



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**MODELO DE RED DE SANEAMIENTO BÁSICO EN ZONAS
RURALES CASO: CENTRO POBLADO AYNACA-OYÓN-LIMA**

PRESENTADA POR
CÉSAR MAARNOL AVILA TREJO
ANDRÉ GUSTAVO RONCAL LINARES

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2014



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada
CC BY-NC-ND

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTIN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**MODELO DE RED DE SANEAMIENTO BÁSICO EN ZONAS
RURALES CASO: CENTRO POBLADO AYNACA-OYÓN-LIMA**

TESIS

PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PRESENTADO POR

**AVILA TREJO, CESAR MAARNOL
RONCAL LINARES, ANDRÉ GUSTAVO**

LIMA Æ PERÚ

2014

Dedicatoria

A Dios, nuestros padres que nos apoyaron incondicionalmente en todo momento y a las personas que nos motivaron con su apoyo y consejos.

Agradecimiento

A la Universidad San Martín de Porres, profesores, asesores, compañeros de estudio y amigos, quienes sin su ayuda no hubiéramos podido realizar esta tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	21
1.1 Antecedentes	21
1.2 Periodo de diseño	31
1.3 Población de diseño	32
1.4 Red de abastecimiento de agua potable	34
1.5 Sistema de alcantarillado sanitario	39
1.6 Tanque imhoff y lecho de secado	45
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	58
2.1 Tipo de investigación	58
2.2 Población	58
2.3 Muestra	58
2.4 Diagnóstico del centro poblado	64
2.5 Diseño de la red de agua potable, alcantarillado y planta de tratamiento	67
2.6 Estudio de impacto ambiental	81
CAPÍTULO III. PRUEBAS Y RESULTADOS	96
3.1 Presupuesto	96
3.2 Listado de insumo	106
CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES	113
FUENTES DE INFORMACIÓN	114
ANEXOS	115

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla N° 1: Tasa de incidencia de los casos de EDA en niños menores de 5 años	xvii
Tabla N° 2: Cobertura de agua potable y alcantarillado en el Perú, 2003-2009	22
Tabla N° 3: Gastos del estado en nuevos soles 2009-2012	25
Tabla N° 4: Número de centros poblados y población según tamaño de centro poblado (Censo 2007)	26
Tabla N° 5: Hogares con acceso de servicio de agua y saneamiento	27
Tabla N° 6: Tabla de factor de capacidad relativa según temperatura	51
Tabla N° 7: Tiempo de digestión en días según temperatura	52
Tabla N° 8: Uso de las viviendas en el centro poblado	59
Tabla N° 9: Material predominante en las viviendas	60
Tabla N° 10: Servicios básicos del centro poblado	60
Tabla N° 11: Tratamiento de agua en el centro poblado	62
Tabla N° 12: Sistema de disposición de excretas	63
Tabla N° 13: Número de viviendas actuales	66
Tabla N° 14: Población actual del centro poblado Aynaca	67
Tabla N° 15: Periodo de diseño de acuerdo al tipo de sistema	67
Tabla N° 16: Proyección de población futura	68
Tabla N° 17: Dotación por habitante	69
Tabla N° 18: Medición de caudal de aforo	71
Tabla N° 19: Instalación de infraestructura provisional	84
Tabla N° 20: Captación	86
Tabla N° 21: Línea de conducción de agua	87
Tabla N° 22: Redes de distribución	89
Tabla N° 23: Red de alcantarillado	92

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico N°1: Comparación de las tasas de incidencia de los casos de EDA _s entre 2011 y 2012	xvii
Gráfico N°2: Cobertura de agua y desagüe en países seleccionados	22
Gráfico N°3: Esquema de tanque imhoff	49
Gráfico N°4: Detalle de cámara de cimentación	51
Gráfico N°5: Detalle de área de ventilación	53
Gráfico N°6: Lecho de secado de lodos	56
Gráfico N°7: Corte de lecho de secado	56
Gráfico N°8: Planos generales de tanque imhoff	57

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Memorias de Cálculo:	
A-01: Diseño hidráulico y dimensionamiento de la caja de captación	116
A-02: Cálculo de línea de conducción	119
A-03: Cuadro de demanda	121
A-04: Diseño del reservorio	122
A-05: Diseño de la red de distribución	141
A-06: Calculo hidráulico de alcantarillado	142
A-07: Diseño de tanque imhoff	143
A-08: Matriz de consistencia	145
A-09: Operacionalización de variables	146
Panel Fotográfico:	
Foto N°1: Pileta de agua potable por gravedad sin tratamiento	147
Foto N°2: Vista de las viviendas del centro poblado	147
Foto N°3: Vista del IE %Írigen del Rosario+N°20096	148
Foto N°4: Vista del puesto de salud de Aynaca	148
Foto N°5: Vista de calicata C-2 dentro del centro poblado	149
Foto N°6: Vista panorámica de la zona de estudio	149
Foto N°7: Vista por google earth de la captación	150
Foto N°8: Medición del caudal del ojo de agua	150
Foto N°9: Vista por google earth del reservorio	151
Planos (ver planimetría):	
LT-01: Lotización del centro poblado	
CA-01: Captación . Arquitectura	
CA-02: Captación . Estructuras	
LC-01: Línea de conducción	

LC-02: Línea de conducción
LC-03: Línea de conducción
LC-04: Línea de conducción
LC-05: Línea de conducción
PL-01: Perfil Longitudinal de la línea de conducción
PL-02: Perfil Longitudinal de la línea de conducción
PL-03: Perfil Longitudinal de la línea de conducción
PL-04: Perfil Longitudinal de la línea de conducción
PL-05: Perfil Longitudinal de la línea de conducción
DA-01: Válvula de aire
DA-02: Válvula de purga
DA-03: Detalle de conexiones domiciliarias de agua potable
RP-01: Reservorio 40 m3 . Arquitectura
RP-02: Reservorio 40 m3 . Estructura
RP-03: Reservorio 40 m3 . Estructura
RP-04: Reservorio 40 m3 . Estructura
RP-05: Reservorio 40 m3 - Instalación de válvulas
RA-01: Red de general de agua potable
CD-01: Conexión domiciliaria de agua potable
DA-03: Detalle de conexión domiciliaria de agua potable
RS-01: Red general de alcantarillado
DF-01: Diagrama de flujo de alcantarillado
PS-01, PS-02: Perfil longitudinal de alcantarillado
CD-02: Conexión domiciliaria de alcantarillado
DS-01: Detalle de conexiones domiciliarias de alcantarillado
DS-02: Detalles de buzones
DS-03: Detalle de zanja (Protección de tuberías)
PT-01: Distribución de la planta de tratamiento
PT-02: Instalaciones hidráulicas tanque Imhoff
PT-03: Estructura tanque Imhoff
PT-04: Instalaciones hidráulicas filtro biológico

PT-05: Estructuras filtro biológico
PT-06: Lecho de secado
PT-07: Detalle de pozo y tanque de absorción
PT-08: Rejas y desarenador - Arquitectura
PT-08A: Rejas y desarenador - Estructura
PT-08B: Medidor Parshall
DC-01: Distribución de calicatas

RESUMEN

El presente trabajo de tesis consiste en el diseño de una red de saneamiento básico para zonas rurales, teniendo como caso de estudio el centro poblado Aynaca, perteneciente al distrito Cochamarca, provincia de Oyón, Departamento de Lima. Localidad que no cuenta con los servicios básicos de saneamiento, lo que implica un incremento de enfermedades, baja calidad de vida y contaminación ambiental. Es así que para efectos de este estudio se utilizó el tipo de investigación explicativa, que persigue describir el problema e intenta encontrar las causas del mismo. Además, las variables del proyecto responden al de una investigación por objetivos, donde se define a la población en estudio, se elaboran encuestas, se ubican los componentes de saneamiento y se desarrollan los cálculos para la red en mención.

Se consideró como alternativa de solución los sistemas de captación (tipo ladera), línea de conducción (2,180 m de tubería de PVC-UF DN 63 mm), reservorio apoyado (capacidad de 40 m³), línea de aducción (88.16 m de tubería de PVC-SAP C-10 1 1/2"), red de distribución (741.23 m de tubería de PVC-SAP C-10 1" y 94.88 m de tubería PVC-SAP C-10 3/4"), red de alcantarillado (23 buzones y 1,096.48 m de tubería de PVC 160 mm SN2) y planta de tratamiento (Tanque Imhoff). Finalmente se elaboró un presupuesto, comprobándose que se necesita un total de 3,012.52 Nuevos Soles en promedio por habitante para poder ejecutar el proyecto.

Al finalizar el trabajo se pudo concluir que ejecutándose la propuesta anteriormente mencionada se mejorará la calidad de vida de los pobladores de la zona rural en estudio puesto que se les dotará de agua potable, un sistema de alcantarillado y una planta de tratamiento de aguas residuales.

Palabras claves: Red de saneamiento, agua potable, zonas rurales, centro poblado, servicios básicos y calidad de vida.

ABSTRACT

This thesis is about the design of a basic sanitation's network for rural areas, taking as a case of study the Town Center called Aynaca, belonging to Cochamarca, located in Oyón province, in the Department of Lima. This Location doesn't have basic sanitation. This implies an increase of diseases, poor quality of life and environmental pollution. So, for this study's purposes, the explanatory research was used, which aims to describe the problem and try to find the causes of it. Also, the project variables respond to the investigation objectives, in which the population in study is defined, surveys are made, sanitation components are located and the calculations for the network in mention are developed.

It was considered as alternative solutions the following systems: uptake (type slope), pipeline (2,180 m of PVC-UF DN 63 mm), supported reservoir (capacity 40 m³), adduction line (88.16 m pipe SAP PVC-C-10 1 1/2 "), distribution line (741.23 m PVC pipe SAP C-10-1" and 94.88 m PVC-SAP C-10 3/4 ") sewer (23 sewage manholes and 1096.48 m of 160 mm PVC pipe SN2) and treatment plant (Imhoff tank). Finally, a budget was drafted; proving that a total of 3012.52 Nuevos Soles is needed on average per capita to run the project.

At the end of the work it was concluded that running the above proposal the quality of life for residents of the rural area of study will improve as it will be provided with drinking water, a sewage system and treatment plant wastewater.

Keywords: Network sanitation, drinking water, rural, town center, basic services and quality of life.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se ha previsto analizar cada uno de los parámetros para que pueda ser concebido del modo más cercano y óptimo, así poder atender los requerimientos atendidos que demanda el tema a presentar.

De acuerdo a la información del Censo de Población y Vivienda del año 2007, en el Perú existen 85,138 localidades, de las cuales 8,982 (10.55%) son zonas rurales con poblaciones entre 201 a 500 habitantes. El total de pobladores de estas localidades es de 2700,067 habitantes, representando el 32.81% del universo rural (8228,715 habitantes).

Según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES 2012), en zonas rurales el 12.8% de niños y niñas menores de 5 años padecen de enfermedades diarreicas agudas (EDA) y el 31.9% de niños y niñas sufren desnutrición crónica (20 puntos porcentuales mayor al del ámbito urbano). La evidencia señala la relación directa entre la ausencia de servicios de agua potable y saneamiento, y el incremento de la prevalencia de enfermedades diarreicas (en especial entre niñas y niños menores de cinco años de edad) lo que vulnera su estado nutricional.

El área de estudio corresponde al Centro Poblado Aynaca, ubicado en el distrito de Cochamarca, provincia de Oyón, Región Lima. Las calles atraviesan por serios problemas de evacuación de las aguas servidas, debido a que constantemente presentan aniegos, ya que las letrinas se encuentran colmadas y cumplieron su vida útil. Las conexiones hacia las acequias se hallan muy deterioradas y originan que la salud de la población se vea perjudicada.

Esta situación produce enfermedades diarreicas, dérmicas y contaminación ambiental, teniendo una relación directa con los altos índices de desnutrición infantil.

El presente estudio propone mejorar la calidad de vida de los pobladores, combatiendo las enfermedades gastrointestinales, dérmicas y disminuyendo la

contaminación por las aguas residuales domésticas. Por ello, se plantea diseñar la red de agua potable, alcantarillado y planta de tratamiento de las aguas residuales, a fin de proveer el servicio integral de agua y saneamiento que les permita contar con baño, agua de calidad y educación sanitaria, antes, durante y después del proyecto.

1. Situación del problema

La falta de acceso al agua potable y alcantarillado es uno de los principales factores que desencadenan o perpetúan la situación de la desnutrición crónica infantil, esta realidad es grave y se presenta con mayor incidencia en las poblaciones rurales del país.

Por ello, en el marco de las políticas de inclusión social del Gobierno y del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), es una prioridad la atención de las poblaciones más pobres y excluidas, con el objeto de mejorar su salud y en particular combatir las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA) contribuyendo de esta manera con la reducción de la desnutrición infantil.

Una de las acciones ya emprendidas por el Gobierno para dar cuenta de este compromiso es la creación, en enero de 2012, del Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR), que busca mejorar el acceso de la población del ámbito rural a servicios de agua y saneamiento de calidad y sostenibles.

El Centro Poblado Aynaca en la actualidad cuenta con una población de 395 habitantes, con una densidad de 5 habitantes por vivienda. Se abastece con un sistema de agua potable por gravedad sin tratamiento, que dota a la población a través de 5 piletas distribuidas en todo el centro poblado como se muestra en la FOTO N° 1 (ANEXO). A su vez el centro poblado no cuenta con un sistema de alcantarillado, usando pozos sépticos para evacuar sus desechos.

Las calles vienen atravesando por serios problemas con la evacuación de las aguas servidas, debido a que constantemente presentan continuos aniegos ya

que las letrinas (pozos sépticos) se encuentran colmados y ya cumplieron su vida útil. Las conexiones hacia las acequias se encuentran muy deterioradas y originan que la salud de la población se vea perjudicada, en especial la de los niños quienes son los que se encuentran más expuestos a las enfermedades gastrointestinales y dérmicas originadas por la mala evacuación de las aguas servidas.

2. Problema

2.1. Problema general

¿De qué manera la implementación de un modelo de proyecto de saneamiento rural mejora la calidad de vida de los pobladores en el ámbito de salud y contaminación?

2.2. Problema específico

- a) ¿El diseño de la red de agua potable y alcantarillado reduce el déficit de saneamiento?
- b) ¿Los proyectos de saneamiento contribuyen a disminuir los índices de enfermedades diarreicas y dérmicas?
- c) ¿El diseño de una planta de tratamiento permitirá reducir la contaminación ambiental?
- d) ¿Un proyecto de saneamiento permita retroalimentar la educación sanitaria de la población?

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Proponer un modelo de proyecto de saneamiento rural que mejore la calidad de vida de los pobladores del Centro Poblado Aynaca en el ámbito de salud y contaminación.

3.2. Objetivos Específicos

- a) Diseñar la red de agua potable y alcantarillado, que permita disminuir el déficit de saneamiento.
- b) Desarrollar un proyecto de saneamiento que contribuya a reducir los índices de enfermedades diarreicas y dérmicas.
- c) Diseñar la planta de tratamiento que permita disminuir la contaminación ambiental.
- d) Retroalimentar la educación sanitaria de los pobladores con un proyecto de saneamiento.

4. Justificación

De acuerdo con la información del Censo de Población y Vivienda de 2007, en el Perú existen 85,872 localidades, de las que el 99% son rurales, en las que habitan el 30% de pobladores del país (nueve millones de personas).

Según la Encuesta Demográficas y de Salud Familiar (ENDES 2012), en zonas rurales el 12.8% de niños y niñas menores de 5 años padecen de Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA) y el 31.9% de niños y niñas sufren de desnutrición crónica (20 puntos porcentuales mayor al del ámbito urbano). La evidencia señala la relación directa entre la ausencia de servicios de agua potable y saneamiento y el incremento de la prevalencia de enfermedades diarreicas, en especial entre niñas y niños menores de cinco años de edad, lo que vulnera al mismo tiempo su estado nutricional.

