujo constante	Dotación
Públicas.	125 L/h por m ²
Semi-públicas (clubes, hoteles, colegios, etc.)	80 L/h por m ²
Privada o residenciales.	40 L/h por m ²

La dotación de agua requerida para los aparatos sanitarios en los vestuarios y cuartos de aseo anexos a la piscina, se calculará adicionalmente a razón de 30 L/d por m² de proyección horizontal de la piscina. En aquellos casos que contemplen otras actividades recreacionales, se aumentará proporcionalmente esta dotación.

- i) La dotación de agua para oficinas se calculará a razón de 6 L/d por m² de área útil del local.
- j) La dotación de agua para depósitos de materiales, equipos y artículos manufacturados, se calculará a razón de 0,50 L/d por m² de área útil del local y por

cada turno de trabajo de 8 horas o fracción. Para oficinas anexas, el consumo de las mismas se calculará adicionalmente de acuerdo a lo estipulado en esta Norma para cada caso, considerándose una dotación mínima de 500 L/d.

- k) La dotación de agua para locales comerciales dedicados a comercio de mercancías secas, será de 6 L/ d por m² de área útil del local, considerándose una dotación mínima de 500 L /d.
- l) La dotación de agua para mercados y establecimientos, para la venta de carnes, pescados y similares serán de 15 L/d por m² 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.
- m) El agua para consumo industrial deberá calcularse de acuerdo con la naturaleza de la industria y su proceso de manufactura. En los locales industriales la dotación de agua para consumo humano en cualquier tipo de industria, será de 80 litros por trabajador o empleado, por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción. La dotación de agua para las oficinas y depósitos propios de la industria, servicios anexos, tales como comercios, restaurantes, y riego de áreas verdes, etc. se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.
- n) La dotación de agua para plantas de producción, e industrialización de leche será según la siguiente tabla.

Plantas de Producción e industrialización	Dotación
Estaciones de recibo y enfriamiento.	1500 L por cada 1000 litros de leche recibidos por día.
Plantas de pasteurización.	1500 L por cada 1000 litros de leche a pasteurizar por día.
Fábrica de mantequilla, queso o leche en polvo.	1500 L por cada 1000 litros de leche a procesar por día.

- o) La dotación de agua para las estaciones de servicio, estaciones de gasolina, garajes y parques de estacionamiento de vehículos, según la siguiente tabla.

Estaciones y Parques de Estacionamientos	Dotaciones
Lavado automático.	12 800 L/d por unidad de lavado
Lavado no automático.	8000 L/d por unidad de lavado
Estación de gasolina.	300 L/d por surtidor.
Garajes y parques de estacionamiento de vehículos por área cubierta.	2 L por m ² de área.

El agua necesaria para oficinas y venta de repuestos, riego de áreas verdes y servicios anexos, tales como restaurantes y fuentes de soda, se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

- p) Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas al alojamiento de animales, tales como caballerizas, establos, porquerizas, granjas y similares, según la siguiente tabla

Alojamientos de Animales	Dotación
Ganado lechero	120 L/d por animal
Bovino y equinos	40 L/d por animal
Ovinos y porcinos	10 L/d por animal
Aves	20 L/d por cada 100 aves

Las cifras anteriores no incluyen las dotaciones de agua para riego de áreas verdes y otras instalaciones.

- q) La dotación de agua para mataderos públicos o privados estará de acuerdo con el número y clase de animales a beneficiar, según la siguiente tabla.

Clase de animal	Dotación diaria
Bovinos	500 L por animal
Porcinos	300 L por animal
Ovinos y caprinos	250 L por animal
Aves en general	16 L por cada Kg

- r) La dotación de agua para bares, fuentes de soda, cafeterías y similares, según la siguiente tabla.

Area de locales, m ²	Dotación diaria
Hasta 30	1500 L
De 31 a 60	60 L/m ²
De 61 a 100	50 L/m ²
Mayor de 100	40 L/m ²

- 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
Clínicas dentales	1000 L/d por unidad dental

El agua requerida para servicios especiales, tales como riego de áreas verdes, viviendas anexas, servicios de cocina y lavandería se calcularán adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma.

- t) La dotación de agua para lavanderías, lavanderías al seco, tintorerías y similares, según la siguiente tabla.

Tipo de local	Dotación diaria
Lavandería	40 L/Kg de ropa
Lavandería en seco, tintorería y similares	30 L/Kg de ropa

- u) La dotación de agua para áreas verdes será de 2 L/d por m². No se requerirá incluir áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas para los fines de esta dotación.

Anexo 8.2

MANUAL DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES (Extracto)

MANUAL DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE EN POBLACIONES RURALES

ING. EDUARDO GARCIA TRISOLINI

Lima, junio 2009

II

Planeamiento

- 1) **Demanda de agua.**
 - 2) **Oferta de agua.**
 - 3) **Calidad de agua.**
 - 4) **Componentes del sistema.**
-

Cuadros:

1. **Requerimientos para análisis de agua potable.**
2. **Parámetros de calidad en el agua.**
3. **Directiva de la OMS para agua potable.**

Gráfico:

1. **Esquema de un sistema de agua potable rural.**

1. DEMANDA DE AGUA

Para el cálculo de la demanda de agua se requiere analizar cuatro variables, que son:

- ✓ Periodo de diseño.
- ✓ Población actual y futura.
- ✓ Dotación de agua.
- ✓ Cálculo de caudales.

1.1 Periodo de diseño

Según DIGESA, el periodo de diseño que debe considerarse de acuerdo al tipo de sistema a implementarse es:

Sistema	Periodo (años)
Gravedad	20
Bombeo	10
Tratamiento	10

Debe entenderse sin embargo, que en todos los casos la red de tuberías debe diseñarse para 20 años.

1.2 Población actual y futura

La población actual se obtendrá de la información de las autoridades locales, relacionándolo con los censos y con el conteo de viviendas y considerando los criterios indicados en el capítulo de información básica.

La población futura, se obtendrá con la fórmula siguiente:

$$Pf = Pa \frac{(1 + r)^t}{1,000}$$

Donde:

- Pf : Población futura.
- Pa : Población actual
- r : Tasa de crecimiento anual por mil
- t : N° de años

Ejemplos de aplicación:

Datos:

- Pa = 5,000
- r = 25 por mil
- t = 20 años

Aplicación:

$$Pf = 5,000 \frac{(1 + 25 \times 20)}{1,000} = 7,500$$

1.3 Dotación de agua

La dotación de agua se expresa en litros por personas al día (lppd) y DIGESA, recomendada para el medio rural los siguientes parámetros:

Zona	Módulo (lppd)
Sierra	50
Costa	60
Selva	70

La OMS recomienda los parámetros siguientes:

Población	Clima	
	Frio	Calido
Rural	100	100
2,000 – 10,000	120	150
10,000 – 50,000	150	200
50,000	200	250

En el Fondo Perú Alemania, se ha considerado las dotaciones siguientes:

Tipo de proyecto	Dotación (lppd)
Agua potable domiciliaria con alcantarillado	100
Agua potable domiciliaria con letrinas	50
Agua potable con piletas	30

lppd = litros por persona al día

La tendencia a mediano plazo es que las letrinas cambien a alcantarillado y las piletas a instalaciones domiciliarias, por tanto en lo posible, se recomienda diseñar instalaciones a futuro con dotaciones de 100 lppd.