El estudio realizado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en el año 2011, mostró importantes problemas en el ámbito de la educación sanitaria. De hecho, en las distintas localidades rurales se observó que el 90% de personas no se lavan las manos; el 98% realiza una inadecuada manipulación del agua y 54% de viviendas poseen letrinas sucias.

Los datos estadísticos proporcionados por la Unidad de Salud del centro poblado Aynaca, reflejan un incremento en las enfermedades, que se originan

por el uso excesivo de las letrinas y conexiones domiciliarias hacia las acequias aledañas, así como la mala disposición de las aguas residuales. Además, los sedimentos y aguas residuales que se estancan en algunos puntos de las calles y avenidas, incrementan los focos de proliferación de insectos (zancudos, mosquitos, moscas, etc.), los cuales son transmisores directos de enfermedades como la conjuntivitis, la diarrea, el dengue, el parasitismo y el paludismo, como se muestra en el gráfico N° 01.

Tabla N° 1: Tasa de incidencia de los casos de EDA en niños menores de 5 años

Estaciones de Salud	ENERO - ABRIL 2011			ENERO - ABRIL 2012		
	POB. < 5 AÑOS	TOTAL EDA < 5 AÑOS	TIA	POB. < 5 AÑOS	TOTAL EDA < 5 AÑOS	TIA
Puesto de Salud de Aynaca	115	16	13.9%	115	8	7.0%

Fuente: Puesto de Salud Aynaca

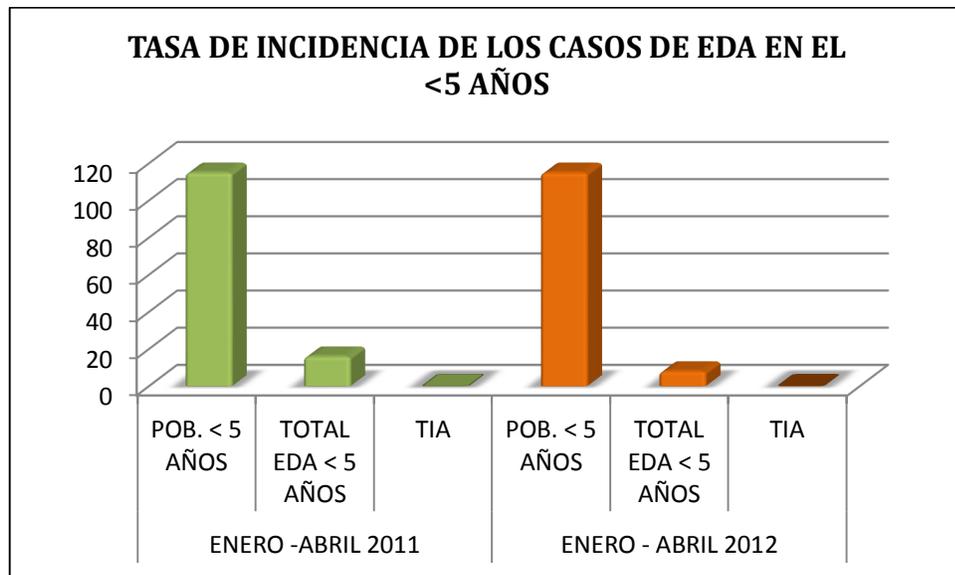


Gráfico N° 1: Comparación de las Tasas de Incidencia de los casos de EDA entre el 2011 y 2012. **Fuente:** Puesto de Salud de Aynaca

Es necesario que un centro poblado en desarrollo como Aynaca, cuente con todos los servicios básicos indispensables, ya que se trata de proteger el medio

ambiente mediante el manejo y tratamiento adecuado de las aguas residuales. Actualmente, las piletas que abastecen de agua a la población, no satisfacen el requerimiento mínimo y carecen del servicio de alcantarillado, haciendo indispensable cubrir dichas necesidades, con lo que se logrará una disminución al problema del impacto ambiental negativo que causa la descarga de aguas contaminadas hacia las acequias aledañas al pueblo. Al obtener el sistema de alcantarillado y asumiendo que la administración local lleve a cabo la ejecución de dicho proyecto, se permitirá minimizar la contaminación ambiental, disminuir la vulnerabilidad a las enfermedades infecciosas, mejorar la calidad de vida de los habitantes, la imagen urbana y ayudar al desarrollo integral del centro poblado.

Por tanto, se hace necesaria la implementación de una red agua y alcantarillado que pueda darle una mejor calidad de vida a los pobladores de Aynaca.

5. Limitaciones

- La ubicación o zona de aplicación de la tesis, ya que se encuentra en una zona alto andina, en el Distrito de Cochamarca, Provincia de Oyón y Departamento de Lima.
- La dotación de los servicios por sí misma no mejorara la salud de la población, para que esto ocurra se requiere de la acción de los habitantes. El lavado regular de manos, la limpieza de las instalaciones sanitarias, etc. son responsabilidad de cada persona y las tareas de educación sanitaria tienen como objetivo implantar nuevos hábitos y prácticas que contribuyan a la salud individual y familiar.
- Debido a que el centro poblado en estudio no cuenta con vías pavimentadas no se podrá diseñar el sistema de drenaje de las aguas pluviales.

6. Viabilidad

a) Viabilidad técnica: Se implementará un sistema de agua potable y saneamiento, cumpliendo con las Normas Técnicas y siguiendo las pautas del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. La captación y distribución de

agua se ajustará a un diseño estándar, mediante la captación de tipo ladera, que es una alternativa tecnológica sencilla de implementar.

El proyecto contemplará un reservorio de agua potable en áreas libres con cota superior a la cota más alta de abastecimiento de agua, siendo la distribución de agua por gravedad; asimismo se considerará una planta de tratamiento y tanque Imhoff (unidad de tratamiento primario que se utiliza para comunidades pequeñas menores a 5,000 habitantes).

b) Viabilidad económica: La viabilidad financiera de los servicios de saneamiento en las áreas rurales es un tema que no solo requiere ser claramente definido, sino es algo que necesita de la intervención e inversión pública para garantizar el derecho al agua y saneamiento de las personas que habitan en el ámbito rural. En efecto, la dispersión de la población y su propia condición económica limita la posibilidad de considerar economías de escala o rendimientos económicos que justifiquen la operación privada, salvo en casos muy específicos. De allí que el tema clave en este ámbito sea encontrar mecanismos de financiamientos que aseguren la ampliación del servicio, calidad y sostenibilidad.

c) Viabilidad social: Asegurar que la población tenga oportunidades de mejora de sus condiciones de salud, mediante la provisión adecuada (tanto en calidad como en tecnología) y sostenible de servicios de agua potable y saneamiento, conjugando la construcción y mejoramiento de infraestructura con la educación sanitaria. Se busca garantizar de modo sostenible el acceso a un baño digno y agua potable para toda la población.

d) Viabilidad operativa: El establecimiento de las cuotas familiares ha de corresponderse tanto a la estructura de costos como a la valoración de los servicios. En este ámbito, es importante que la población internalice los beneficios de una adecuada provisión de servicios de agua y saneamiento

sobre las condiciones de vida en general y en particular sobre el efecto en la salud de los niños.

Sensibilizar a la población mediante acciones de comunicación y capacitación, que muestren claramente que los servicios públicos tienen un costo, ello financiará la operación y mantenimiento de los sistemas de agua y saneamiento.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Plan bicentenario: El Perú hacia el 2021

El Plan Bicentenario (2011) sostiene que el crecimiento con democratización que el Perú se compromete a lograr para el 2021 incluye el acceso equitativo a servicios fundamentales de calidad (educación, salud, agua, saneamiento, electricidad, telecomunicaciones, vivienda y seguridad ciudadana). Para alcanzarlo, se requiere estrategias políticas que convoquen por igual al Estado y la iniciativa privada.

También considera imprescindible el acceso universal de la población a servicios adecuados de agua y electricidad. En la actualidad, la población con acceso al servicio regular de agua potable es 68.6%. El Plan Bicentenario se propone dar este servicio al 85% de la población en el año 2021. A su vez, solo el 53.3% de la población tiene acceso a redes de alcantarillado. En el 2021 debería ser 79%.

La cobertura nacional de agua potable en el 2007 alcanzó 70% de la población y la de alcantarillado 52,7%; en el 2009 se elevó al 72,6% y a 56,5%, respectivamente (Tabla N°2). Entre los años 2008 y 2009, los programas para la construcción de redes de agua y alcantarillado han beneficiado a una población cercana a los dos millones de personas.

Tabla N° 2: Cobertura de Agua Potable y Alcantarillado en el Perú, 2003-2009

Servicio	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Agua Potable							
Total	68.6	66.7	67.4	68.9	70.0	70.7	72.6
Urbano	84.7	81.4	82.8	83.3	84.2	84.7	86.1
Rural	38.7	32.2	29.9	32.5	32.4	31.7	34.4
Alcantarillado							
Total	49.4	50.2	51.1	52.8	52.7	54.7	56.5
Urbano	73.5	69.2	69.6	71.5	70.0	71.7	73.5
Rural	4.7	5.6	5.9	5.5	6.9	7.2	8.5

Fuente: INEI, ENAHO 2004-2009.

En el marco de los objetivos del milenio, el Perú se ha comprometido a reducir a la mitad la población sin acceso a los servicios de agua para el año 2015. El cumplimiento de este compromiso representa un reto inmenso para nuestro país, ya que según el Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015 del Ministerio de Vivienda, se requerirán US\$ 4,042 millones entre los años 2006 y 2015 para atender las necesidades de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas.

El gráfico N° 2 presenta una comparación de las coberturas de agua y desagüe en algunos países de América Latina.

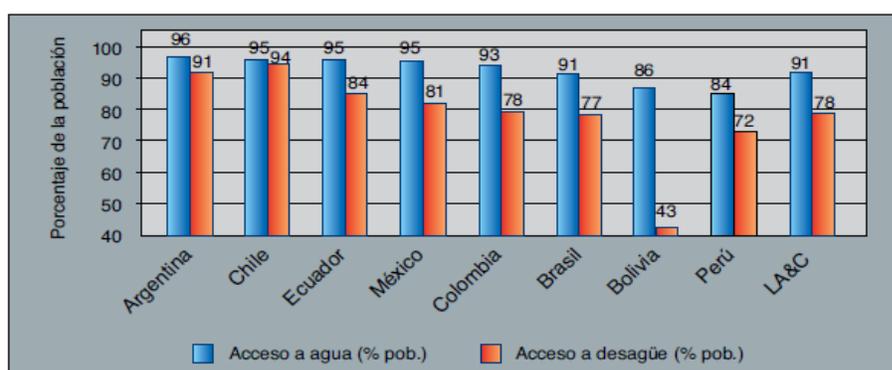


Gráfico N° 2: Cobertura de Agua y Desagüe en Países Seleccionados

Fuente: Banco Mundial, The Little Green Data Book 2009.

En las ciudades costeras, donde la oferta del recurso hídrico es más restringida, la desalinización del agua de mar ofrece una posibilidad para enfrentar la escasez del agua potable. Esta tecnología es relativamente costosa, pero es de esperar que se abarate en el futuro. La posibilidad de conseguir grandes ahorros en el uso del agua mediante la reducción del alto porcentaje de agua no facturada, hace suponer que la utilización del agua desalinizada no se generalizará en la costa peruana.

1.1.2. Programa nacional de saneamiento Rural Æ Plan Mediano Plazo: 2013-2016

Según el Programa Nacional de Saneamiento Rural (2013-2016), el acceso a los servicios de agua potable y saneamiento adecuado es un derecho fundamental que en pleno siglo XXI es aún negado a una de cada tres personas en el mundo. A su vez, la población rural peruana se encuentra en dicha condición y esto constituye un problema sustantivo de desigualdad e inclusión social.

Actualmente, según el mencionado programa, el agua potable no llega ni al uno por ciento de la población rural. Por otra parte, la población rural se encuentra en miles de localidades dispersas en las regiones naturales del país. Por lo mismo, resulta imperativo desarrollar un esfuerzo no solo integral sino específico que pueda abordar los desafíos propios del agua y el saneamiento en el ámbito rural. Este plan contiene un enfoque de mediano plazo acerca de los problemas a enfrentar, las líneas estratégicas de acción a desarrollar y las metas a alcanzar mediante su accionar y la colaboración con otros actores nacionales, regionales y locales.

El Programa Nacional de Saneamiento (2013-2016) y de acuerdo a la información del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) y del Sistema de Administración Financiera (SIAF), se tiene que:

- El gasto en saneamiento representa el 1% del gasto público total (incluyendo los tres niveles de gobierno).
- A saneamiento rural se destina el 34 % del gasto total destinado a saneamiento; es decir, 0.48% del presupuesto total.
- Los gobiernos locales han aplicado un 75%, 80%, 72% y 78 % de la ejecución presupuestal en saneamiento rural durante los años 2009, 2010, 2011 y 2012 respectivamente, mientras los gobiernos regionales aplicaron el 19%, 17%, 22% y 8% durante el mismo periodo; la participación del gobierno nacional ha sido del 5, 3, 5 y 14 por ciento en los mismos años.
- En cuanto a los proyectos de inversión pública en saneamiento rural, la mayor iniciativa también recae en los gobiernos locales. Estos explican el 96, 90, 98 y 97 de los proyectos de inversión considerados viables entre 2009 y el 6 de setiembre de 2012. De los proyectos de inversión pública viables y sus respectivos montos de inversión, los formulados por los gobiernos locales representan el 95%.

Tabla N° 3: Gastos del Estado en Nuevos Soles 2009-2012

GASTO DEL ESTADO EN NUEVOS SOLES						
		2009	2010	2011	2012	2012 (al 21/12/12)
Gobierno Nacional	Saneamiento Urbano	230,160,507	241,415,652	288,375,636	426,094,777	345,796,406
	Saneamiento Rural	34,794,946	25,261,952	54,737,333	133,471,796	66,336,824
	Subtotal Saneamiento	264,955,453	266,677,604	343,112,969	559,566,573	412,133,230
	Total	48,828,278,668	54,110,506,891	59,455,955,523	67,379,890,377	56,916,787,139
Gobierno Regional	Saneamiento Urbano	308,190,775	543,792,377	753,885,154	202,312,486	159,968,499
	Saneamiento Rural	126,229,325	136,397,305	224,908,048	60,321,843	37,295,073
	Subtotal Saneamiento	434,420,100	680,189,682	978,793,202	262,634,329	197,263,572
	Total	14,653,153,188	16,159,497,063	17,208,369,932	23,301,553,260	18,918,075,513
Gobierno Local	Saneamiento Urbano	1,079,978,940	1,135,724,500	1,179,234,580	738,769,343	415,695,078
	Saneamiento Rural	488,499,580	643,401,401	721,568,370	637,803,528	361,238,921
	Subtotal Saneamiento	1,568,478,520	1,779,125,901	1,900,802,950	1,376,572,871	776,933,999
	Total	15,676,138,617	17,718,672,545	16,791,186,076	30,667,275,450	20,834,139,564
Total	Saneamiento Urbano	1,618,330,222	1,920,932,529	2,221,495,370	1,367,176,606	921,459,983
	Saneamiento Rural	649,523,851	805,060,658	1,001,213,751	831,597,167	464,870,818
	Subtotal Saneamiento	2,267,854,073	2,725,993,187	3,222,709,121	2,198,773,773	1,386,330,801
	Total	79,157,570,473	87,988,676,499	93,455,511,531	121,348,719,087	96,669,002,216

Fuente: SIAF

1.1.2.1. Situación actual

a) La población objetivo

De acuerdo a la información del Censo de Población y Vivienda del año 2007, en el Perú existen 85,872 localidades habitadas, de las cuales 85,138 (99%) son rurales. En estos habita tres de cada diez pobladores del país (poco más de

8 millones de personas). Es decir, el Perú presenta un alto grado de concentración de la población en pocos centros poblados, como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Tabla N° 4: Número de centros poblados y población según tamaño del centro poblado (Censo 2007)

TAMAÑO (Número de Habitantes)	NÚMERO DE LOCALIDADES	POBLACIÓN
Ambito Rural	85,138	8,228,715
1 a 5	17,755	48,662
6 a 10	9,181	71,029
11 a 50	22,698	591,681
51 a 100	12,009	879,908
101 a 200	11,855	1,700,590
201 a 500	8,982	2,700,067
501 a 1000	1,997	1,339,851
1001 a 2000	661	896,927
Ambito Urbano	734	19,183,442
2001 a 5000	365	1,111,444
5001 a 10000	121	855,559
10001 a 100000	204	6,665,988
100001 a 250000	28	4,287,391
250001 a 500000	14	4,785,056
Más de 500000	2	1,478,004
Total General	85,872	27,412,157

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2007

b) Prevalencia de enfermedades diarreicas agudas

Los problemas de saneamiento se traducen de modo directo en la salud y el bienestar de las personas; principalmente en la prevalencia en Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA ϕ), las cuales repercuten sobre la desnutrición infantil y son causa importante de mortalidad en la niñez.

Según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (en adelante ENDES 2011), la prevalencia de diarrea entre niñas y niños menores de cinco años de edad es 13.9% a nivel nacional y 15% para el ámbito rural. Cabe anotar que la

prevalencia de EDA se reduce con el consumo de agua tratada: a 11.6% cuando el agua contiene cloro residual; a 12.5% cuando el agua es embotellada y a 12.8% cuando el agua es hervida.

c) Acceso a los servicios de agua y saneamiento

La misma ENDES (2011) muestra que el 64.7% de los hogares rurales tiene acceso a servicios de agua mediante la red pública. Esta situación representa una mejora respecto de los valores observados en 2008 (54.6%). Sin embargo, de acuerdo a la misma fuente, menos de 1% de los hogares rurales cuenta con acceso a agua con una adecuada dosificación de cloro (0.5 mg/l); esta situación se ha mantenido estable durante el periodo 2009 a 2011.

Con relación al acceso a los servicios de saneamiento, la ENDES 2011 muestra que 15.7% de los hogares de zonas rurales cuenta con dicho acceso (instalaciones intradomiciliarias, fuera del domicilio pero adyacentes y pozo séptico, como se muestra en el siguiente TABLA N°5).

Tabla N° 5: Hogares con Acceso de Servicios de Agua y Saneamiento

	2008	2009	2010	2011
Hogares con Acceso a Agua Entubada	54.6	60.1	63.7	64.7
Hogares con Acceso a Agua Potable	-	0.2	0.6	0.6
Hogares con Acceso a Saneamiento	16.5	11	13.3	15.7

Fuente: ENDES 2008 - 2011

d) La calidad de los servicios prestados

Referirse a la calidad de los servicios de saneamiento supone hacer un esfuerzo por especificar qué elementos definen dicha calidad. Por ejemplo en cuanto a las características de la prestación de los servicios, se tiene la cloración del agua y las conexiones intradomiciliarias. Como ya se anotó, menos del 1% de los hogares rurales cuenta con agua apta para consumo humano y las instalaciones sanitarias intradomiciliarias solo están presentes en poco más del 10%.

Según el estudio realizado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS 2011), los resultados muestran que la satisfacción con la cantidad de agua potable a la que se accede es relativamente alta en las zonas rurales (80% declaran estar satisfechas) frente a una proporción menor en las localidades de más de 2,000 habitantes (54% declara estar satisfecha con la cantidad de agua). Por otro lado, cuando se indaga acerca de la satisfacción con el tipo de servicios higiénicos a los que se accede, la situación es diferente; los niveles de satisfacción en las áreas rurales se encuentran en 40% y no existe relación entre esta percepción y el tamaño de la localidad.

1.1.2.2. Lineamientos de política, objetivos, estrategias y acciones

a) Cobertura y calidad del servicio

El PNSR se propone mejorar la cobertura de servicios de agua y saneamiento bajo un enfoque o visión integral, contribuyendo a asegurar que las poblaciones rurales reciban un servicio y que este sea de calidad (agua apta para consumo humano y baño digno, agua suficiente en cantidad y con adecuada continuidad, tomando en cuenta las condiciones locales). Este es el principio organizador de toda la acción y por lo mismo, corresponde establecer lineamientos, objetivos y metas claras sobre el mismo.

b) Sostenibilidad de la provisión de servicios de calidad

En conjunto con la provisión, es indispensable prestar atención específica a los temas de sostenibilidad. Diversas intervenciones pasadas justamente han fracasado por no haber anticipado los aspectos de financiamiento, operación y mantenimiento y educación sanitaria que hacen que el servicio pueda o no mantenerse en el tiempo. La gran diferencia existente entre los niveles de provisión de agua por red pública y la provisión de agua potable, grafica de un modo claro como la dotación de infraestructura es condición necesaria pero no suficiente para garantizar el acceso de las poblaciones al agua potable y una razón importante de esta brecha se explica por problemas de operación y

mantenimiento de los servicios. El PNSR busca contribuir a que los sistemas de provisión sean sostenibles y de calidad.

c) Gestión del servicio por parte de los operadores

Un aspecto clave de la sostenibilidad está asociado a la forma como se gestiona la prestación de los servicios. Sin embargo, la naturaleza del problema de la gestión justificada, es que se brinde una atención específica al tema explorando diversas modalidades de gestión que se correspondan con la diversidad de situaciones y actores que operan en diversos contextos.

d) Marco normativo

Uno de los elementos claves para avanzar en la provisión de agua y saneamiento de calidad en el ámbito rural, es contar con un marco normativo que atienda la especificidad de los problemas a enfrentar y se oriente a habilitar a los actores para que estos puedan operar de la manera más eficaz y enfocada en la provisión de servicios sostenibles. Este marco necesita tener un carácter intersectorial y prestar adecuada atención a los diversos niveles de gobierno en los que se opera.

e) Fortalecimiento institucional de PNSR

A efectos de poder operar de una manera que se corresponda con la magnitud de los desafíos, el PNSR necesita fortalecer sus capacidades a efectos de cumplir de modo efectivo con sus diversos roles. Para ser efectivo, el PNSR ha de contar y sostener un conjunto amplio de capacidades vinculadas a sus acciones rectoras, articuladoras y ejecutoras.

f) Articulación institucional

Más allá de lo señalado en el punto precedente, el sector es plenamente consciente de la diversidad de actores y responsabilidades existentes tanto en el propio gobierno nacional, por lo que se requiere un trabajo conjunto con todos los sectores que operan en los sistemas de agua y saneamiento (un

ejemplo de importancia se vincula a los aspectos de salud ambiental y salud materno-infantil, que son áreas de competencias del Ministerio de Salud) así como en el ámbito sub-nacional a escala regional y municipal (un ejemplo clave es la ya mencionada iniciativa de los gobiernos en el terreno de la inversión pública en saneamiento). El PNSR necesita prestar atención específica a los desafíos originados en la presencia de una diversidad de los roles y actores de un modo que promuevan la eficiencia en la ejecución de los recursos públicos, maximizando los beneficios a la población.

g) Sistemas de apoyo a la toma de decisiones

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, a través del PNSR, necesita prestar atención permanente a la evolución del estado situacional: ¿En qué medida se está avanzando en la provisión de cobertura y calidad de los servicios?, ¿Cuán efectiva es la inversión pública en saneamiento rural?, ¿Qué tipo de brechas de equidad deben atenderse?, son solo ejemplos de preguntas al interés público cuya respuesta supone que el sector cuente con herramientas de información y seguimiento que le permitan conocer de modo oportuno los cambios en el estado situacional y diseñar las intervenciones, mejoras o correcciones que correspondan.

h) Comunicaciones

Por último, aunque no de menor importancia, una adecuada estrategia de comunicaciones es necesaria a efectos de sensibilizar e informar a la población sobre estos temas. El hecho que ni el 1% de los pobladores cuente con agua apta para el consumo humano es una situación tan dramática como por ejemplo, los niveles de comprensión lectora que logran los estudiantes en nuestras escuelas; sin embargo, mientras que este último fenómeno es casi universalmente conocido, el problema del agua no lo es. El país necesita tomar conciencia sobre esta situación y actuar en concordancia con: los ciudadanos quienes necesitan y deben comprender y respaldar por qué es necesario que se

destine recursos públicos para mejorar esta situación y recibir información adecuada y así fortalecer la transparencia en la gestión.

1.2. Periodo de diseño

Es el tiempo en el cual se estima que las obras por construir serán eficientes. Es menor que la vida útil (tiempo que razonablemente se espera que la obra sirva a los propósitos sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados que hagan antieconómico su uso o que requiera ser eliminada por insuficiente).

Además de la vida útil y del período de diseño, en los aspectos de financiamiento de las obras se habla a menudo del Período Económico de Diseño, definido como ~~el~~ tiempo durante el cual una obra de ingeniería funciona económicamente+. Sin embargo, el determinar este aspecto en un país como Perú resulta subjetivo, puesto que no existen los recursos financieros para construir cada vez que concluyen los períodos económicos de las obras en cuestión que deberían ser sustituidas de acuerdo a este criterio. Por lo anterior, en este texto se denominará ~~el~~ Período Económico de Diseño+ al tiempo en el cual se amortiza; es decir, se paga el crédito con el cual se ejecute el proyecto. Considerando lo anterior, el dimensionamiento de las obras se realizará a períodos de corto plazo, definiendo siempre aquellas que, por sus condiciones específicas, pudieran requerir un período de diseño mayor por economía de escala.

En las especificaciones técnicas para la elaboración de estudios y proyectos de agua potable de la Comisión Nacional del Agua, se han fijado los siguientes periodos de diseño:

1. Para localidades de 2500 a 15000 habitantes de proyecto, el periodo económico se tomará de 6 a 10 años.
2. Para localidades medianas de 15000 a 40000 habitantes de proyecto, el periodo económico se tomará de 10 a 15 años.

3. Para localidades urbanas grandes el periodo económico se tomará de 15 a 25 años.

1.3. Población de diseño

Para efectuar la elaboración de un proyecto de abastecimiento de agua potable es necesario determinar la población futura de la localidad, así como de la clasificación de su nivel socioeconómico dividido en tres tipos: popular, media y residencial. Igualmente se debe distinguir si son zonas comerciales o industriales, sobre todo al final del periodo económico de la obra.

La población actual se determina en base a los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), tomando en cuenta los últimos tres censos disponibles para el proyecto hasta el año de realización de los estudios y proyectos.

En el cálculo de la población del proyecto a futuro, intervienen diversos factores como: el crecimiento histórico, la variación de tasas de crecimiento, las características migratorias y las perspectivas de desarrollo económico.

La forma más conveniente para determinar la población de proyecto o futura de una localidad, se basa en su pasado desarrollo, tomado de los datos estadísticos. Los datos de los censos de población pueden adaptarse a un modelo matemático, como son: el aritmético, el geométrico, la extensión grafica y la formula de Malthus.

1.3.1. Método aritmético

Consiste en averiguar los aumentos absolutos que ha tenido la población y determinar el crecimiento anual promedio para un periodo fijo y aplicarlos en años futuros. Primero se determinará el crecimiento anual promedio por medio de la expresión:

$$I = \frac{Pa - Pi}{n}$$

Donde:

I = Crecimiento anual promedio.

Pa = Población actual (la del último censo).

Pi = Población del primer censo.

n = Años transcurrido entre el primer censo y el último.

Enseguida se procede a calcular la población futura por medio de la expresión:

$$Pf = Pa + I * n$$

Donde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

N = Periodo económico que fija el proyectista en base a las especificaciones técnicas de la Comisión Nacional del Agua.

I = Crecimiento anual promedio.

1.3.2. Método geométrico por porcentaje

Consiste en determinar el porcentaje anual de incremento por medio de los porcentajes de aumento en los años anteriores y aplicarlo en el futuro. Dicho en otras palabras, se calculan los cinco decenales de incremento y se calculará el porcentaje anual promedio.

$$\% \text{ promedio} = \frac{\% \text{ suma}}{n} = \frac{\%}{n}$$

Donde:

% = suma de porcentajes decenales.

n = número de años entre el primer censo y el último.

La fórmula para determinar la población de proyecto es:

$$P_f = P_a + \frac{P_a \cdot r \cdot N}{100}$$

Donde:

Pf = población futura.

Pa = población actual del último censo.

N = Periodo económico que fija el proyectista en base a las especificaciones técnicas de la Comisión Nacional del Agua.

1.3.3. Método geométrico por incremento medio total

Este método consiste en suponer que la población tendrá un incremento análogo al que sigue un capital primitivo sujeto al interés compuesto, en el que el rédito es el factor de crecimiento. La fórmula para determinar la población futura o de proyecto es:

$$P_f = P_a(1 + r)^n$$

Donde:

Pf = Población futura.

Pa = Población del último censo.

n = Periodo de diseño (económico).

r = Tasa de crecimiento o factor de crecimiento.

1.4. Red de abastecimiento de agua potable

Es un sistema de obras de ingeniería conectadas, que permiten llevar agua potable hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural relativamente densa.

1.4.1. Clasificación de los sistemas de abastecimiento de agua potable según la fuente:

- Agua proveniente de manantiales naturales, donde el agua subterránea aflora a la superficie.
- Agua subterránea, captada a través de pozos o galerías filtrantes.
- Agua superficial, proveniente de ríos, arroyos, embalses o lagos naturales.
- Agua de mar.

Según el origen del agua, para transformarla en agua potable deberá ser sometida a tratamientos, que van desde la simple desinfección, hasta la desalinización.

El sistema de abastecimiento de agua que se va a diseñar en este trabajo se clasificará como uno de agua superficial, ya que su fuente de abastecimiento va a ser un puquial.

1.4.2. Componentes del sistema de abastecimiento de agua potable

El sistema de abastecimiento de agua potable más complejo (que es el que utiliza aguas superficiales) consta de cinco partes principales:

- Almacenamiento de agua bruta
- Captación
- Tratamiento
- Almacenamiento de agua tratada
- Red de distribución

1.4.3. Almacenamiento de agua bruta

Se hace necesario cuando la fuente de agua no tiene un caudal suficiente durante todo el año para suplir la cantidad de agua necesaria. Para almacenar el agua de ríos o arroyos que no garantizan en todo momento el caudal necesario, se construyen embalses.

En los sistemas que utilizan agua subterránea, el acuífero funciona como un verdadero tanque de almacenamiento (la mayoría de las veces con recarga natural); sin embargo hay casos en que la recarga de los acuíferos se hace por medio de obras hidráulicas especiales.

1.4.4. Captación

Es la parte inicial del sistema hidráulico y consiste en las obras donde se capta el agua para poder abastecer a la población. Pueden ser una o varias; el requisito es que en conjunto se obtenga la cantidad de agua que la comunidad requiere. Para definir cuál será la fuente de captación a emplear, es indispensable conocer el tipo de disponibilidad de agua en la tierra, basándose en el ciclo hidrológico; de esta forma se consideran los siguientes tipos de agua según su forma de hallarse en el planeta:

- Aguas superficiales.
- Aguas subterráneas.
- Aguas meteóricas (atmosféricas).
- Agua de mar (salada).

Las aguas meteóricas y el agua de mar, ocasionalmente se emplean para abastecer a las poblaciones; cuando se usan es porque no existe otra posibilidad de surtir de agua a la localidad; las primeras se pueden utilizar a nivel casero o en poblaciones pequeñas; para la segunda, se desarrollan tecnologías que abaraten los costos del tratamiento requerido para convertirla en agua potable; el costo de la infraestructura necesaria en ambos casos es alto.

La captación de un manantial debe hacerse con todo cuidado, protegiendo el lugar de afloramiento de posibles contaminaciones, delimitando un área de protección cerrada.

La captación del agua superficial se hace mediante bocatomas; en algunos casos se utilizan galerías filtrantes, paralelas o perpendiculares al curso del agua, captándola con un filtrado preliminar.

La captación de las aguas subterráneas se hace mediante pozos o galerías filtrantes.

1.4.5. Tratamiento

Se refiere a todos los procesos físicos, mecánicos, químicos, que harán que el agua adquiera las características necesarias para que sea apta para su consumo. Los tres objetivos principales de una planta potabilizadora son: lograr un agua que sea segura para consumo humano, estéticamente aceptable y económica.