En el caso de colegios, el caudal de diseño considerara un incremento de 50 litros por alumno y en el caso de industrias se realizará un análisis específico.

En los módulos de consumo, por supuesto no está incluido el riego de huertos o la dotación de agua al ganado sobre todo al vacuno que consume aproximadamente 40 a 50 litros por cabeza.

El proyectista deberá evaluar este aspecto incrementando el módulo o advirtiendo para que se tome medidas en la JASS para su prohibición en estos usos. En este último caso, se deberá evaluar con los beneficiarios del proyecto la decisión de usar micro medidores, para el control del uso del agua con tarifas de acuerdo al consumo.

Caudales de diseño

Los parámetros para un proyecto de agua potable son los siguientes:

- Caudal medio diario (Q_m).
- Caudal máximo diario ($Q_{max.d}$)
- Caudal máximo horario ($Q_{max.h}$)

Para el cálculo, se considera las relaciones siguientes:

$Q_m = \frac{\text{módulo de consumo} \times \text{poblaciones futura}}{86,400 \text{ seg (24 hrs)}}$
$Q_{max.d} = 1.3 Q_m$
$Q_{max.h} = 2.0 Q_m$

Ejemplo de aplicación

Datos:

Módulo: 100 lppd

Población: 2,000 habitantes

Aplicación

$$Q_m = \frac{100 \times 2000}{86,400} = 2.31 \text{ l/seg.}$$

$$Q_{\max d} = 1.3 \times 2.31 = 3.00$$

$$Q_{\max h} = 2.0 \times 2.31 = 4.62$$

El caudal $Q_{\max d}$, servirá para el diseño de la captación y línea de conducción y reservorio.

En $Q_{\max h}$, para el diseño del aductor y sistema de distribución.

En caso se pueda y decida captar el caudal máximo horario, se puede prescindir del reservorio en el sistema.

2. OFERTA DE AGUA

Las fuentes más usuales para el abastecimiento de agua potable son:

- Manantiales.
- Agua de ríos o canales de riego.
- Aguas subterráneas.

2.1 Manantiales

En la fuente más común, para instalaciones de agua potable en pequeños poblados, ya que las demandas mayormente se ubican debajo de los 5 l/seg.

Tienen la ventaja de la facilidad de captación ya que requieren prácticamente de una caja que evita su contaminación antes del ingreso a la línea de conducción y el hecho de que son aguas limpias sin sedimentos.

La desventaja ocurre a veces, por las fluctuaciones del caudal, habiendo casos inclusive en manantiales de caudales bajos, que estos desaparecen en el tiempo, por lo que se recomienda que el proyectista tenga bastante cuidado al considerar el caudal aforado puntualmente (una vez al año), como valedero, sin antes averiguar adecuadamente con la población local sus fluctuaciones durante el año y entre años.

2.2 Agua de ríos o canales de riego

Cuando no se dispone de manantiales de agua, se recurre a la captación directa de algún riachuelo o a la captación indirecta de esta fuente, mediante algún canal construido anteriormente.

La desventaja de captar agua de ríos y canales es que requieren plantas de tratamiento, para mejorar la calidad de agua, además las captaciones de ríos requieren obras más complejas y costosas.

En el caso de captaciones de canales deberá verificarse la disponibilidad del agua durante el año, ya que puede tener un servicio estacional con el riego, o si es un canal lateral, puede tener períodos sin agua por turnos de riego, también debe considerarse cortes de agua por mantenimiento.

2.3 Agua subterránea

Muchas veces, sobre todo en la costa, la única fuente disponible es el agua subterránea.

La detección de acuíferos explotables se realizará mediante estudios geofísicos y su explotación puede hacerse mediante pozos artesanales o tubulares.

Debe indicarse que el aprovechamiento del agua subterránea tiene dificultades por los aspectos siguientes:

- Posibilidad de aguas saladas, desde el inicio o salinización posterior.
- Avenamiento del pozo o pérdida de caudales por depresiones del nivel freático en años secos por movimientos sísmicos.
- Costo de equipo y energía requerida para el bombeo.
- Dificultades logísticas de una JASS en el mantenimiento de electrobombas o bombas diesel.
- Posibilidad de hurto del equipo.

3. CALIDAD DE AGUA

La calidad del agua se determina por tres parámetros que son:

- Físicos.
- Químicos.
- Bacteriológicos.

Los componentes de éstos parámetros se indican en el cuadro N° 02.

De los 3 componentes, los aspectos físicos y bacteriológicos se pueden mejorar con procesos de filtros y desinfección respectivamente.

Los aspectos químicos no se pueden modificar por tanto son los de mayor cuidado. En los cuadros 3 y 4 se indican los parámetros permisibles nacionales y de la OMS.

Un aspecto fundamental en la calidad de las aguas es la salinidad, determinada por la conductividad eléctrica (CE) que se expresa mhos / cm (cuadro 1).

La normatividad USA considera los siguientes parámetros

Cuadro N° 01

Calidad de agua por salinidad

Tipo de agua	CE (micromhos / cm)
Excelente a buena	Hasta 1000
Regular a perjudicial	1000 – 3000
Perjudicial a dañina	Mayor a 3000

Cuadro N° 02

Requerimientos de calidad de agua potable

Físico	Químico	Bacteriológico
Turbiedad	Ph	Contaje total de bacterias
Sólidos totales	Alcalinidad	NMP de coli/100 ml de muestra
Color	Dureza	
Sabor	Hierro	
Olor	Manganeso	
	Sulfatos	
	Cloruros	
	Amoniaco	
	Nitritos	
	Nitratos	
	Oxígeno disuelto	

Cuadro N° 03*Parámetros de calidad y límites máximos de agua potable en el Perú*

Parámetro	LMP
Coliformes totales UFC/100 ml	0 (ausencia)
Coniformes termotolerantes, UFC/100 ml	0 (ausencia)
Bacterias heterotróficas, UFC/ml	500
Ph	6.5 – 8.5
Turbiedad UNT	5
Conductividad 25° C – micromhos/cm	1500
Color, UCV Pt-Co	20
Cloruros, mg/l	250
Sulfatos, mg/l	250
Dureza, mg/l	500
Nitratos, mg NO ₃	50
Hierro, mg/l	0.3
Manganeso, mg/l	0.2
Aluminio, mg/l	0.2
Cobre, mg/l	3
Plomo, mg/l	0.1
Cadmio, mg/l	0.003
Arsénico, mg/l	0.1
Mercurio, mg/l	0.001
Cromo, mg/l	0.05
Fluor, mg/l	2
Selenio, mg/l	0.05

Cuadro N° 04*Directrices de la OMS para la calidad de agua potable (Génova 1933)*

Item	Elementos / sustancias	Símbolo / fórmula	Directriz (mg/l)
1	Aluminio	AL	0.2
2	Antimonio	Sb	0.005
3	Arsénico	As	0.01
4	Bario	Ba	0.30
5	Boro	B	0.30
6	Cadmio	Cd	0.003
7	Cloro	Cl	250.00
8	Cromo	Cr	0.05
9	Cobre	Cu	2.00
10	Cianuro	CN	0.07
11	Fluor	F	1.50
12	Plomo	Pb	0.01
13	Manganeso	Mn	0.50
14	Mercurio	Hg	0.001
15	Molibdeno	Mo	0.07
16	Níquel	Ni	0.02
17	Nitrato y nitritos	NO ₃ , NO ₂	50.00 (nitrógeno total)
18	Selenio	Se	0.01
19	Sodio	Na	200.00
20	Sulfato	SO ₄	500.00