Para el diseño de una planta potabilizadora, es necesario conocer las características físico-químicas y biológicas del agua así como los procesos necesarios para modificarla.

Una planta de tratamiento de agua potable consta de los siguientes componentes:

- Reja para la retención de material grueso, tanto flotante como de arrastre de fondo.
- Desarenador, para retener el material en suspensión de tamaño fino.
- Floculadores, donde se adicionan químicos que facilitan la decantación de sustancias en suspensión coloidal y materiales muy finos en general.
- Decantadores o sedimentadores que separan una parte importante del material fino.
- Filtros, que terminan de retirar el material en suspensión.
- Dispositivo de desinfección.

1.4.6. Almacenamiento del agua tratada

El almacenamiento del agua tratada tiene la función de compensar las variaciones horarias del consumo y almacenar un volumen estratégico para situaciones de emergencia, como incendios. Existen dos tipos de tanques para agua tratada: apoyados en el suelo y elevados; cada uno dotado de dosificador o hipoclorador para darle el tratamiento y volverla apta para el consumo humano.

Desde el punto de vista de su localización con relación a la red de distribución, se distinguen en tanques de cabecera y de cola. Los primeros se sitúan aguas arriba de la red que alimentan. Toda el agua que se distribuye en la red tiene que pasar por el tanque de cabecera. En el segundo caso los tanques de cola se sitúan en el extremo opuesto de la red, en relación al punto en que la línea de aducción llega a la red. No toda el agua distribuida por la red pasa por el tanque de cola.

1.4.7 Red de distribución

Sistema de tuberías encargado de entregar el agua a los usuarios en su domicilio, durante las 24 horas del día, en cantidad adecuada y calidad requerida para todos y cada uno de los tipos de zonas socio-económicas (comerciales, residenciales, industriales, etc.), que tenga la localidad que se esté o pretenda abastecer de agua.

La Línea de Distribución se inicia generalmente en el tanque de agua tratada; consta de:

- Estaciones de bombeo.
- Tuberías principales, secundarias y terciarias.
- Tanques de almacenamiento intermediarios.
- Válvulas que permitan operar la red y sectorizar el suministro en casos excepcionales (en casos de ruptura y en casos de emergencia por escasez de agua).

- Dispositivos para macro y micro medición (se utiliza para ello uno de los diversos tipos de medidores de volumen).
- Derivaciones domiciliarias.

Las redes de distribución de agua potable en los pueblos y ciudades son generalmente redes que forman anillos cerrados. Las redes de distribución de agua en las comunidades rurales dispersas son ramificadas.

1.5. Sistema de alcantarillado sanitario

1.5.1. Características generales

El alcantarillado es la recolección y tratamiento de residuos líquidos. Las obras de alcantarillado y de aguas residuales incluyen todas las estructuras físicas requeridas para la recolección, tratamiento y disposición.

El agua residual es el residuo líquido transportado por una alcantarilla, que puede incluir descargas domésticas e industriales. La alcantarilla es una tubería o conducto cerrado, que fluye a medio llenar, transportando aguas residuales.

El alcantarillado para un área urbana requiere un diseño cuidadoso. Las alcantarillas deben ser adecuadas en tamaño y pendiente, de modo que contengan el flujo máximo sin ser sobrecargadas y mantengan velocidades que impidan la deposición de sólidos. Antes de que se pueda comenzar el diseño, se debe estimar el caudal y las variaciones de éste. Además se debe localizar cualquier estructura subterránea, incluyendo otros servicios, que pueda interferir con la construcción.

1.5.2. Recolección de aguas residuales

Se considera que el 80% del agua que alimenta a la comunidad debe removerse como agua de desecho; las variaciones en el uso del agua elevan la relación del flujo horario tres veces.

Los drenajes sanitarios se obstruyen por el depósito de materiales de desecho, a menos que impartan velocidades auto-limpiantes de 2.7km/hr. Excepto en

terrenos planos, las pendientes de las alcantarillas se hacen inclinadas para generar esta velocidad cuando los ductos fluyen llenos. Sin embargo, posiblemente siempre habrá depósito de sólidos y para encontrarlos y removerlos, las alcantarillas deben ser accesibles a la limpieza y la inspección.

Los alcantarillados grandes en donde los obreros pueden entrar para su inspección, limpieza y reparación, se encuentran libres de estas restricciones, hallándose ubicados los pozos de visita a suficiente distancia. En sus tramos iniciales más altos, los colectores reciben un flujo más pequeño, que no son auto-limpiantes y deben lavarse cada cierto tiempo. Esto se hace cerrando el flujo en el pozo de visita más bajo y descargando las aguas almacenadas en el colector.

1.5.3. Evacuación de las aguas residuales

El sistema de arrastre por agua en los alcantarillados es un procedimiento sencillo y económico de remover los residuos de las habitaciones y de la industria, los cuales son desagradables a la vista, putrescibles y peligrosos. Sin embargo, concentra los peligros y molestias potenciales al final del sistema colector.

Si los ríos y canales, estanques y lagos, así como los estuarios de marea y aguas costeras no han de alcanzar una fuerte polución, la carga impuesta sobre el agua que la transporta debe ser descargada antes de su evacuación a las masas receptoras de agua. Como se indicó, la descarga se asigna a las plantas de tratamiento de aguas negras para prevenir la contaminación de los abastecimientos de agua, la polución de el agua receptora desagradables a la vista y olfato, la destrucción de los peces alimenticios y otra manifestación de vida acuática valiosa y otros deméritos de la utilidad de las aguas naturales para fines recreativos, comerciales e industriales.

El grado de tratamiento requerido antes de la descarga, dependerá de la naturaleza y de la cantidad de agua receptora, así como de la economía regional de agua.

En el tratamiento de las aguas negras antes de su evacuación por irrigación, se intenta una recuperación completa del valor del agua, junto con una recuperación alta del valor fertilizante como sea posible, con el objetivo de evitar la diseminación de enfermedades mediante las cosechas obtenidas en tierras con aguas negras, a los animales que pastan en ellas, prevenir molestias tales como aspecto y olores desagradables alrededor de las áreas de descarga y optimizar los costos de la disposición de aguas negras y los beneficios agrícolas.

1.5.4. Fórmulas para cálculos de tuberías

a) Multiplicidad de fórmulas

El gran número de fórmulas existentes para el cálculo de tuberías, pone en duda a quienes se inician en la hidráulica. Desde la presentación de la fórmula de Chézy, en 1975, que representa la primera tentativa para explicar en forma algebraica la resistencia a lo largo de un conducto, innumerables fueron las expresiones propuestas para el mismo fin, muchas de las cuales todavía hoy son reproducidas y encontradas en los manuales de hidráulica.

b) Criterio para la adopción de una fórmula

Evidentemente una expresión no debe ser adoptada simplemente por razones de simpatía por su país de origen o por el hecho de haberse empleado con buenos resultados.

Rara vez las tuberías después de puestas en servicio, son convenientemente ensayadas para la determinación de sus características hidráulicas; con todo eso, los resultados de su funcionamiento, invariablemente son clasificados como buenos.

c) Fórmulas de circulación de flujo en tuberías parcialmente llenas

Fórmula de Chézy

$$V = C \sqrt{R_H S}$$

Donde:

V = velocidad en (m/seg).

S = Pendiente

C = Coeficiente de Chézy

$R_H = D/4$

Donde:

D = Diámetro de tubería

R_H = Radio Hidráulico

Fórmula de Hazen . Williams (1903-1920)

$$V = 0.849 C_H S^{0.54} D^{2.63}$$

Donde:

V = Velocidad media (m/s)

D = Diámetro, (m).

S = Pérdida de carga unitaria, (m/m).

C = Coeficiente que depende de la naturaleza de las paredes de los tubos (material y estado)

Fórmula de Chézy con Coeficiente de Manning

Manning, adaptando el coeficiente de rugosidad de Ganguillet y Kütter, llegó a la siguiente expresión para el coeficiente C de Chézy:

$$V = \frac{1.49}{n} \sqrt{R_H S} \quad (\text{Chézy})$$

$$V = \frac{C R_H^2 S}{n}$$

Entonces:

$$Q = \frac{C R_H^2 S A}{n}$$

Donde:

V = Velocidad en (m/s).

S = Pendiente

C = Coeficiente de Chézy

n = Coeficiente de rugosidad

R_H= Radio Hidráulico

1.5.5. Instalaciones complementarias de las alcantarillas

Las redes de alcantarillado requieren variedad de instalaciones complementarias para asegurar un funcionamiento apropiado.

a) Pozos de inspección

Los pozos de inspección se emplean como medio de acceso para la inspección y limpieza. Se colocan a intervalos no mayores de 100 m y en los puntos donde se produzca un cambio de dirección o de sección en la tubería o una considerable variación de pendiente.

El diseño de pozos de inspección está bien normalizado en la mayoría de las ciudades; un pozo de inspección de ladrillo, tiene una armadura de hierro fundido y una tapa con una abertura de 60 cm. El fondo del pozo de inspección es de concreto inclinado hacia un canal abierto que es una extensión de la alcantarilla más baja.

El canal abierto es revestido con secciones semicirculares o con la mitad de una tubería de alcantarilla. El canal deberá ser suficientemente bien definido y

bastante profundo para evitar la dispersión de las aguas residuales sobre el fondo del pozo de inspección.

Las tapas y las armaduras del pozo de inspección son fabricadas para diferentes pesos estándares correspondientes a diferentes condiciones de tráfico. Las aberturas a través de las tapas no deberían ser permitidas, ya que contribuyen a la infiltración durante eventos de precipitación.

Los pozos de inspección pueden ser previstos de peldaños metálicos insertados en las paredes; tales peldaños y los pozos de inspección están sujetos a corrosión y pueden presentar un peligro para los trabajadores en alcantarillas viejas.

b) Sifones invertidos

Un sifón invertido es una sección de alcantarilla que cae bajo la línea de pendiente hidráulica a fin de evitar un obstáculo (ferrocarril, carretera o río). Tales alcantarillas fluirán llenas y estarán bajo alguna presión; de ahí que deban estar diseñadas para resistir presiones internas bajas así como cargas externas.

Los sifones invertidos se construyen de tubo de hierro fundido, hormigón o arcilla cocida, dependiendo de las condiciones constructivas. Los tubos de hormigón y de arcilla deben encajarse en hormigón para evitar fugas. En los cruces de ríos se utiliza de hierro fundido que se hacen descender hasta su emplazamiento.

c) Descargas de alcantarillas y emisarios finales

El agua de lluvia y el agua residual tratada pueden ser descargadas al drenaje superficial o a cuerpos de agua (lagos, estuarios u océano). Las descargas o corrientes pequeñas son similares a las descargas de alcantarillas en carreteras, las cuales constan de un cabezal en concreto simple y un delantal para evitar la erosión.

Los reglamentos actuales exigen que las plantas de tratamiento de agua residual estén protegidas contra una inundación de 100 años, lo cual puede requerir diques alrededor de instalaciones en cotas bajas y los bombeos del flujo tratados cuando los niveles de las corrientes estén altos.

d) Bombeo de aguas residuales

En muchas comunidades es posible transportar toda el agua residual a un lugar de tratamiento central o a un punto de descarga sólo mediante un sistema que funcione por gravedad.

El bombeo también puede ser requerido hacia o dentro de plantas de tratamientos de aguas residuales y para descargar el agua residual tratada a corrientes que están por encima de la altitud de la planta de tratamiento.

El bombeo de las aguas residuales sanitarias no tratadas necesita diseños especiales, ya que es frecuente que el agua residual contenga sólidos grandes. El margen entre las aspas es suficientemente grande de modo que cualquier cosa que alcance la succión de la bomba pasará a través de ésta. Un impulso sin cuchillas, a veces usado como una bomba de pescar, también ha sido aplicado a este servicio.

1.6. Tanque Imhoff y lecho de secado

1.6.1. Generalidades

El tanque Imhoff es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos.

Para comunidades de 5000 habitantes o menos, los tanques Imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se les llama tanques de doble cámara.

Los tanques Imhoff tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas; sin embargo, para sus uso concreto es necesario que las aguas

residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena.

El tanque Imhoff típico es una de forma rectangular y se divide en tres compartimientos: la cámara de sedimentación, cámara de digestión de lodos y área de ventilación y acumulación de natas.

Durante la operación las aguas residuales fluyen a través de la cámara de sedimentación, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables, estos resbalan por las paredes inclinadas del fondo de la cámara de sedimentación pasando a la cámara de digestión a través de la ranura con traslape existente en el fondo del sedimentador. El traslape tiene la función de impedir que los gases o partículas suspendidas de sólidos, producto de la digestión, interfieran en el procesos de sedimentación. Los gases y partículas ascendentes, que inevitablemente se producen en el proceso de digestión, son desviados hacia la cámara de natas o área de ventilación.

Los lodos acumulados en el digestor se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secado, en donde el contenido de humedad se reduce por infiltración, después de lo cual se retiran y disponen de ellos enterrándolos o pueden ser utilizados para mejoramiento de suelos.

1.6.2 Definiciones

- Afluentes: Líquido que llega a una unidad o lugar determinado, por ejemplo el agua que llega a una laguna de estabilización.
- Aguas Servidas. Todas las aguas de alcantarilla, ya sean de origen domésticos (aguas de las casas habitación, edificios comerciales, etc.) o industrial, una vez que han sido utilizadas por el hombre.
- Cámara de digestión: Unidad de los tanques Imhoff, donde se almacenan y digieren los lodos.
- Cámara de sedimentación: Unidad del tanque Imhoff, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables.
- Caudal: Volumen de agua que pasa por un punto dado por unidad de

tiempo. Se expresa normalmente en lts/seg o m³/seg.

- Demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.): Cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la sustancia orgánica, en un tiempo y a una temperatura especificada. Depende enteramente de la disponibilidad de materia utilizable como alimento biológico y de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos durante la oxidación.
- Deshidratación de lodos: Proceso de remoción del agua contenida en los lodos.
- Eficiencia: Relación entre la capacidad real y la teórica total de una unidad o equipo. Usualmente se expresa en %.
Efluente: Líquido que sale de una unidad o lugar determinado, por ejemplo agua que sale de una laguna de estabilización.
- Infiltración: Efecto de penetración o infiltración del agua en el suelo.
- Lecho de lodo: Lugar donde se deshidratan los lodos estabilizados provenientes del tanque Imhoff.
- Lodos: Sólidos que se encuentran en el fondo del tanque Imhoff y que son evacuados a un lecho desecado.
- Nata: Sustancia espesa que se forma sobre el agua almacenada en el tanque Imhoff compuesto por residuos grasos y otro tipo de desechos orgánicos e inorgánicos flotantes.
- PH: Concentración de iones de hidrógeno.
- Sólido Sedimentable: Partícula presente en el agua residual, que tiene la propiedad de precipitar fácilmente.

1.6.3 Consideraciones a tener en cuenta

El ingeniero responsable del proyecto, deberá tener claro las ventajas y desventajas que tiene al empleador el tanque Imhoff para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la población.

1.6.4 Ventajas

- Contribuye a la digestión de lodo, mejor que en un tanque séptico, produciendo un líquido residual de mejores características.
- No descargan lodo en el líquido efluente, salvo en casos excepcionales.
- El lodo se seca y se evacua con más facilidad que el procedente de los tanques sépticos, esto se debe a que contiene de 90 a 95 % de humedad.
- Las aguas servidas que se introducen en los tanques Imhoff, no necesitan tratamiento preliminar, salvo el paso por una criba gruesa y la separación de las arenillas.
- El tiempo de retención de estas unidades es menor en comparación con las lagunas.
- Tiene un bajo costo de construcción y operación.
- Para su construcción se necesita poco terreno en comparación con las lagunas de estabilización.
- Son adecuados para ciudades pequeñas y para comunidades donde no se necesite una atención constante y cuidadosa, y el efluente satisfaga ciertos requisitos para evitar la contaminación de las corrientes.

1.6.5. Desventajas

- Son estructuras profundas (>6m).
- Es difícil su construcción en arena fluida o en roca y deben tomarse precauciones cuando el nivel freático sea alto, para evitar que el tanque pueda flotar o ser desplazado cuando este vacío.
- El efluente que sale del tanque es de mala calidad orgánica y microbiológica.
- En ocasiones puede causar malos olores, aun cuando su funcionamiento sea correcto.

Conocidas las ventajas y desventajas del tanque Imhoff quedará a criterio del ingeniero encargado del proyecto si es conveniente emplear esta unidad, en la localidad donde se desea tratar las aguas residuales de uso doméstico.

Cabe resaltar que esta alternativa resulta adecuada en caso no se cuente con

grandes áreas de terreno para poder construir un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, como es el caso de las lagunas de estabilización, además de que el tanque Imhoff deberá ser instalado alejado de la población, debido a que produce malos olores.

El tanque Imhoff elimina del 40 a 50 % de sólidos suspendidos y reduce la DBO de 25 a 35 %. Los lodos acumulados en el digester del tanque Imhoff se extraen periódicamente y se conducen a los lechos secados. Debido a esta baja remoción de la DBO y coliformes, lo que se recomendaría es enviar el efluente hacia la laguna facultativa para que haya una buena remoción de microorganismos en el efluente.

1.6.6. Diseño de Tanque Imhoff

Para el dimensionamiento de tanque Imhoff se tomarán en consideración los criterios de la Norma OS.090 Planta de tratamiento de Aguas Residuales+del Reglamento Nacional de Edificaciones.

El tanque típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimientos:

- a) Cámara de sedimentación.
- b) Cámara de digestión de lodos.
- c) Área de ventilación y cámara de natas

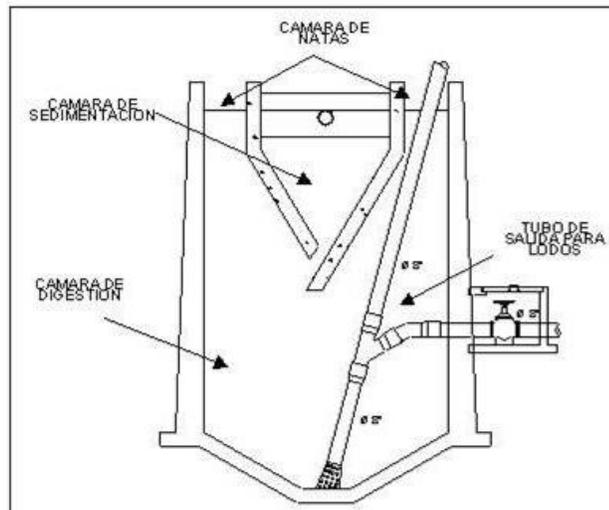


Gráfico N° 3: Esquema de tanque imhoff. **Fuente:** COSUDE

Además de estos compartimientos se tendrá que diseñar el lecho de secados de lodos.

1.6.7. Diseño de sedimentador

- Caudal de diseño (m³/hora)

$$Q_d = \frac{Q_{\text{total}} \times \text{Factor de seguridad}}{3600} \times \% \text{ eficiencia}$$

Dotación, el litro/hab/día.

- Área de sedimentador (As, en m²).

$$A_s = \frac{Q_d}{C_s}$$

Donde:

Cs: Carga superficial, igual a 1 m³/(m²*hora).

- Volumen del sedimentador (Vs, en m³)

$$V_s = A_s * R$$

Donde:

R: Periodo de retención hidráulica, entre 1.5 a 2.5 horas (recomendable 2 horas).

El fondo del tanque será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados respecto a la horizontal tendrá de 50° a 60°.

En la arista central se debe dejar una abertura para el paso de los sólidos removidos hacia el digestor, esta abertura será de 0.15 a 0.20 m. Uno de los lados deberá prolongarse, de 15 a 20 cm, de modo que impida el paso de gases y sólidos desprendidos del digestor hacia el sedimentador, situación que reducirá la capacidad de remoción de sólidos en suspensión de esta unidad de tratamiento.

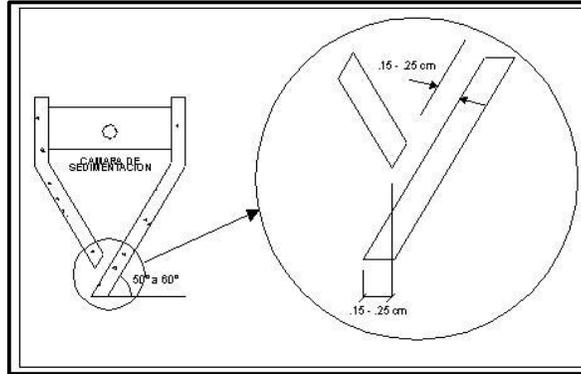


Gráfico N° 4: Detalle de cámara de sedimentación. **Fuente:** COSUDE.

- Longitud mínima del vertedero de salida (L_v , en m)

$$L_v = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{Ch_v}$$

Donde:

$Q_{m\acute{a}x}$: Caudal máximo diario de diseño, en m³/día.

Ch_v : Carga hidráulica sobre vertedero, estará entre 125 a 500 m³/(m*día), (recomendable 250).

1.6.8. Diseño del digestor

- Volumen de almacenamiento (V_d , en m³)

Para el compartimiento de almacenamiento y digestión de lodos (cámara inferior) se tendrá en cuenta la siguiente tabla:

Tabla N° 6: Tabla de factor de capacidad relativa según temperatura.

Temperatura °C	Factor de capacidad relativa (fcr)
5	2,0
10	1,4
15	1,0
20	0,7
>25	0,5

Fuente: COSUDE.

$$Q_2 = \frac{Q_1 * P * fcr}{10000}$$

Donde:

fcr: Factor de capacidad relativa, ver Tabla N° 6.

P: Población

El fondo de la cámara de digestión tendrá la forma de un tronco de pirámide invertida (tolva de lodos), para facilitar el retiro de los lodos digeridos.

Las paredes laterales de esta tolva tendrán una inclinación de 15° a 30° con respecto a la horizontal. La altura máxima de los lodos deberá estar 0.50 m por debajo del fondo del sedimentador.

- Tiempo requerido para digestión de lodos

El tiempo requerido para la digestión de lodos varia con la temperatura, para esto se empleara la Tabla N° 7.

TABLA N° 7: Tiempo de digestión en días según temperatura.

Temperatura °C	Tiempo de digestión en días
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

Fuente: COSUDE.

- Frecuencia del retiro de lodos

Los lodos digeridos deberán retirarse periódicamente, para estimar la frecuencia de retiros de lodos se usaran los valores consignados en la tabla N°7.

La frecuencia de remoción de lodos deberá calcularse en base a estos tiempos referenciales, considerando que existiera una mezcla de lodos frescos y lodos digeridos; estos últimos ubicados al fondo del digestor. De este modo el intervalo de tiempo entre extracciones de lodos sucesivas deberá ser por lo menos el tiempo de digestión a excepción de la primera extracción en la que deberá esperar el doble de tiempo de digestión.

1.6.9. Extracción de lodos

- El diámetro mínimo de la tubería para la remoción de lodos será de 200 mm y deberá estar ubicado 15 cm por encima del fondo del tanque.
- Para la remoción se requerirá de una carga hidráulica mínima de 1.80 m.

1.6.10. Área de ventilación y cámara de notas

Para el diseño de la superficie libre entre las paredes del digestor y el sedimentador (zona de espuma o natas) se tendrá en cuenta los siguientes criterios:

- El espaciamiento libre será de 1.0 m como mínimo.
- La superficie libre total será por lo menos 30 % de la superficie total del tanque.
- El borde libre será como mínimo de 0.30 m.

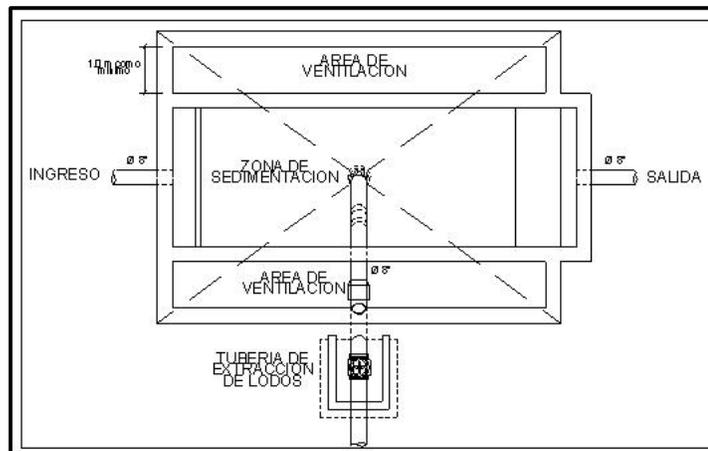


Gráfico N°5: Detalle de área de ventilación. **Fuente:** COSUDE.

1.6.11. Lechos de secado de lodos

Los lechos de secado de lodos son generalmente el método más simple y económico de deshidratar los lodos estabilizados (lodos digeridos), lo cual resulta lo ideal para pequeñas comunidades.

- Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (C, en Kg de SS/día)

$$C = Q \cdot SS \cdot 2.2222$$

Donde:

SS: Sólidos en suspensión en el agua residual cruda, en mg/l.

Q: Caudal promedio de las aguas residuales.

A nivel de proyecto se puede estimar

A nivel de proyecto se puede estimar la carga en función a la contribución per cápita de sólidos en suspensión, de la siguiente manera:

$$C = \frac{P \cdot 2.2222 \cdot \left(\frac{P}{2.2222 \cdot 2.2222} \right)}{2.2222}$$

En las localidades que cuentan con el servicio de alcantarillado, la contribución per cápita se determina en base a una caracterización de las aguas residuales.

Cuando la localidad no cuenta con alcantarillado se utiliza una contribución per cápita promedio de 90 gr.SS/(hab*día).

- Masa de sólidos que conforman los lodos (Msd, en Kg SS/día)

$$Msd = 2.2 \cdot Q \cdot 2.2 \cdot 2.2 + (2.2 \cdot 2.2 \cdot 2.2)$$

- Volumen diario de lodos digeridos (Vld, en litros/día)

$$Vld = \frac{2.2222}{2.222222 \cdot \left(\frac{\%2.22222222}{2.2222} \right)}$$

Donde:

plodo: Densidad de los lodos, igual a 1.04 Kg/l.

% de sólidos: % de sólidos contenidos en el lodo, varía entre 8 a 12 %.

- Volumen de lodos a extraer del tanque (Vel, en m3)

$$V_{lodo} = \frac{Q_{sólido} * 24}{\rho_{lodo}}$$

Donde:

Td: Tiempo de digestión, en días (ver TABLA N°2).

- Área del lecho de secado (Als, en m2)

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

Donde:

Ha: Profundidad de aplicación, entre 0.20 a 0.40 m.

El ancho de los lechos de secado es generalmente de 3 a 6 m, pero para instalaciones grandes puede sobrepasar los 10 m de forma alterna se puede emplear la siguiente expresión para obtener las dimensiones unitarias de un lecho de secado:

$$\frac{Q_{sólido} * 24 * T_d * \rho_{lodo} * (\frac{100}{\% \text{ sólidos}})}{A_{ls} * H_a * \rho_{lodo} * 1000} = \frac{Q_{sólido} * 24 * T_d}{A_{ls} * H_a}$$

Considerando el número de aplicaciones al año, verificar que la carga superficial de sólidos aplicado al lecho de secado se encuentre entre 120 a 200 Kg de sólidos/(m2*año).

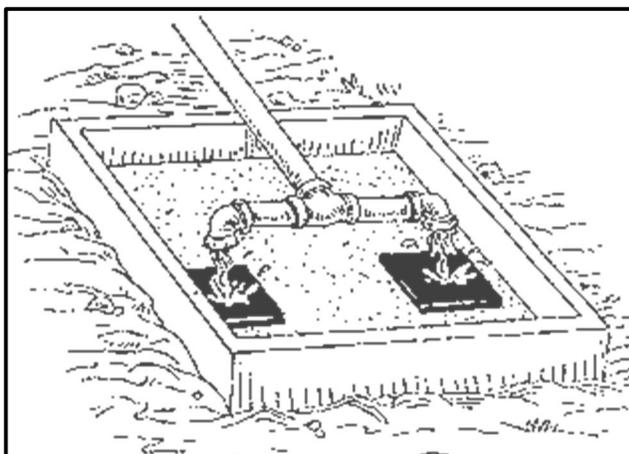


Gráfico N° 6: Lecho de Secado de Lodos. **Fuente:** COSUDE.

1.6.12. Medio de drenaje

El medio de drenaje es generalmente de 0.30 de espesor y debe tener los siguientes componentes:

- El medio de soporte recomendado está constituido por una capa de 15 cm. formada por ladrillos colocados sobre el medio filtrante, con una separación de 2 a 3 cm. llena de arena.
- La arena es el medio filtrante y debe tener un tamaño efectivo de 0,3 a 1,3 mm., y un coeficiente de uniformidad entre 2 y 5.
- Debajo de la arena se deberá colocar un estrato de grava graduada entre 1,6 y 51 mm (1/6+y 2+) de 0,20 m de espesor.

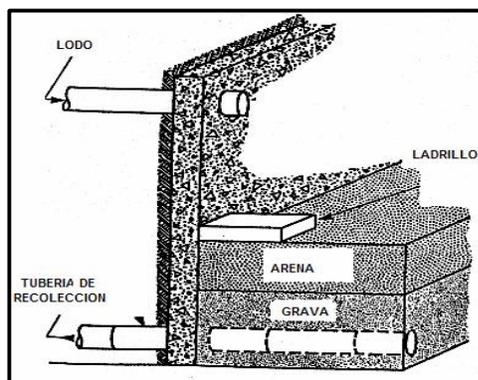


Gráfico N° 7: Corte de Lecho de Secado. **Fuente:** COSUDE.

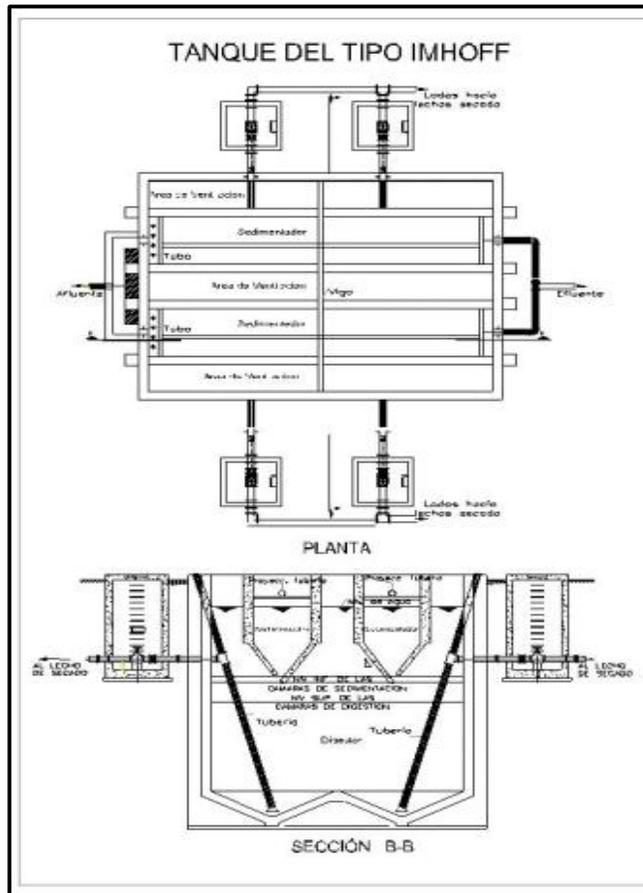


Gráfico N° 8: Planos Generales de Tanque Imhoff. **Fuente:** COSUDE.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación empleada fue la explicativa o experimental.

Investigación explicativa: Es aquella que tiene relación causal, no solo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo.