4. COMPONENTES DEL SISTEMA

En un sistema por gravedad

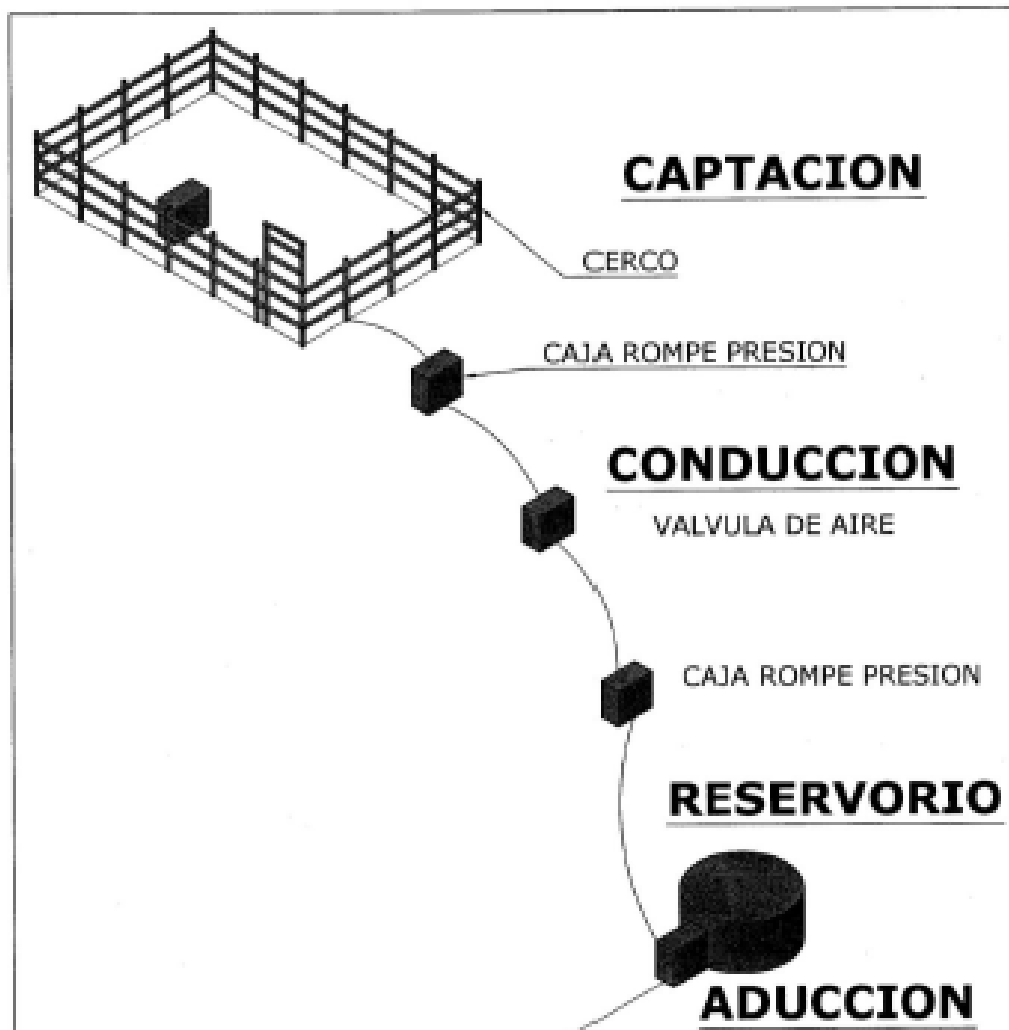
- a) Captación.
- b) Línea de conducción – tubería entre captación y planta de tratamiento o reservorio de almacenamiento.
- c) Planta de tratamiento para mejorar la calidad de agua.
- d) Reservorio de almacenamiento.
- e) Línea de aducción – tubería entre reservorio e inicio de la red de distribución.
- f) Red de distribución – tuberías que distribuye el agua en la población.
- g) Piletas públicas o domiciliarias.

4.2 En un sistema de bombeo

Se tiene respecto al sistema de gravedad básicamente solo 3 cambios.

- a) La captación se convierte en estación de bombeo.
- b) La línea de conducción se convierte en línea de impulsión.
- c) No se utiliza planta de tratamiento.
- d) El resto de los componentes se mantienen igual.

Gráfico II-1: Plano General



Anexo 8.3

GUÍA PARA EL DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN EN SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

GUÍA PARA EL DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN EN SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA



Lima, 2005

Tabla de contenido

		Página
1.	Objetivo	3
2.	Definiciones	3
3.	Alcances	4
4.	Diseño	4
	4.1. Consideraciones generales	4
	4.2. Materiales	6
	4.3. Procedimientos de cálculo	6
	4.3.1. Métodos para determinación de caudales	8
	4.4. Consideraciones finales	11
	4.4.1. Válvulas de seccionamiento	11
	4.4.2. Válvulas de purga de lodos	11
	4.4.3. Válvulas reductoras de presión	11
	4.4.4. Cámara de válvulas	12
	4.4.5. Cámaras rompe-presión	12
	4.4.6. Anclajes	12
	4.4.7. Cámara distribuidora de caudales	12
5.	Bibliografía	13

Guía para el diseño de redes de distribución de sistemas rurales de abastecimiento de agua potable

1. Objetivo

Establecer criterios para el diseño de redes de distribución de sistemas de agua potable para zonas rurales.

2. Definiciones

- **Anclajes: Mecanismos** o estructuras especiales de hormigón, mamposterías o metálicos, etc., usados para la fijación y apoyo de tuberías, accesorios, motores, etc.
- **Bridas:** Reborde circular plano de hierro fundido o acero dispuesto en el extremo de los tubos y accesorios, que sirve para acoplarse entre si y a otros accesorios mediante pernos.
- **Cámara rompe-presión:** Depósito con superficie libre de agua y volumen relativamente pequeño, que se ubica en puntos intermedios de una tubería separándola en partes. Su función es reducir la presión hidrostática a cero y establecer un nuevo nivel estático aguas abajo.
- **Conexión de agua potable:** Conjunto de tuberías y accesorios que permiten al usuario acceder al servicio de agua potable proveniente de la red de distribución.
- **Cloro residual:** Es la cantidad total de cloro (cloro disponible libre y/o combinado) que queda en el agua después de un periodo de contacto definido.
- **Desinfección:** Es el aniquilamiento de la mayor parte de las bacterias, por medio de sustancias químicas, calor, luz ultravioleta, etc.
- **Niple:** Porción de tubería de tamaño menor que la de fabricación.
- **Presión nominal:** Es la presión interna de identificación del tubo.
- **Presión de Prueba:** Es la máxima presión interior a la que se somete una línea de agua en una prueba hidráulica y que está determinado en las especificaciones técnicas.
- **Presión de servicio (Ps).** Es la existente en cada momento y punto de la red durante el régimen normal de funcionamiento.
- **Reservorios de regulación:** Depósitos situados generalmente entre la captación y la red de distribución.