Investigación experimental.- Se manipula una o varias variables independientes, ejerciendo el máximo control. Su metodología es generalmente cuantitativa.

Metodología cuantitativa.- Para cualquier campo se aplica la investigación de las Ciencias Físico-Naturales. El objeto de estudio es externo al sujeto que lo investiga tratando de lograr la máxima objetividad. Intenta identificar leyes generales referidas a grupos de sujeto o hechos. Sus instrumentos suelen recoger datos cuantitativos los cuales también incluyen la medición sistemática, y se emplea el análisis estadístico como característica resaltante.

2.2. Población

En el presente trabajo de investigación la población esta conformada por 8,982 localidades rurales, entre 201 a 500 habitantes, con 2700,067 pobladores en dichas zonas. Este dato ha sido extraído del Programa Nacional de Saneamiento Rural, elaborado el año 2013 por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Esto se puede citar con mayor información en el capítulo I en el sub capítulo 1.1.2.

2.3. Muestra

El tipo de muestro empleada en el presente trabajo de investigación fue el muestreo no probabilístico (no aleatorio).

Muestreo no probabilístico (no aleatorio).- En este tipo de muestreo, puede haber clara influencia de la persona o personas que seleccionan la muestra o simplemente se realiza atendiendo a razones de comodidad. Salvo en situaciones muy concretas en la que los errores cometidos no son grandes, debido a la homogeneidad de la población, en general no es un tipo de muestreo riguroso y científico, dado que no todos los elementos de la población pueden formar parte de la muestra.

De acuerdo a lo anterior se tomo como muestra al Centro Poblado Aynaca con 395 habitantes; ubicado en el Distrito de Cochamarca, Provincia de Oyon y Region Lima.

Las tecnicas de recopilación de información y procedimientos que se realizaron son los siguientes:

2.3.1. Estudio socio-económico

De acuerdo a la visita de campo, se pudo hacer un estudio socio-económico del CP Aynaca. Se tomaron datos por medio de los pobladores, que nos brindaron datos y referencias que expondremos a continuación:

a) Usos de la vivienda

De acuerdo al estudio socio económico efectuado en el C.P. Aynaca el 100.00% de viviendas de esta localidad son utilizadas solo para fines de vivienda y vivienda-comercio, en tanto que 2 locales públicos son usados como el colegio I.E. "Virgen del Rosario" N°20096, la posta médica Aynaca y la iglesia.

Tabla N° 8: Uso de las viviendas en el centro poblado.

Uso de la Vivienda	Total
Vivienda	76
Vivienda-comercio	3
Estatales	2

Fuente: Trabajo de Campo – Elaborado por los autores.

b) Material predominante en la vivienda

El 86.18% de las viviendas del C.P Aynaca son de adobe y el 8.00% son de material noble. Por otro lado, el 5.82% son de otro tipo de material, principalmente carrizo y barro.

Tabla N° 9: Material predominante en las viviendas.

Material Predominante en la Casa	Total (%)
Adobe	86.4
Material Noble	8
Otro	5.6

Fuente: Trabajo de Campo – Elaborado por los autores.

c) Servicios básicos

El 100% de las viviendas disponen de energía eléctrica. El 98.8% de las viviendas no tiene acceso a teléfono fijo, este servicio solo es exclusivo de la posta médica de Aynaca, que cuenta con un teléfono fijo en sus instalaciones. El 100% de las viviendas no cuentan con el servicio de telefonía celular. El 100% de las viviendas no tienen conexión domiciliaria de agua y desagua.

Tabla N° 10: Servicios básicos del centro poblado.

Servicio Domiciliario	Si tiene (%)	No tiene (%)
Energía eléctrica	100	0
Teléfono fijo	1.2	98.8
Conexión domiciliaria de agua	0	100
Conexión domiciliaria de alcantarillado	0	100

Fuente: Trabajo de Campo – Elaborado por los autores.

d) Empleo

Dentro del área de estudio, trabaja solo el jefe de hogar (esposo o esposa), mayormente la mujer se dedica a labores de casa y ayuda en la pequeña agricultura, también contribuyen con estas labores los hijos. La población que trabaja en forma independiente, desempeñándose como agricultor, obrero, comerciantes (bodega).

Asimismo, existe la población que trabaja en forma dependiente, en diversas entidades tanto estatal como empresas privadas (generalmente en una minera cerca al Centro Poblado).

La agricultura, ganadería, crianza de aves menores son una de las principales actividades de la población.

e) Nivel de ingresos mensuales por familia

Un 91.14% gana menos de 400 soles mensuales, 6.33% gana entre 400 y 600 soles mensuales, y 2.53% gana más de 700 soles mensuales. Sus ingresos provienen de la venta de sus cultivos, bodegas y trabajos pagados. El jornal que se paga en el Centro poblado es de 18 soles por 5 horas de trabajo, por lo tanto el pago de horas hombre es de S/. 3.60 Nuevos Soles.

f) Nivel de educación

Existe la Institución Educativa N° 20096 "Virgen del Rosario" . Aynaca. El colegio cuenta con nivel inicial y primario, tiene un total de 32 alumnos, 2 docentes y 1 director.

g) Prevalencia de enfermedades digestivas y dermatológicas

Se cuenta con un Puesto de salud en el Centro Poblado Aynaca, que atienden casos menores, y de ser requeridos mayores atenciones, en caso de alguna operación o casos muchos más complicados, los pobladores se tienen que trasladar a Hospital de Huacho que queda a 3 horas del C.P. En el Puesto de salud laboran 3 personas: una obstetra, una pediatra y una enfermera.

h) Situación de los servicios de saneamiento

Sistema de Agua:

El Centro Poblado es abastecido de agua mediante 5 piletas distribuidas en el centro poblado, pero en la visita de campo nos informaron de que el sistema de bombeo que abastecía de agua a las piletas se había malogrado y que estaban inutilizables, por tal motivo los pobladores se abastecían de agua del río. El

tiempo de acarreo del agua del río es de 60 litros en media hora. El 100% de los lotes no cuentan con conexiones domiciliarias de agua potable, lo que representa un gran déficit de agua para los pobladores.

Sistema de Alcantarillado:

El 100% de la población no cuentan con servicio de alcantarillado por lo que ésta población ha construido silos y letrinas de manera artesanal, la población descarga sus desagües directamente al medio ambiente, generando la proliferación de moscas, contaminando al medio ambiente y perjudicando la salud de la población.

i) Costumbres y Practicas de Higiene:

Tratamiento del Agua:

De acuerdo a los resultados de la encuesta, el 94.18% hierve el agua antes de consumirla y 4.99% trata el agua con lejía. El 1.82% de los usuarios no trata el agua antes de consumirla.

Tabla N° 11: Tratamiento de Agua en el centro poblado.

Tratamiento de Purificación de Agua	(%)
Ninguno	1.82
Hierve	94.18
Lejía	4.99

Fuente: Trabajo de Campo – Elaborado por los autores.

Disposición de Excretas:

El 3.28% de viviendas utiliza el pozo ciego o negro como sistema de disposición de excretas y la letrina es utilizada por el 8.36% de usuarios. El 88.36% de viviendas no cuenta con un sistema de disposición de excretas.

Tabla N° 12: Sistema de Disposición de Excretas.

Sistema de Disposición de Excretas	Total (%)
Letrina	8.36
Pozo ciego o negro	3.28
No tiene	88.36

Fuente: Trabajo de Campo – Elaborado por los autores.

2.3.2. Estudio de suelos

En la primera visita de campo realizada al CP se hicieron 7 calicatas, las cuales se detallaran a continuación:

- C-1: En el Centro Poblado
- C-2: En el Centro Poblado
- C-3: En el Centro Poblado
- C-4: En el Centro Poblado
- C-5: Planta de Tratamiento Proyectado
- C-6: Reservorio Proyectado

De acuerdo a los estudios de suelos realizados se pudo determinar que el suelo está compuesto por gravas bien graduadas y arena con pocos finos.

2.3.3. Topografía

El centro Poblado tiene una formación y desarrollo topográfico de pendiente alta. En la parte más elevada presenta una altura de 1582.20 m.s.n.m. (Reservorio) y en la zona más baja una altura de 1510.00 m.s.n.m. (Planta de Tratamiento).

Para el diseño de la red de agua y alcantarillado se necesitó del levantamiento topográfico desde el ojo de agua hasta el lugar donde se proyecto la planta de tratamiento.

Habiéndose construido un sistema de piletas para abastecer de agua al CP, ya se había elaborado un levantamiento topográfico. En la visita de campo que

tuvimos conversamos con el Alcalde, a quien expusimos nuestra idea del proyecto y gustosos nos proporcionó los planos de dicho levantamiento topográfico para poder desarrollar la presente tesis

2.4. Diagnóstico del centro poblado

2.4.1. Caso de estudio: Centro Poblado Aynaca

El centro poblado Aynaca pertenece al anexo de Calpa, a 213 Km al noreste de la ciudad de Lima, entre las ciudades de Huaura y Barranca sobre la margen derecha del río Supe.

Se accede a la zona del Proyecto, por la ruta Lima . Barranca hasta la ciudad de Huaura (km. 165), en viaje de 3 horas en ómnibus interprovincial cuya frecuencia es diaria. Desde allí se desvía a la derecha mediante una carretera asfaltada que va hacia Churín hasta el km. 13+00; luego se sigue hacia el lado izquierdo mediante una trocha carrozable que va en dirección al distrito de Ámbar, hasta la localidad de Acocoto (km 43+00), se continua paralelo al río Aynaca hasta llegar hasta la localidad del mismo nombre (Aynaca, km. 48+00). El tiempo de viaje desde Lima es 6 horas. Hay camionetas rurales a partir de Huacho . Huaura, todos los días hasta el Centro Poblado Lancha (a 1 hora de Aynaca).

Ubicación política:

Región : Lima
Provincia : Oyón
Distrito : Cochamarca
Centro poblado : Aynaca

Ubicación geográfica:

Latitud sur : 10°52'22.53"

Latitud oeste : 77°16'43.28"

Altitud : 1,541 msnm

Ubicación hidrográfica:

Cuenca : Río Supe

Micro cuenca : Río Aynaca

2.4.2. Cálculo de la población actual

Para la determinación de la población actual (año 2014), se realizó una evaluación y verificación de las viviendas habitadas, identificándose viviendas de uso doméstico y en mínima proporción viviendas de uso doméstico-comercial.

Para el cálculo de la población actual se ha aplicado el método de densidad de población obtenida de la siguiente manera:

$$\text{Población} = \text{N}^{\circ} \text{Viviendas} \times \text{Densidad poblacional (hab/Viv.)}$$

2.4.2.1. Número de viviendas en la actualidad

Es el número de viviendas cuantificadas ~~en~~ situadas en el Centro Poblado Aynaca, trabajo de campo realizado por los autores. Ver Plano adjunto PL-01, en donde se detalla los lotes habitados.

Del trabajo de campo realizado, se determinó que el número de viviendas cuantificadas en el centro poblado Aynaca, consideradas para el estudio, son los correspondientes a los lotes habitados, dando en total 79 viviendas. Tal como se puede contabilizar y verificar en el plano adjunto PL-01 y como se detalla en el cuadro adjunto.

Tabla N° 13: Número de viviendas en la actualidad.

Manzanas	Lotes Totales Habitados
Manzana "A"	6
Manzana "B"	9
Manzana "C"	2
Manzana "D"	1
Manzana "E"	6
Manzana "F"	25
Manzana "G"	8
Manzana "H"	11
Manzana "I"	6
Manzana "J"	5
Viviendas Totales	79

Fuente: Trabajo de Campo . Elaborado por los autores.

2.4.2.2. Densidad poblacional

La densidad poblacional es 5.0 habitantes por vivienda, según información obtenida de las encuestas realizadas en el trabajo de campo.

2.4.2.3. Población actual

A partir de la determinación de las viviendas actuales del centro poblado Aynaca y su respectiva densidad poblacional, se obtuvo la población actual, tal como se aprecia en el siguiente cuadro:

Tabla N° 14: Población actual del centro poblado Aynaca.

Año 2014	Población		Total Habitantes
	Viviendas Habitadas	Densidad (Hab/Viv)	
C. P. Aynaca	79	5.0	395

Fuente: Trabajo de Campo . Elaborado por los autores.

2.5. Diseño de la red de agua potable, alcantarillado y planta de tratamiento

2.5.1. Diseño de la red de agua potable

2.5.1.1. Demanda de agua

Para el cálculo de la demanda de agua se requiere analizar cuatro variables, que son:

a) Periodo de diseño

Según DIGESA, el periodo de diseño que debe considerarse de acuerdo a la tipo de sistema a implementarse es:

Tabla N° 15: Periodo de diseño de acuerdo al tipo de sistema.

Sistema	Periodo (Años)
Gravedad	20
Bombeo	10
Tratamiento	10

Fuente: DIGESA

Siendo el sistema por gravedad el que se empleara para el diseño de la red de agua, el periodo de diseño será de 20 años.

b) Población actual y futura

Según el último Censo Nacional de Población y Vivienda del 2007 la población actual del Centro Poblado Aynaca es de 395 habitantes.

La población futura se obtendrá con la fórmula del método geométrico, la cual se adecua al comportamiento del Centro Poblado.

$$Pf = Pa(1 + r)^T$$

Donde:

Pf: Población Futura

Pa: Población Actual

r: Tasa de crecimiento

T: N° de años

Se tienen los siguientes datos:

Pa = 395 habitantes

r = 0.88%

t = 20 años

Aplicamos:

Tabla N° 16: Proyección de población futura.

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN		
Tiempo (Años)	Año	Población
Año Base	2014	395
0	2015	398
1	2016	402
2	2017	405
3	2018	409
4	2019	412
5	2020	416
6	2021	419
7	2022	423
8	2023	426
9	2024	430
10	2025	433
11	2026	437
12	2027	440
13	2028	444
14	2029	447
15	2030	451
16	2031	454
17	2032	458
18	2033	461
19	2034	465
20	2035	468

Fuente: Trabajo de Campo – Elaborado por los autores.

Por lo tanto nuestra población futura para los diseños que haremos a continuación será de 468 habitantes.

c) Cálculo de la demanda de agua

Factores que afectan al consumo:

- Factor económico y social
- Factor climático
- Factor población (rural o urbano)
- Tamaño de la población

Según el Ministerio de Salud, para el medio rural corresponde una dotación de 60 litros/habitante/día. En la tabla N° 17 se muestra la dotación según las actividades que realizan los pobladores en las zonas rurales:

Tabla N° 17: Dotación por habitante.

ACTIVIDAD	DOTACION (Lts/hab/día)
Bebida	1
Prep. Alimentos	8
Lav. Utensilios	8
lim. Ap. sanitario	10
Lavado de Ropa	14
Aseo personal	19
TOTAL	60

Fuente: Ministerio de Salud.

Por lo tanto la dotación que se usara para los diseños ser de 60 litros por habitante por día.

d) Caudales de diseño

Se tienen los siguientes parámetros:

- Caudal medio diario (Qm)
- Caudal máximo diario (Qmáx d)

- Caudal máximo horario (Q_{máx h})

Para el cálculo se considerara las siguientes formulas:

$$Q_{máx h} = \frac{Q_{máx d} \times 24}{24, 000 (24 \text{ h})}$$

$$Q_{máx h} = 2. 2 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{máx h} = 2. 2 \text{ m}^3/\text{s}$$

Aplicamos:

$$Q_{máx h} = \frac{Q_{máx d} \times 24}{24, 000 (24 \text{ h})} = 2. 2 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{máx h} = 2. 2 \times 2, 222 = 2. 2 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{máx h} = 2. 2 \times 2, 222 = 2. 2 \text{ m}^3/\text{s}$$

El caudal Q_{máx d}, servirá para el diseño de la captación, línea de conducción y reservorio. El Q_{máx h}, para el diseño de la línea de aducción y red de distribución.

2.5.1.2. Captación

De acuerdo a la Norma OS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones, el diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación. Para la captación de aguas superficiales se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- 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.
- 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.

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

a) Ubicación de la fuente:

La fuente de agua será captada de la Quebrada Lira, que se encuentra ubicada a media hora en carro del Centro Poblado Aynaca. Sus coordenadas son las siguientes: 10°53'55"S 77°15'33"O, y está a una elevación de 1715 m.s.n.m.

b) Aforo

El método que se utilizó para la determinación del caudal de la Quebrada Lira fue el método volumétrico por tratarse de una quebrada con caudal permanente y condiciones topográficas adecuadas para su captación.

Se tomaron 14 mediciones de volumen en campo, estos resultados de la prueba de aforo se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla N° 18: Medición de Caudal de Aforo.

Nº PRUEBA	Volumen (lts) EMBALSE	Tiempo (seg)
1.00	7.80	6.00
2.00	8.10	6.00
3.00	8.10	7.00
4.00	6.90	5.00
5.00	8.70	7.00
6.00	8.70	7.00
7.00	8.55	6.00
8.00	7.50	6.00
9.00	7.80	6.00
10.00	7.50	6.00
11.00	7.50	5.00
12.00	6.90	5.00
13.00	8.10	6.00
14.00	11.40	9.00
PROM.	8.11	6.21

Fuente: Trabajo de Campo . Elaborado por los autores.

Como $Q = V/T$ (lts/seg)

$$Q \text{ (l/seg)} = 1.305$$

Se tiene un caudal de 1.305 lts/seg para épocas de estiaje, para poder hallar el caudal máximo se le incrementara un 18 % para las épocas de avenidas.

Por lo tanto el caudal de la fuente será de:

$$Q = 1.305 * 1.18 = 1.540 \text{ lts/seg}$$

2.5.1.3. Línea de conducción

Debido a que la cota donde se ubica la captación de la fuente de agua es más alta que la del reservorio, entonces la línea de conducción será por gravedad.

a) Selección del diámetro de la tubería

En el diseño de conducción, lo fundamental es hallar el diámetro de tubería más adecuado para transportar el caudal de diseño. En la determinación de este diámetro se consideran diferentes soluciones, implicando estudios hidráulicos (velocidades y presiones) y estudios económicos (diámetro más económico).

En el cálculo de la velocidad, estas no deberán ser excesivas puesto que pueden afectar la tubería erosionándola o también produciendo el fenómeno de golpe de ariete, estas velocidades deberán estar dentro de los límites de 0.6 m/s como mínimo y 3.0 m/s como máximo.

Para el presente proyecto se llegó a la conclusión de que se usará tuberías de 2+de PVC. **Ver ANEXO A-01.**

b) Fórmulas de diseño

Se utilizara la fórmula de Hazzen y Williams, con la cual hallaremos las pérdidas de carga

Hazzen y Williams:

$$h_f = 1.49 Q^{1.486} / C^{4.75} D^{4.979} ; C = \frac{100}{S}$$

Donde:

Q: Caudal (lts/seg)

C: Coeficiente de H&W, varía de acuerdo al tipo de material (en el presente caso por ser tuberías de PVC este valor es 150)

D: Diámetro de la tubería (pulg)

S: Pendiente de la línea de gradiente hidráulico (m/km)

Para la pérdida de carga se usara la siguiente formula de Darcy y Weisbach.

Darcy y Weisbach:

$$h_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

f: Coeficiente de Darcy

L: Longitud de la tubería (m)

D: Diámetro (m)

V: Velocidad media (m/s)

Se puede realizar una combinación de diámetro a lo largo de dicha línea de conducción, al combinar los diámetros de tuberías se puede variar las pérdidas de cargas y reducir la presiones (dentro de los límites admisibles) permitiendo así reducir accesorios (cámara rompe presión), diámetros de tuberías, etc. De manera que el proyecto resulte menos costoso.

c) Formulas de Diseño

La selección de la tubería más adecuada se determina de acuerdo a diversos criterios, como la calidad de agua, tipo de material de tubería y resistencia de presión de tubería.

Existen varias clases de tuberías dependiendo del tipo de material. Para la elección de un tipo se tiene presente lo siguiente:

- Deben ser hechas de material durable.
- Que la tubería no transmita al líquido sus características, como olor o sabor.
- Deben tener una adecuada resistencia mecánica (manipuleo).
- Deben ser de fácil transporte, manejo y disposición.
- El diámetro de la tubería, dependerá para elegir el material.

4+a 36+	Asbesto cemento
Menos de 4+	PVC
Diámetros mayores: 0.5-1.5 m	Usar concreto armado

Para el presente proyecto se decidió usar tuberías de PVC Clase 10, por ser la que se adecua a las características del proyecto y el diseño realizado en los **ANEXOS A-01 y A-02**.

2.5.1.4. Reservorio

a) Ubicación del reservorio:

La ubicación de reservorio, será determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener presiones en la red dentro de los límites de servicio. Estas presiones en la red están limitadas por normas. Estos rangos que pueden garantizar para las condiciones más desfavorables una dinámica mínima y máxima. No superior a un determinado valor que varía que haría impráctica su utilización en las instalaciones domiciliarias. Razones económicas y prácticas se ha inducido a establecer rangos de presiones diferentes de acuerdo a las características y necesidades de las localidades. De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en la norma OS.030 el cual indica que la ubicación de los reservorios se debe ser en áreas libres.

El reservorio se ubicara sobre la casa más alta del Centro Poblado, se encuentra ubicada a cinco minutos a pie del mismo. Sus coordenadas son las siguientes: 10°52'27+S 77°16'43+, y esta a una elevación de 1581.46 m.s.n.m.

b) Objetivos

El reservorio debe cumplir los siguientes objetivos:

- Suministrar el caudal máximo horario a la red de distribución.
- Mantener presiones adecuadas en la red de distribución.
- Tener agua de reserva en caso se interrumpa la línea de conducción.
- Proveer suficiente agua en situaciones de emergencia como incendios.

c) Capacidad del Reservorio

Volumen de regulación:

Se deberá adoptar como mínimo el 25 % del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación siempre que el rendimiento de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento. En poblados rurales no se incluye dotación adicional para combatir incendios.

El cálculo del volumen de regulación se detalla en el **ANEXO A-03**.

Volumen de reserva:

Se aplicará la siguiente fórmula:

$$V_{reg} = V_{reg} + V_{res}$$

Volumen total:

$$V_{total} = V_{reg} + V_{res}$$

Aplicamos:

$$V_{total} = 22.22 + 18 \approx 40 \text{ m}^3$$

Por lo tanto el reservorio se diseñara para una capacidad de 40 m3.

d) Cálculo estructural y dimensionamiento del reservorio

Se diseñara un reservorio de tipo superficialmente apoyado, las paredes del reservorio estarán sometidas al esfuerzo originado por la presión del agua. El techo será una losa de concreto armado en forma de bóveda, la misma que se apoyara sobre una viga perimetral, también tendrá una losa de donde que se apoyara sobre una capa de relleno simple. Ver **ANEXO A-04**.

2.5.1.5. Línea de aducción

La línea de aducción es la línea entre el reservorio y el inicio de la red de distribución. El caudal de conducción es el máximo horario. Los parámetros de diseño de la línea de aducción serán los mismos que para la línea de conducción excepto el caudal de diseño.

a) Diseño de la línea de aducción

Para el diseño de la línea de aducción se utilizará la fórmula de Hazzen y William, para luego elegir el diámetro comercial del mercado que cumplan con las condiciones hidráulicas requeridas.

$$Q = 0.278 C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

Donde:

Q: Caudal en lts/seg

C: Constante depende del material de la tubería (PVC 150)

D: Diámetro de la tubería en pulgadas

S: Gradiente Hidráulico en m/km

Todos los detalles del diseño de la red de aducción se encuentran en el **ANEXO A-05**.

2.5.1.6. Red de distribución

Una vez hecho el estudio de campo y definidas tentativamente las estructuras que han de construir el sistema de abastecimiento de agua.

Las cantidades de agua estarán definidas por los consumos estimados en base a las dotaciones de agua. Sin embargo, el análisis de la red debe contemplar las condiciones más desfavorables, lo cual hace pensar en la aplicación de los factores, k_2 y k_3 , para las condiciones de consumo máximo horario y la estimación de la demanda de incendio.

Las presiones en la red deben satisfacer ciertas condiciones mínimas y máximas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido, la red debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de la vivienda.

a) Diseño de la red de distribución

Debido a las características del proyecto se optó por usar un sistema de distribución abierto. Este tipo de red está formado por una línea principal y de esta derivan una serie de líneas menores (ramificaciones). Este sistema se suele usar para pequeñas poblaciones que se extienden linealmente a lo largo de una vía principal. Los detalles de su diseño se encuentran en el **ANEXO A-05**.

2.5.2. Diseño de la red de alcantarillado

Está formado por una serie de conductos subterráneos cuyo objeto es eliminar por transporte hidráulico las sustancias inconvenientes que deben ser acarreados o conducidos por el agua.

2.5.2.1. Factores de diseño

La determinación del periodo en un proyecto es muy difícil, ya que está en función de muchos factores que determinan las características del proyecto:

a) Factores de orden material

El periodo de un proyecto, está limitado a la vida útil de los materiales que componen la obra, así como el equipo a instalarse, en nuestro caso son tuberías de PVC para alcantarillado, que son diseñadas especialmente para ser

utilizadas en zonas difíciles, pues las propiedades físicas del material le permiten un mejor desempeño que otros materiales, con una vida útil mayor a 50 años; y las obras de arte como los buzones de concreto, con una vida útil de 50 años.

Debido a las características que presentan las tuberías de PVC como la durabilidad, resistencia, rigidez, flexibilidad, con alto índice de absorción de impactos, resistente a los agentes químicos-corrosivos, resistente a la abrasión, la intemperie y uniones 100% herméticas, por ello no requieren mantenimiento alguno, pues no presentan problemas de fugas constantes por las uniones, o fracturas de material que generan costos de reparación de pavimentos, equipos de bombeo y causan grandes pérdidas por desperdicio de agua o contaminación de la misma.

b) Factores de orden poblacional

Este es uno de los factores más complejos debido a una serie de imprevistos que se presentan durante el crecimiento paulatino de la población, así por ejemplo una fuerte migración interna en un periodo corto de tiempo, traería por tierra cualquier cálculo previsto.

c) Factores de orden económico

La economía del lugar donde se está proyectando la obra es uno de los factores más importantes en la determinación del periodo del proyecto. Un periodo muy corto, tiene costo inicial bajo, pero en corto tiempo estaría en desuso con lo que se tendría que hacer una nueva inversión con todos los problemas que esta conlleva. Sin embargo, un periodo muy largo lleva consigo un costo muy elevado lo que haría que el proyecto no sea viable.

d) Factores de orden técnico

En poblaciones pequeñas, existen muchos casos en que el cálculo de tuberías, canales, válvulas y accesorios den resultados menores a los mínimos,

recomendados por los reglamentos, lo que permite alargar el periodo de diseño del proyecto.

2.5.2.2. Determinación de los caudales de diseño

Según las normas de diseño vigentes se considera que el 80% del caudal máximo horario es el contribuyente al desagüe o aguas servidas en consecuencia se tiene:

a) Caudal de Diseño (Qd)

El caudal de diseño será la sumatoria del caudal de desagüe y del caudal de lluvia.

$$Q_d = \frac{Q \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7 \times K_8 \times K_9 \times K_{10}}{K_{11}}$$

Aplicamos:

$$Q_d = \frac{Q \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7 \times K_8 \times K_9 \times K_{10}}{K_{11}} = 0.68$$

Por lo tanto el caudal para el diseño de la red colectora es de 0.68 lts/seg.

2.5.2.3. Red de colectores

a) Sistema colector

El sistema colector está constituido por tuberías de PVC, estos deberán extenderse por toda la ciudad, incluyendo todas las zonas previstas para la expansión urbana.

Se hará uso de diversas tuberías que tienen las siguientes características:

- Colectores laterales o ramales, son los inicios de un circuito.

- Colectores sub-principales; es la unión de dos o más colectores laterales como mínimo.
- Colectores principales; es la unión de dos o más colectores sub-principales.
- Interceptor; es aquel donde descargan todos los principales.
- Emisor; es aquel que conduce la descarga total hasta la planta de tratamiento.
- Efluente; es aquel que transporta la descarga desde la laguna de oxidación hasta la disposición final.

b) Cámaras de inspección: Serán de tipo buzón.

- Se instalarán buzones en los encuentros de tuberías, cambios de dirección de diámetro y pendientes.
- La profundidad mínima será de 1.20 m. El diámetro interior será de 1.20 m para tuberías de hasta 800 mm de diámetro.
- La separación máxima entre buzones será, para tuberías de 150 mm de 80 metros.
- En los buzones se aceptara la llegada de tuberías de 1.00 m sobre el fondo, cuando la diferencia sea mayor se hará uso de dispositivos especiales
- En los cambios de diámetro, las tuberías de las cámaras de inspección deberán de coincidir en la clave cuando el cambio sea a mayor diámetro.

La red de desagüe estará constituida por tuberías de PVC de uniones flexibles con anillo de jebe y por buzones tipo "Standard" del Ministerio de Vivienda. Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, se asume que el 80 % del caudal máximo horario como contribución al sistema de alcantarillado.

Una estimación del caudal de aguas negras como base para el diseño de la red de colectores cloacales, comprende determinaciones de varios aportes que de la manera más aproximada o exacta posible, debe hacerse a fin de lograr un diseño ajustado a condiciones reales. Con frecuencia se observan colectores

trabajando sobrecargados o desbordándose por las bocas de visita, a causa de imprecisión de los cálculos. Para el cálculo del caudal de diseño de desagüe es el 80% del Caudal Máximo Horario y para el cálculo de Lluvia se tomara un 20% del Caudal de Desagüe.

c) Desarrollo del cálculo hidráulico

Para el cálculo hidráulico de la red de colectores se consideraron 23 buzones. Los detalles del diseño se encuentran en el **ANEXO A-06**.

2.5.3. Diseño de tanque Imhoff

Para el dimensionamiento de tanque Imhoff se tomaran en consideración los criterios de la Norma S.090 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

El tanque Imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimentos:

- Cámara de sedimentación.
- Cámara de digestión de lodos.
- Área de ventilación y cámara de natas.

Ver **ANEXO A-07**.

2.6. Estudio de impacto ambiental

El área de estudio corresponde al C.P. Aynaca, ubicado en el distrito de Cochamarca, perteneciente a la provincia de Lima. La parcialidad de cobertura e inoperatividad en ocasiones del sistema de agua potable, así como la ausencia de un sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales están causando diversos impactos ambientales. Los principales factores que generan dichos impactos se mencionan a continuación:

- La inoperatividad de la bomba que abastece a las piletas que constituye la única fuente de abastecimiento de agua potable de la localidad.

- La carencia de agua potable que vienen experimentando los pobladores del Centro Poblado
- La insuficiencia de la infraestructura existente para atender a la demanda actual.
- La falta de conocimiento e indiferencia de la población ante el incremento de enfermedades de origen hídrico.

Como parte del estudio, se ha elaborado el presente Estudio de Impacto Ambiental en el cual se describe las características del medio de la zona donde se ubica la Captación, Línea de conducción, Reservorio, Línea de Aducción y Red de distribución. Se describe, también, la situación del abastecimiento de agua en condición actual. El Estudio de Impacto Ambiental considera inicialmente el diagnóstico ambiental actual de la zona donde se realizará el estudio.

Técnicamente el estudio tiene por objetivo la implementación del sistema de agua potable y alcantarillado mediante una serie de trabajos plasmados en partidas que conforman el presupuesto del presente expediente técnico en forma particular según su condición actual. Se consideran una serie de partidas a ser ejecutadas en la captación, líneas de conducción y aducción rehabilitación del reservorio existente, instalación de redes de distribución divididas en zonas de presión. Por otro lado la alternativa de solución planteada para este proyecto es la que se señala a continuación:

Sistema de agua potable: Alternativa única

- Construcción de la Captación tipo Ladera
- Instalación de una línea de conducción DN 63 mm (L = 2180.00 m.)
- Construcción de Reservorio de 40 m³
- Construcción de cerco perimétrico para el Reservorio
- Instalación de la línea de aducción 1 ½+(L= 88.16 m.)
- Instalación de redes de distribución 1+(L= 741.23 m.) y ¾+(L= 94.88 m.)