- **Servicio de agua potable:** Servicio público que comprende una o más de las actividades de captación, conducción, tratamiento y almacenamiento de recursos hídricos para convertirlos en agua potable y sistema de distribución a los usuarios mediante redes de tuberías o medios alternativos.
- **Servicio de alcantarillado sanitario:** Servicio público que comprende una o más de las actividades de recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales en cuerpos receptores.
- **Red de distribución:** La red de distribución está considerada por todo el sistema de tuberías desde el tanque de distribución hasta aquellas líneas de las cuales parten las tomas o conexiones domiciliarias.
- **Tramo:** Longitud comprendida entre dos puntos de un canal o tubería.
- **Válvulas:** Accesorios que se utilizan en las redes de distribución para controlar el flujo y se pueden clasificar en función de la acción específica que realizan. Las válvulas más comunes en una red de distribución son las de compuerta y sirven para aislar segmentos de la misma.
- **Uniones:** Accesorios que sirvan para enlazar o juntar dos tramos de tubería.

3. Alcances

La utilización del presente documento será de aplicación obligatoria en los Centros Poblados Rurales con poblaciones concentradas o dispersas de hasta 2000 habitantes.

4. Diseño

4.1 Consideraciones generales

Para el diseño de redes de distribución se deben considerar los siguientes criterios:

- La red de distribución se deberá diseñar para el caudal máximo horario.
- Identificar las zonas a servir y de expansión de la población.
- Realizar el levantamiento topográfico incluyendo detalles sobre la ubicación de construcciones domiciliarias, públicas, comerciales e industriales; así también anchos de vías, áreas de equipamiento y áreas de inestabilidad geológica y otros peligros potenciales.
- Considerar el tipo de terreno y las características de la capa de rodadura en calles y en vías de acceso.

- Para el análisis hidráulico del sistema de distribución se podrá utilizar el método de Hardy Cross, seccionamiento o cualquier otro método racional.
- Para el cálculo hidráulico de las tuberías se utilizará fórmulas racionales. En el caso de aplicarse la fórmula de Hazen William se utilizarán los coeficientes de fricción establecidos a continuación:

Fierro galvanizado	100
PVC	140

- El diámetro a utilizarse será aquel que asegure el caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red. Los diámetros nominales mínimos serán: 25mm en redes principales, 20mm en ramales y 15mm en conexiones domiciliarias.
- En todos los casos las tuberías de agua potable deben ir por encima del alcantarillado de aguas negras a una distancia de 1,00 m horizontalmente y 0,30 m verticalmente. No se permite por ningún motivo el contacto de las tuberías de agua potable con líneas de gas, poliductos, teléfonos, cables u otras.
- En cuanto a la presión del agua, debe ser suficiente para que el agua pueda llegar a todas las instalaciones de las viviendas más alejadas del sistema. La presión máxima será aquella que no origine consumos excesivos por parte de los usuarios y no produzca daños a los componentes del sistema, por lo que la presión dinámica en cualquier punto de la red no será menor de 5m y la presión estática no será mayor de 50m.
- La velocidad mínima en ningún caso será menor de 0,3 m/s y deberá garantizar la auto limpieza del sistema. En general se recomienda un rango de velocidad de 0,5 – 1,00 m/s. Por otro lado, la velocidad máxima en la red de distribución no excederá los 2 m/s.
- A fin de que no se produzcan pérdidas de carga excesivas, puede aplicarse la fórmula de Mougny para la determinación de las velocidades ideales para cada diámetro. Dicha fórmula aplicable a presiones a la red de distribución de 20 a 50mca está dada por:

$$V = 1.5 * (D+0.05)^{0.5}$$

Donde:

V = Velocidad (m/s)

D = Diámetro de la tubería (m)

- El número de válvulas será el mínimo que permita una adecuada sectorización y garantice el buen funcionamiento de la red. Las válvulas permitirán realizar las maniobras de reparación del sistema de distribución de agua sin perjudicar el normal funcionamiento de otros sectores.

4.2 *Materiales*

Para la selección de los materiales de las tuberías se deberá tomar en cuenta los siguientes factores:

- Resistencia a la corrosión y agresividad del suelo.
- Resistencia a los esfuerzos mecánicos producidos por las cargas, tanto externas como internas.
- Características de comportamiento hidráulico del proyecto (presiones de trabajo, golpe de ariete).
- Condiciones de instalación adecuadas al terreno.
- Resistencia contra la tuberculización e incrustación.
- Vida útil de acuerdo a la previsión del proyecto.

Los materiales más comunes son:

- Policloruro de Vinilo (PCV)
- Polietileno
- Fierro Galvanizado
- Fierro Fundido
- Fierro Dúctil
- Acero

Por otro lado, se pueden distinguir dos tipos de tuberías: las tuberías de unión flexible y las de unión rígida.

Tuberías de unión rígida

- A simple presión, con espiga y campana; las uniones son ensambladas con pegamento.
- Roscadas, las uniones requieren de uniones simples para el empalme entre tuberías.

Tuberías de unión flexible

- A causa de las características especiales del anillo y campana de la unión flexible, se minimiza las operaciones de ensamble, esto facilita el centrado y conexión de los tubos, sin recurrir a mucha fuerza.

4.3 *Procedimientos de cálculo*

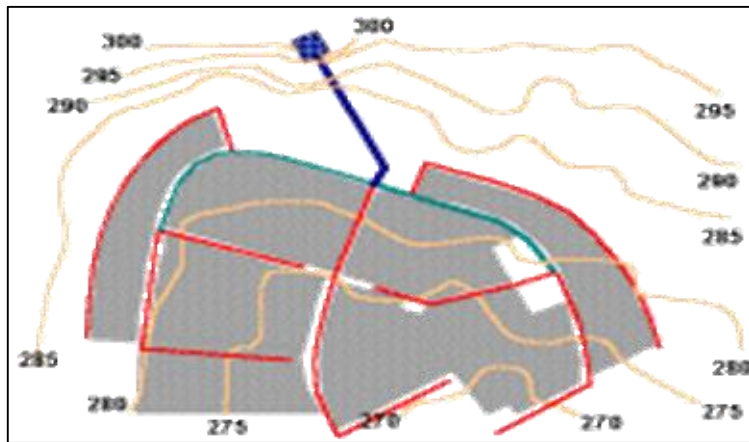
El diseño hidráulico podrá realizarse como redes abiertas, cerradas y combinadas. Los cálculos deben realizarse tomando en cuenta los diámetros internos reales de las tuberías.

a) Redes abiertas

El Dimensionamiento de las redes abiertas o ramificadas se realizará de acuerdo con los siguientes criterios:

- Se admitirá que la distribución del caudal sea uniforme a lo largo de la longitud de cada tramo.
- La pérdida de carga en el ramal será determinada para un caudal igual al que se verifica en su extremo.
- Cuando por las características de la población se produzca algún gasto significativo en la longitud de la tubería, éste deberá ser considerado como un nudo más.

Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 lps para el diseño de los ramales.



El diseño hidráulico se realizará teniendo en cuenta los siguientes criterios: Darcy – Weisbach, Hazen – Williams, Flamant.

b) Redes cerradas

El flujo de agua a través de ellas estará controlado por dos condiciones:

- El flujo total que llega a un nudo es igual al que sale.
- La pérdida de carga entre dos puntos a lo largo de cualquier camino, es siempre la misma.

Estas condiciones junto con las relaciones de flujo y pérdida de carga, nos dan sistemas de ecuaciones, los cuales pueden ser resueltos por cualquiera de los métodos matemáticos de balanceo.



En sistemas anillados se admitirán errores máximos de cierre:

- De 0,10mca de pérdida de presión como máximo en cada malla y/o simultáneamente debe cumplirse en todas las mallas.
- De 0,01lps como máximo en cada malla y/o simultáneamente en todas las mallas

Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 lps para el diseño de los ramales. Las redes cerradas no tendrán anillos mayores a 1km por lado.

4.3.1 Métodos para determinación de caudales

a) Redes cerradas

Para el cálculo de los caudales se puede disponer de los siguientes métodos:

Método de las Áreas

Consiste en la determinación del caudal en cada nudo considerando su área de influencia. Este método es recomendable en localidades con densidad poblacional uniforme en toda la extensión del proyecto. El caudal en el nudo será:

$$Q_i = Q_u * A_i$$

Donde el caudal unitario de superficie se calcula por:

$$Q_u = Q_t / A_t$$

Donde:

- Q_u : Caudal unitario superficial (L/s/Ha)
- Q_i : Caudal en el nudo “i” (L/s)
- Q_t : Caudal máximo horario del proyecto (L/s)
- A_i : Área de influencia del nudo “i” (Ha)
- A_t : Superficie total del proyecto (Ha)

Método de Densidad Poblacional

Este método considera la población por área de influencia de cada nudo. Para la aplicación de este método se deberá definir la población en cada sector del área del proyecto.

El caudal por nudo será:

$$Q_i = Q_p * P_i$$

Donde el caudal unitario poblacional se calcula por:

$$Q_p = Q_t / P_t$$

Donde:

- Q_p : Caudal unitario poblacional (L/s/hab)
- Q_t : Caudal total o caudal máximo horario para la totalidad de la población (L/s)
- Q_i : Caudal en el nudo “i” (L/s)
- P_t : Población total del proyecto (hab)
- P_i : población del área de influencia del nudo “i” (hab)

Método de la Longitud Unitaria

Por este método se calcula el caudal unitario, dividiendo el caudal máximo horario entre la longitud total de la red.

Para obtener el caudal en cada tramo, se debe multiplicar el caudal unitario por la longitud del tramo correspondiente.

Entonces:

$$Q_i = q * L_i$$

Donde:

$$q = Q_{mh} / L_t$$

- q : Caudal unitario por metro lineal de tubería (L/s/m)
- Q_i : Caudal en el tramo “i” (L/s)
- Q_{mh} : Caudal máximo horario (L/s)
- L_t : Longitud total de tubería del proyecto (m)
- L_i : Longitud del tramo “i” (m)

Método de la Repartición Media

Consiste en la determinación de los caudales en cada tramo del sistema, repartiéndolos en partes iguales a los nudos de sus extremos.

Por tanto, el caudal en un nudo, será la suma de los caudales de los tramos medios adyacentes.

El caudal de cada tramo puede ser calculado por el método de longitud unitaria.

Método del Número de Familias

Por este método se calcula un caudal unitario, dividiendo el caudal máximo horario entre el número total de familias de la población.

El caudal en el nudo, será el número de familias en su área de influencia, multiplicado por el caudal unitario.

$$Q_n = q_u * N_{fn}$$

Donde:

$$q_u = Q_{mh} / N_f$$

q_u : Caudal unitario (L/s/fam) Q_n
 : Caudal en el nudo "n" (L/s) Q_{mh} :
 Caudal máximo horario (L/s) N_f :
 Número total de familias
 N_{fn} : Número de familias en el área de influencia del nudo "n"

b) Redes abiertas

Si la red abasteciera a más de 30 conexiones, podrán emplearse cualquiera de los métodos indicados anteriormente para el cálculo de los caudales.

En caso de tener menos de 30 conexiones, la determinación de caudales por ramales se realizará por el método probabilístico o de simultaneidad.

Se recomienda aplicar la siguiente fórmula:

$$Q_{RAMAL} = k * \sum Q_g$$

Donde:

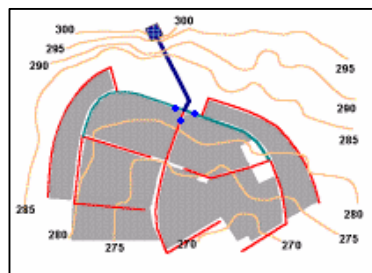
$$K = (x - 1)^{-0.5}$$

- QRAMAL : Caudal de cada ramal (L/s)
 Qg : Caudal por grifo (L/s). Este valor no será inferior a 0.1 l/s
 k : Coeficiente de Simultaneidad. En ningún caso el coeficiente será menor a 0.20
 x : Número de grifos ≥ 2
 x : Número total de grifos en el área que abastece cada ramal

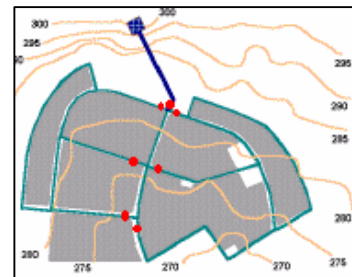
4.4 Consideraciones finales

4.4.1 Válvulas de seccionamiento

La ubicación y cantidad de válvulas de seccionamiento en una red de distribución se determinan con la finalidad de poder aislar un tramo o parte de la red en caso de reparaciones o ampliaciones, manteniendo el servicio en el resto de esta. Mientras mayor número de válvulas se tengan en la red, menor será la parte sin servicio en caso de una reparación, pero más costoso el proyecto. En poblaciones concentradas deben proveerse de una válvula de ingreso a la red y en los puntos donde exista un ramal de derivación importante.



a) Redes abiertas



b) Redes cerradas

4.4.2 Válvulas de purga de lodos

Las válvulas de purga de lodos se ubicaran en los puntos de cotas más bajas de la red de distribución, en donde se pudieran acumular sedimentos, se deberán considerar sistemas de purga.

4.4.3 Válvulas reductoras de presión

Las válvulas reductoras de presión reducen automáticamente la presión aguas abajo de las mismas, hasta un valor prefijado. En los casos en que no se pueda acceder a una válvula reductora de presión se puede optar por el uso de una cámara rompe-presión.

4.4.4 Cámara de válvulas

Todas las válvulas deberán contar con cámara de válvulas para fines de protección, operación y mantenimiento. Las dimensiones de la cámara deberán permitir la operación de herramientas y otros dispositivos alojados dentro de la misma.

4.4.5 Cámaras rompe-presión

En la instalación de una cámara rompe-presión debe preverse de un flotador o regulador de nivel de aguas para el cierre automático una vez que se encuentre llena la cámara y para periodos de ausencia de flujo.

4.4.6 Anclajes

Se instalarán anclajes de seguridad (hormigón simple, ciclópeo, etc.) en los siguientes casos:

- En tuberías expuestas a la intemperie que requieran estar apoyadas en soportes o adosadas a formaciones naturales de roca.
- En los cambios de dirección tanto horizontales como verticales de tramos enterrados o expuestos, siempre que el cálculo estructural lo justifique.
- En tuberías colocadas en pendiente mayores a 60 grados respecto a la horizontal.

Los anclajes más comunes son para curvas horizontales y verticales, tees y terminaciones de tubería

4.4.7 Cámara distribuidora de caudales

La función de una caja divisora de flujo por gravedad, es dividir el flujo en dos o más partes, destinados a diferentes usos o reservorios de almacenamiento.

La caja divisora de flujo podrá emplearse en los siguientes casos:

- Cuando el proyecto considere más de un reservorio de almacenamiento, ya sea por grandes distancias, por diferencias de nivel o diferentes comunidades.
- Cuando existan diferentes usos del agua (consumo humano, riego, pecuaria).

Las ventajas de la caja divisora de flujo son: uso racional y equitativo del agua, disminución de costos de aducción y menor número de cámaras rompe-presión (cuando estas son requeridas).

5. Bibliografía

Reglamento técnico de diseño de proyectos de agua potable para poblaciones menores a 5000 hab. Ministerio de Vivienda y Servicios Básicos - Dirección General de Saneamiento Básico – Bolivia. OPS/CEPIS/05.145

Redes de distribución – Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Comisión Nacional del Agua – México.

Anexo 8.4

REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO (Extracto)

ANEXO I

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

ANEXO II

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE
CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoníaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

ANEXO III

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS
QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015
Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL ⁻¹	0,01
3. Aceites y grasas	mgL ⁻¹	0,5
4. Alacloro	mgL ⁻¹	0,020
5. Aldicarb	mgL ⁻¹	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL ⁻¹	0,00003
7. Benceno	mgL ⁻¹	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,001
10. Endrin	mgL ⁻¹	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL ⁻¹	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL ⁻¹	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL ⁻¹	0,00003
14. Metoxicloro	mgL ⁻¹	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL ⁻¹	0,009
16. 2,4-D	mgL ⁻¹	0,030
17. Acrilamida	mgL ⁻¹	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL ⁻¹	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL ⁻¹	0,0003
20. Benzopireno	mgL ⁻¹	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
22. Tetracloroetano	mgL ⁻¹	0,04

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
23. Monocloramina	mgL ⁻¹	3
24. Tricloroeteno	mgL ⁻¹	0,07
25. Tetracloruro de carbono	mgL ⁻¹	0,004
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mgL ⁻¹	0,008
27. 1,2- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	1
28. 1,4- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	0,3
29. 1,1- Dicloroeteno	mgL ⁻¹	0,03
30. 1,2- Dicloroeteno	mgL ⁻¹	0,05
31. Diclorometano	mgL ⁻¹	0,02
32. Ácido edético (EDTA)	mgL ⁻¹	0,6
33. Etilbenceno	mgL ⁻¹	0,3
34. Hexaclorobutadieno	mgL ⁻¹	0,0006
35. Acido Nitrilotriacético	mgL ⁻¹	0,2
36. Estireno	mgL ⁻¹	0,02
37. Tolueno	mgL ⁻¹	0,7
38. Xileno	mgL ⁻¹	0,5
39. Atrazina	mgL ⁻¹	0,002
40. Carbofurano	mgL ⁻¹	0,007
41. Clorotoluron	mgL ⁻¹	0,03
42. Cianazina	mgL ⁻¹	0,0006
43. 2,4- DB	mgL ⁻¹	0,09
44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mgL ⁻¹	0,001
45. 1,2- Dibromoetano	mgL ⁻¹	0,0004
46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mgL ⁻¹	0,04
47. 1,3- Dicloropropeno	mgL ⁻¹	0,02
48. Dicloroprop	mgL ⁻¹	0,1
49. Dimetato	mgL ⁻¹	0,006
50. Fenoprop	mgL ⁻¹	0,009
51. Isoproturon	mgL ⁻¹	0,009
52. MCPA	mgL ⁻¹	0,002
53. Mecoprop	mgL ⁻¹	0,01
54. Metolacloro	mgL ⁻¹	0,01
55. Molinato	mgL ⁻¹	0,006
56. Pendimetalina	mgL ⁻¹	0,02
57. Simazina	mgL ⁻¹	0,002
58. 2,4,5- T	mgL ⁻¹	0,009
59. Terbutilazina	mgL ⁻¹	0,007
60. Trifluralina	mgL ⁻¹	0,02
61. Cloropirifos	mgL ⁻¹	0,03
62. Piriproxifeno	mgL ⁻¹	0,3
63. Microcistin-LR	mgL ⁻¹	0,001

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
64. Bromato	mgL ⁻¹	0,01
65. Bromodiclorometano	mgL ⁻¹	0,06
66. Bromoformo	mgL ⁻¹	0,1
67. Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mgL ⁻¹	0,01
68. Cloroformo	mgL ⁻¹	0,2
69. Cloruro de cianógeno (como CN)	mgL ⁻¹	0,07
70. Dibromoacetónitrilo	mgL ⁻¹	0,1
71. Dibromoclorometano	mgL ⁻¹	0,05
72. Dicloroacetato	mgL ⁻¹	0,02
73. Dicloroacetónitrilo	mgL ⁻¹	0,9
74. Formaldehído	mgL ⁻¹	0,02
75. Monocloroacetato	mgL ⁻¹	0,2
76. Tricloroacetato	mgL ⁻¹	0,2
77. 2,4,6- Triclorofenol		

Nota 1: En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL⁻¹.

Nota 2: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL⁻¹.

Nota 3: La suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Cloroformo, Dibromoclorometano, Bromodiclorometano y Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{LMP_{\text{cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{LMP_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodiclorometano}}}{LMP_{\text{Bromodiclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{LMP_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

donde, C: concentración en mg/L, y LMP: límite máximo permisible en mg/L

ANEXO
IV

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
DE PARÁMETROS
RADIATIVOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Dosis de referencia total	mSv/año	0,1
3. Actividad global β	Bq/L	1,0

Nota 1: Si la actividad global α de una muestra es mayor a 0,5 Bq/L o la actividad global β es mayor a 1 Bq/L, se deberán determinar las concentraciones de los distintos radionúclidos y calcular la dosis de referencia total; si ésta es mayor a 0,1 mSv/año se deberán examinar medidas correctivas; si es menor a 0,1 mSv/año el agua se puede seguir utilizando para el consumo.

Anexo IX

DOCUMENTOS PRESENTADOS PARA LA EVALUACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Nuevo Chimbote, 19 de Abril 2017

CARTA N° 153 -2017/EIC-CH-UCV

SR. MARCO ANTONIO RIVERO HUERTA
ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO CASMA

Presente.-
De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted para expresarle nuestro cordial saludo y a la vez presentarle al Sr. **JAIRO JEFER CORDERO OLIVERA**, identificado con DNI N° 73179250, quien culminó el Noveno ciclo. Estudiante de la Facultad de Ingeniería, en la carrera profesional de Ingeniería Civil de nuestra casa superior de estudio y a fin de realizar su trabajo de desarrollo de investigación titulado **"EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL PUERTO CASMA :DISTRITO COMANDANTE NOEL – PROVINCIA DE CASMA-ANCASH-2017"**, solicitamos le brinde al estudiante **EL PERMISO Y TODAS LAS FACILIDADES A FIN DE ACCEDER A LAS INSTALACIONES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE UBICADO EN PUERTO CASMA**.

Sin otro en particular y agradeciéndole por su atención a la presente, me despido testimoniándole mi singular deferencia.

Atentamente,


Ing. Victor Rolando Rojas Silva



CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



Nuevo Chimbote, 19 de Abril 2017

CARTA N° 153 -2017/EIC-CH-UCV

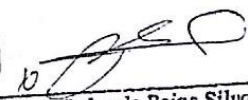
SR. MARCO ANTONIO RIVERO HUERTA
ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO CASMA

Presente.-
De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted para expresarle nuestro cordial saludo y a la vez presentarle al Sr. **JAIRO JEFER CORDERO OLIVERA**, identificado con DNI N° 73179250, quien culmino el Noveno ciclo. Estudiante de la Facultad de Ingeniería, en la carrera profesional de Ingeniería Civil de nuestra casa superior de estudio y a fin de realizar su trabajo de desarrollo de investigación titulado "EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL PUERTO CASMA :DISTRITO COMANDANTE NOEL – PROVINCIA DE CASMA-ANCASH-2017", solicitamos le brinde al estudiante EL PERMISO Y TODAS LAS FACILIDADES A FIN DE ACCEDER A LAS INSTALACIONES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE UBICADO EN PUERTO CASMA.

Sin otro en particular y agradeciéndole por su atención a la presente, me despido testimoniándole mi singular deferencia.

Atentamente,


Ing. Victor Rolando Rojas Silva



CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

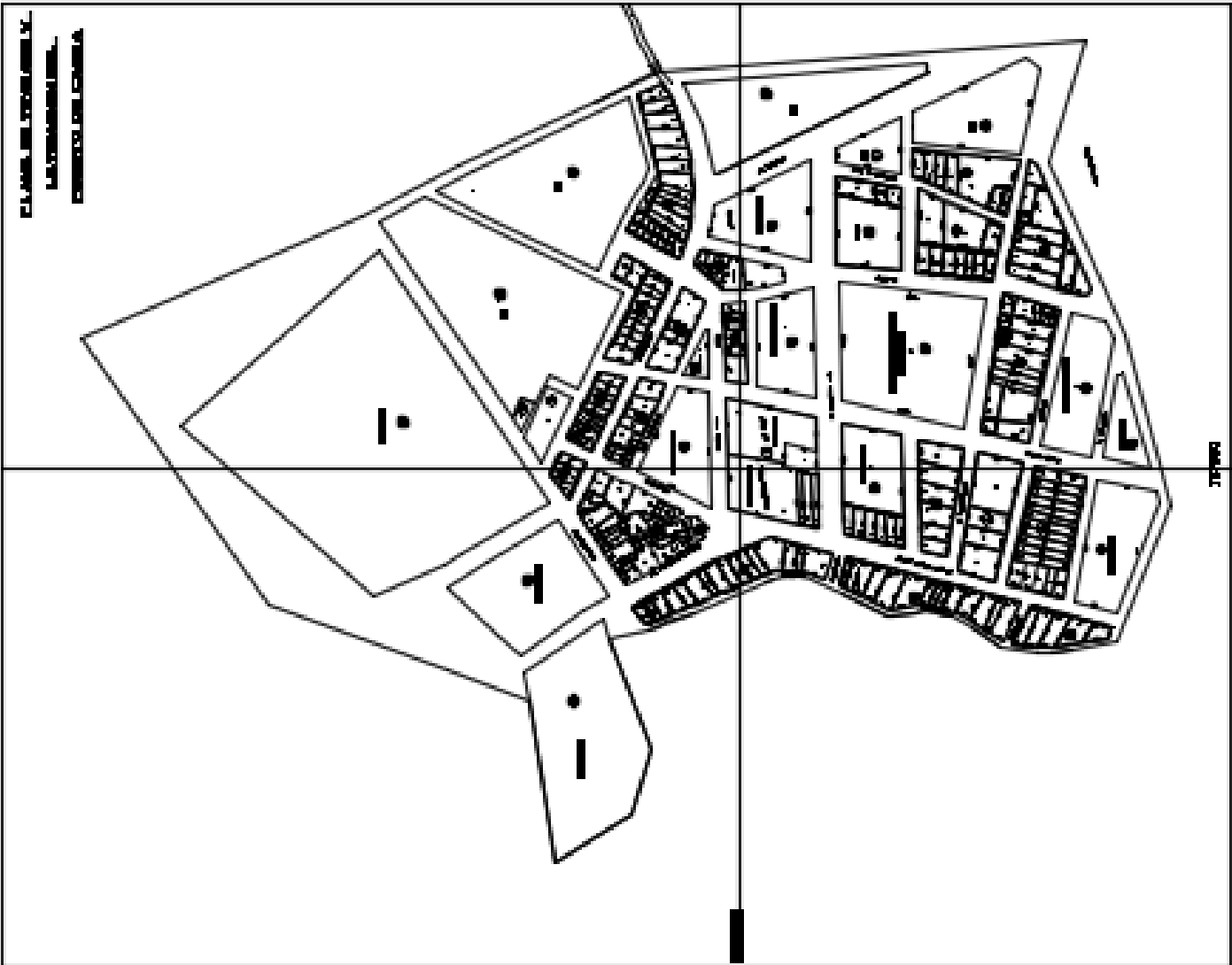
Anexo X

PLANOS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

GRUPO DE RESERVA POR PARTICIPACION

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----



PLAZA DE LOS ANGELES
 LAZARILLO
 CENTRO DE CLASES

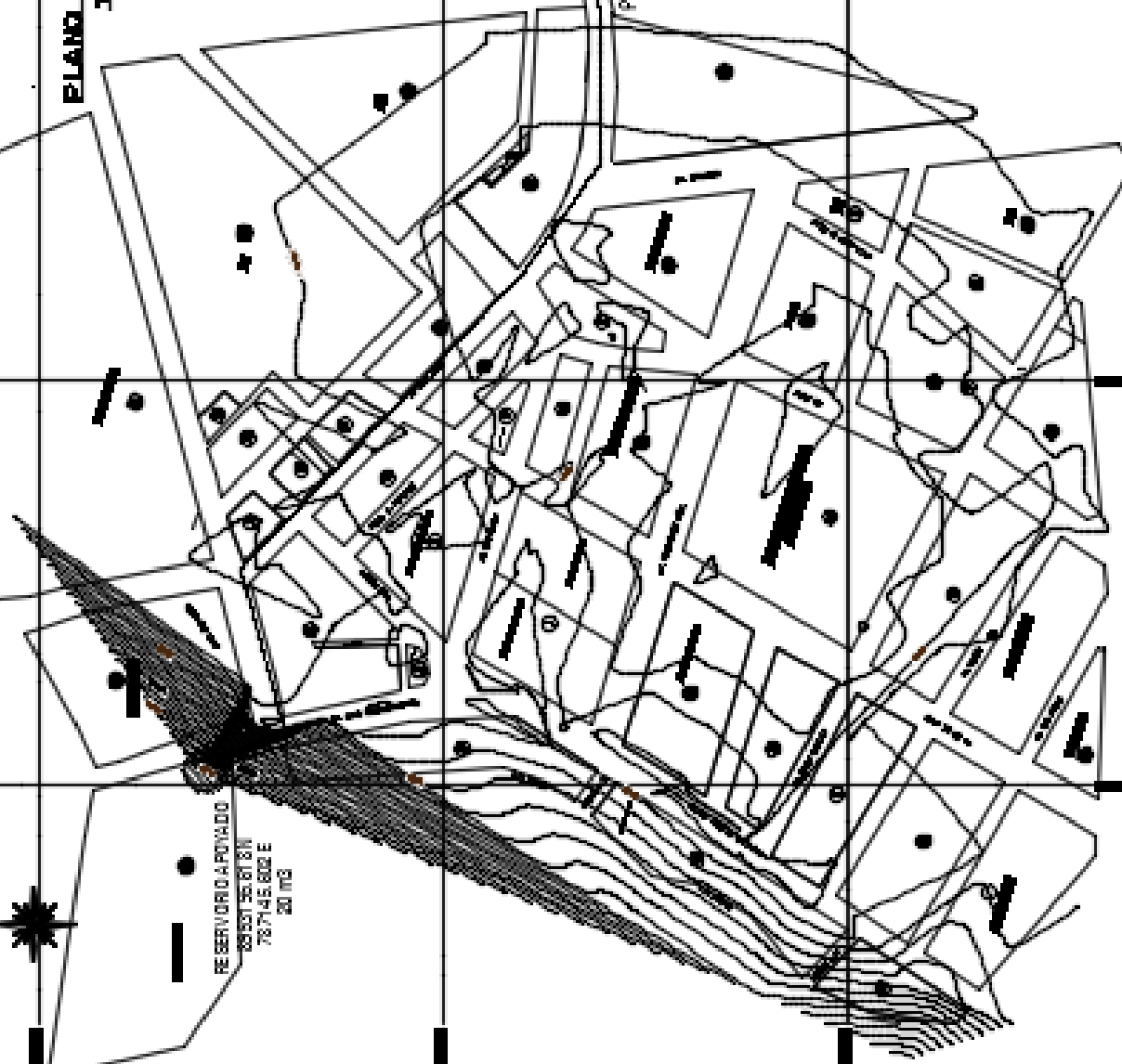
GRUPO DE RESERVA POR PARTICIPACION

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

PLANO TOPOGRÁFICO
14-0030



RESERVOIRIO APOYADO
20.5307 56.818' N
78.7945 6002' E
50 MTS



PANAMIENTO EXISTENTE

PANAMIENTO EXISTENTE

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Evaluación y Mejoramiento del Sistema de
Agua Potable en el Puerto Caama - Dist.
Comandante Nolas - P. Prov. Caama - Ancash

Taller Para la Obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil

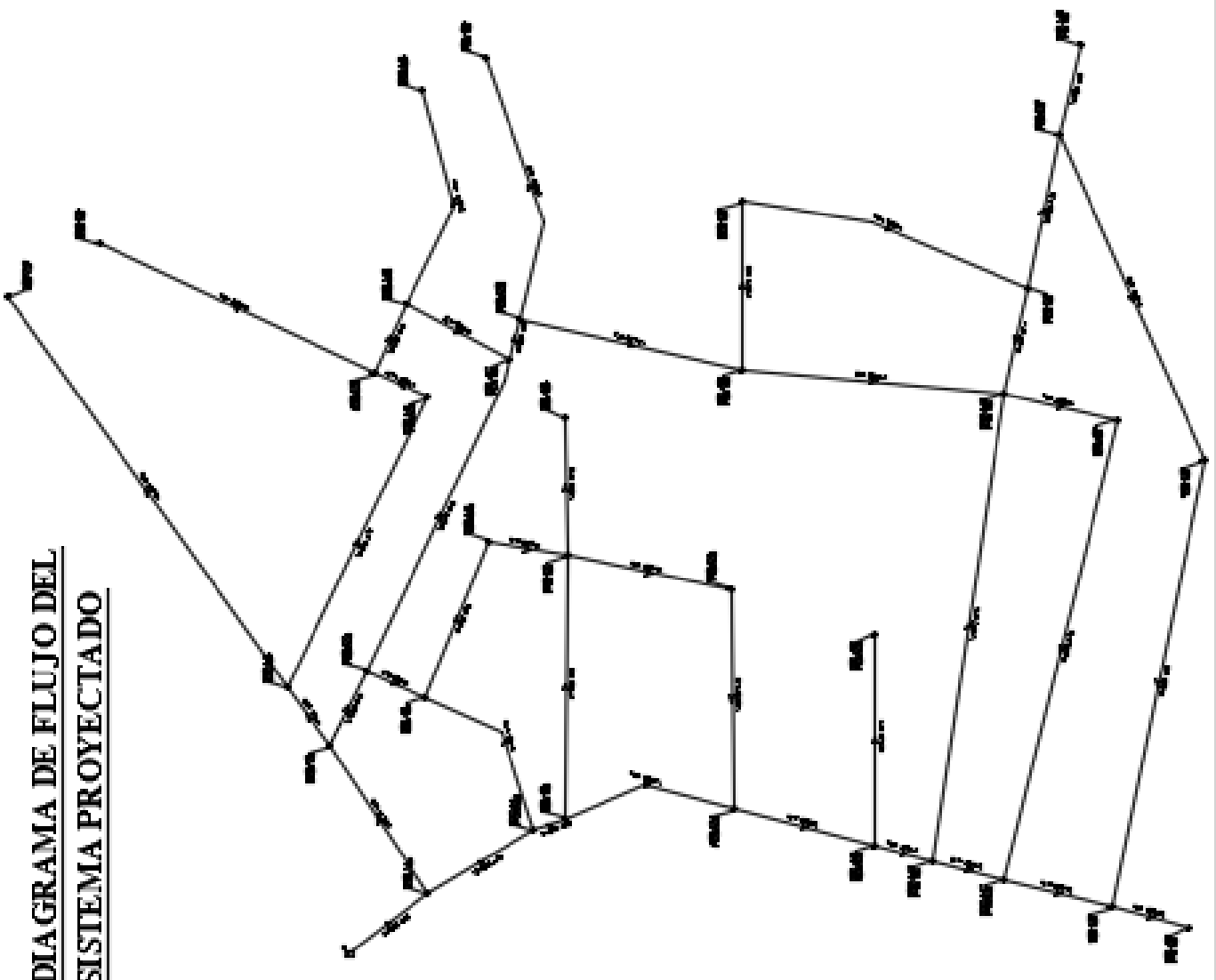
1-03

Anexo 10.1

Planos

Propuesta

DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA PROYECTADO



NODO	COORDENADA (m)	COTA (metros)	PRECION (m.c. L/SEG)
21	0.452	14.022	27
22	0.362	13.922	33
23	0.302	13.822	31
24	0.202	13.722	21
25	0.102	13.622	22
26	0.425	13.522	18
27	0.345	13.422	32
28	1.482	13.322	14
29	1.325	13.222	17
30	0.362	13.122	11
31	0.112	13.022	16
32	0.052	12.922	18
33	0.202	12.822	14
34	0.302	12.722	15
35	0.402	12.622	16
36	0.502	12.522	17
37	0.602	12.422	18
38	0.702	12.322	19
39	0.802	12.222	20
40	0.902	12.122	21
41	1.002	12.022	22
42	1.102	11.922	23
43	1.202	11.822	24
44	1.302	11.722	25
45	1.402	11.622	26
46	1.502	11.522	27
47	1.602	11.422	28
48	1.702	11.322	29
49	1.802	11.222	30
50	1.902	11.122	31
51	2.002	11.022	32
52	2.102	10.922	33
53	2.202	10.822	34
54	2.302	10.722	35
55	2.402	10.622	36
56	2.502	10.522	37
57	2.602	10.422	38
58	2.702	10.322	39
59	2.802	10.222	40
60	2.902	10.122	41
61	3.002	10.022	42

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería del Ambiente
 Calle Colón 1000, Arequipa - Dist. Candamarca
 Arequipa - Perú. Teléfono: 052 202011

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 ESCUELA DE INGENIERIA

P:08