- Construcción de caja para válvula de purga (01 und) . Línea de Conducción.
- Construcción de caja para válvula de aire (01 und) . Línea de Conducción.
- Construcción de caja para válvula compuerta (03 und) . redes de distribución
- Instalación de las conexiones domiciliarias (81 und)

Sistema de saneamiento: Alternativa única

- Construcción de 81 unidades básicas de saneamiento

Así mismo, según la Guía de Procedimientos Administrativos Para la Aprobación u Obtención de Ficha Técnica Ambiental (FTA) . Instrumento de Gestión. Complementario y Certificación Ambiental, Para proyectos de Inversión Pública del programa Nacional de Saneamiento Rural, se señala lo siguiente:

El alcance de la FTA será para proyectos no involucrados dentro de otros proyectos y que contemplen las siguientes tecnologías:

- Agua potable por gravedad sin tratamiento
- Agua potable por gravedad con tratamiento
- Agua potable por bombeo sin tratamiento
- Agua potable por bombeo con tratamiento
- Unidad Básica de Saneamiento (UBS) de arrastre hidráulico
- UBS ecológica o Compostera
- UBS de compostaje continuo
- UBS de hoyo seco ventilado

Para la Identificación de los Impactos Ambientales se ha puesto mayor énfasis en lo que respecta a los impactos negativos. Fundamentalmente se presenta mayores impactos negativos durante el proceso de construcción y obviamente los mayores impactos positivos se presentarán durante la etapa de funcionamiento.

Durante la etapa de construcción la empresa contratista será la responsable de adoptar las medidas de mitigación, mientras que en la etapa de operación y mantenimiento será la JASS y la Municipalidad Distrital de Cochamarca quienes serán responsables de ejecutar las medidas de mitigación.

A continuación describimos los posibles impactos que se generarán durante la construcción por cada componente:

2.6.1. Etapa de construcción

Tabla N° 19: Instalación de infraestructura provisional.

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTO GENERADO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN DE LA MEDIDA	RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN
Almacenamiento de lubricantes, combustibles, agentes químicos, etc.	<u>Contaminación del suelo</u> • Residuos sólidos (latas de pintura, bolsas, envases y/o depósitos vacíos)	Acumular en bolsas o en contenedores tapados los residuos sólidos, para su posterior eliminación a los camiones recolectores de basura. Contar con un ambiente exclusivo (techado) dentro del campamento, para almacenamiento de envases con combustibles/lubricantes. Los envases deben ser apropiados para el almacenamiento de combustibles y aceites, con tapa hermética. Para evitar el uso inadecuado de envases, estos serán rotulados, indicándose tanto su nombre como su nivel de peligrosidad.	Almacén, maestranza	Contratista
Abastecimiento de combustible a equipos	<u>Contaminación del suelo</u> Derrame de lubricantes y combustibles	Se colocará debajo de los equipos (durante su permanencia en la obra) parihuelas con una cama de arena fina para absorber y contener las posibles fugas de fluidos del equipo.	Surtidores de combustibles	Contratista
Almacenamiento de materiales.	<u>Contaminación del suelo</u> Residuos de envolturas y restos	Acumular en bolsas o en contenedores tapados los residuos sólidos, para su posterior eliminación a los camiones recolectores de	Almacén	Contratista

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTO GENERADO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN DE LA MEDIDA	RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN
	de materiales.	basura.		
Puesta en marcha de vehículos	<u>Contaminación del aire</u> Gases emanados por los vehículos de carga y transporte (SO ₂ , CO, CO ₂ , etc.)	El contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los vehículos y equipos a fin de evitar mala combustión. Evitar estar operativas durante muchas horas, y los equipos y unidades vehiculares deben tener mantenimiento oportuno y adecuado.	Pool de maquinaria	Contratista
Campamento	<u>Contaminación del suelo</u> Residuos sólidos (papeles, plásticos, cartones, etc.)	Acumular en bolsas (segregar) o en contenedores tapados los residuos sólidos, para su posterior eliminación a los camiones recolectores de basura.	Área de vestuarios.	Contratista
Campamento	<u>Contaminación del suelo</u> Aguas residuales (aguas servidas) procedentes de SSHH	Contar con baños portátiles	Área de vestuarios	Contratista
Labores administrativas	<u>Contaminación del aire</u> Gases (producidos por el consumo de energía por los equipos de oficina utilizados) Dispendio de energía en el uso de equipos de iluminación, ventilación, computadoras, hornos, cafeteras, etc.	Evitar el uso de estos equipos durante muchas horas al día. Educar al personal para que el uso de equipos, eléctricos, electrónicos, sean usados con el criterio de ahorro de energía, minimizando su uso, apagado de luces donde no haya personas, empleo de monitores de apagado automático cuando no haya uso.	Oficinas	Contratista

Fuente: Trabajo de Campo . Elaborado por los autores.

Tabla N° 20: Captación.

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTO GENERADO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN DE LA MEDIDA	RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN
Construcción de la captación	<u>Contaminación del Aire</u> Material Particulado: Debido al polvo	La emisión de polvo se minimizará con el riego mediante el uso de camiones cisterna.	Captación	Contratista
Construcción de la captación	<u>Contaminación del Suelo</u> Desbroce de áreas verdes	El desbroce de las áreas verdes se realizara para la excavación y Construcción de la cámara de derivación y camino de acceso, pero que no será necesario su reposición por ser área libre	Captación	Contratista
Eliminación del material extraído	<u>Contaminación de Suelos</u> Producido por: Material Natural: Producido por la excavación, y almacenamiento del material natural extraído en la vía.	El contratista deberá de llevar el material natural excedente obtenido de la excavación hacia una escombrera autorizada por el municipio.	Captación	Contratista

Fuente: Trabajo de Campo . Elaborado por los autores.

Tabla N° 21: Línea de conducción de agua.

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTO GENERADO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN DE LA MEDIDA	RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN.
Excavación y apilamiento del material excavado	<u>Contaminación del Aire</u> Producido por: Polvo: Producido por la excavación de zanja y el carguío del desmonte a zona aledaña	Riego continuo a través de camiones cisternas para humedecer el material extraído de la zanja para evitar la generación de polvos.	Línea de conducción	Contratista
Tendido de tuberías	<u>Afectación de la seguridad</u> Producido por la apertura de zanjas durante la instalación de tuberías.	Colocación de puentes peatonales en el área cercanas a viviendas	Línea de conducción	Contratista
Relleno y compactación	<u>Contaminación Sonora: Ruido</u> Producido por: Equipos: compactadora vibratoria manual y volquete.	Exigir al contratista el uso de equipos en perfecto estado operativo, con el cual se obtienen resultados efectivos de relleno y compactación, reduciendo el tiempo al mínimo posible. Los ruidos molestos disminuyen evitando concentrar los equipos en un mismo lugar, y el contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los mismos a fin de reducir el ruido.	Línea de conducción	Contratista
Relleno y compactación	<u>Vibraciones</u> Producido por: Equipos: Compactadora vibratoria	Evitar el uso de los equipos durante las noches. Las molestias disminuyen evitando concentrar los equipos en un mismo lugar. El contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los equipos y unidades vehiculares a fin de reducir las vibraciones.	Línea de conducción	Contratista
Relleno y compactación	<u>Contaminación del Aire</u> Producido por: Polvo: Debido a la compactación del material de préstamo selecto y producido por el traslado	Riego continuo mediante camiones cisterna al material de préstamo selecto.	Línea de conducción	Contratista

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTO GENERADO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN DE LA MEDIDA	RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN.
	del mismo desde la zona de almacenamiento hasta la zanja.			
Relleno y compactación	<u>Contaminación del Aire</u> Gases: Debido al uso de equipos de combustión.	El contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los equipos para evitar mala combustión	Línea de conducción	Contratista
Relleno de zanja con material de préstamo selecto	<u>Contaminación del Suelo</u> Producido por: Almacenamiento del material de préstamo, que luego será transportado con el desmonte.	Desplazar el material de préstamo en volúmenes moderados, de acuerdo a las capacidades de los boguis y del lampón de la retroexcavadora.	Línea de conducción	Contratista
Eliminación de desmonte	<u>Contaminación del Aire</u> Polvo: Debido al traslado del desmonte.	Riego cuando se requiera, ocurren frecuentemente las lluvias.	Línea de conducción	Contratista
Eliminación de desmonte	<u>Contaminación del Suelo</u> Producido por: Derrame del material cargado en exceso a los volquetes que luego será transportado al relleno.	Cargar a los volquetes hasta el 90% de su capacidad a fin de evitar el derrame de los desmontes, y se debe de contar con cubierta exterior para evitar el derrame.	Línea de conducción	Contratista

Fuente: Trabajo de Campo . Elaborado por los autores.

Tabla N° 22: Redes de distribución.

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTO GENERADO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN DE LA MEDIDA	RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN.
Excavación y apilamiento del material excavado	<u>Contaminación del Aire</u> Producido por: Polvo: Producido por la excavación de zanja y el carguío del desmonte a zona aledaña	Riego continuo en caso de ser necesario, ya que la frecuencia de lluvias en la zona es alta.	Redes de agua potable	Contratista
Excavación y apilamiento del material excavado	<u>Afectación del tránsito</u> Ocupación de una parte de la vía pública (restricción del tránsito) con tuberías, durante el tendido e instalación de la red secundaria.	Exigir al contratista una correcta delimitación de seguridad y señales informativas para el tránsito vehicular y peatonal en la obra. Esta señalización debe cumplir con la reglamentación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y con la Municipalidad del distrito de Cochamarca	Redes de agua potable	Contratista
Excavación de zanjas	<u>Afectación de la seguridad</u> Producido por la apertura de zanjas durante la instalación de tuberías, en especial cerca de colegios.	Colocación de puentes peatonales en el área de colegios	Redes de agua potable	Contratista
Tendido de tuberías	<u>Afectación del tránsito</u> Ocupación de una parte de la vía pública (restricción del tránsito) con tuberías, durante el tendido e instalación de la red secundaria.	Exigir al contratista una correcta delimitación de seguridad y señales informativas para el tránsito vehicular y peatonal en la obra. Esta señalización debe cumplir con la reglamentación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y con la Municipalidad del distrito al que pertenece la obra.	Redes de agua potable	Contratista
Tendido de tuberías	<u>Afectación de la seguridad</u> Producido por la apertura de zanjas durante la instalación de tuberías.	Colocación de puentes peatonales en el área de colegios	Redes de agua potable	Contratista
Relleno y compactación	<u>Contaminación Sonora: Ruido</u> Producido por: Equipos: compactadora vibratoria	Exigir al contratista el uso de equipos en perfecto estado operativo, con el cual se obtienen resultados efectivos de relleno y compactación, reduciendo el tiempo al mínimo	Redes de agua potable	Contratista

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTO GENERADO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN DE LA MEDIDA	RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN.
	manual.	posible. Los ruidos molestos disminuyen evitando concentrar los equipos en un mismo lugar, y el contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los mismos a fin de reducir el ruido.		
Relleno y compactación	<u>Vibraciones</u> Producido por: Equipos: Compactadora vibratoria	Evitar el uso de los equipos durante las noches. Las molestias disminuyen evitando concentrar los equipos en un mismo lugar. El contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los equipos y unidades vehiculares a fin de reducir las vibraciones.	Redes de agua potable	Contratista
Relleno y compactación	<u>Contaminación del Aire</u> Producido por: Polvo: Debido a la compactación del material de préstamo selecto y producido por el traslado del mismo desde la zona de almacenamiento hasta la zanja.	Riego continuo de ser necesario	Redes de agua potable	Contratista
Relleno y compactación	<u>Contaminación del Aire</u> Gases: Debido al uso de equipos de combustión.	El contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los equipos para evitar mala combustión	Redes de agua potable	Contratista
Relleno de zanja con material de préstamo selecto	<u>Contaminación del Suelo</u> Producido por: Almacenamiento del material de préstamo, que luego será transportado con el desmonte.	Desplazar el material de préstamo en volúmenes moderados, de acuerdo a las capacidades de los buguis.	Redes de agua potable	Contratista
Eliminación de desmonte	<u>Contaminación del Aire</u> Polvo: Debido al traslado del desmonte.	Riego continuo de las calles.	Redes de agua potable	Contratista

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTO GENERADO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN DE LA MEDIDA	RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN.
Eliminación de desmonte	<u>Contaminación del Suelo</u> Producido por: Derrame del material cargado en exceso a zona aledaña.	Cargar a los buguis hasta el 90% de su capacidad a fin de evitar el derrame de los desmontes, y se debe de contar con cubierta exterior para evitar el derrame.	Redes de agua potable	Contratista

Fuente: Trabajo de Campo . Elaborado por los autores.

Tabla N° 23: Red de alcantarillado.

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTO GENERADO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN DE LA MEDIDA	RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN.
Excavación y apilamiento del material excavado	<p><u>Contaminación del Aire</u></p> <p>Producido por:</p> <p>Polvo: Producido por la excavación de zanja y el carguío del desmonte a zona aledaña</p>	Riego continuo en caso de ser necesario, ya que la frecuencia de lluvias en la zona es alta.	Red de alcantarillado	Contratista
Excavación y apilamiento del material excavado	<p><u>Afectación del tránsito</u></p> <p>Ocupación de una parte de la vía pública (restricción del tránsito) con tuberías, durante el tendido e instalación de la red secundaria.</p>	Exigir al contratista una correcta delimitación de seguridad y señales informativas para el tránsito vehicular y peatonal en la obra. Esta señalización debe cumplir con la reglamentación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y con la Municipalidad del distrito de Cochamarca	Red de alcantarillado	Contratista
Excavación de zanjas	<p><u>Afectación de la seguridad</u></p> <p>Producido por la apertura de zanjas durante la instalación de tuberías, en especial cerca de colegios.</p>	Colocación de puentes peatonales en el área de colegios	Red de alcantarillado	Contratista
Tendido de tuberías	<p><u>Afectación del tránsito</u></p> <p>Ocupación de una parte de la vía pública (restricción del tránsito) con tuberías, durante el tendido e instalación de la red secundaria.</p>	Exigir al contratista una correcta delimitación de seguridad y señales informativas para el tránsito vehicular y peatonal en la obra. Esta señalización debe cumplir con la reglamentación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y con la Municipalidad del distrito al que pertenece la obra.	Red de alcantarillado	Contratista
Tendido de tuberías	<p><u>Afectación de la seguridad</u></p> <p>Producido por la apertura de zanjas durante la instalación de tuberías.</p>	Colocación de puentes peatonales en el área de colegios	Red de alcantarillado	Contratista
Relleno y compactación	<p><u>Contaminación Sonora: Ruido</u></p> <p>Producido por:</p> <p>Equipos: compactadora</p>	Exigir al contratista el uso de equipos en perfecto estado operativo, con el cual se obtienen resultados efectivos de relleno y compactación,	Red de alcantarillado	Contratista

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTO GENERADO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN DE LA MEDIDA	RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN.
	vibratoria manual.	reduciendo el tiempo al mínimo posible. Los ruidos molestos disminuyen evitando concentrar los equipos en un mismo lugar, y el contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los mismos a fin de reducir el ruido.		
Relleno y compactación	<u>Vibraciones</u> Producido por: Equipos: Compactadora vibratoria	Evitar el uso de los equipos durante las noches. Las molestias disminuyen evitando concentrar los equipos en un mismo lugar. El contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los equipos y unidades vehiculares a fin de reducir las vibraciones.	Red de alcantarillado	Contratista
Relleno y compactación	<u>Contaminación del Aire</u> Producido por: Polvo: Debido a la compactación del material de préstamo selecto y producido por el traslado del mismo desde la zona de almacenamiento hasta la zanja.	Riego continuo de ser necesario	Red de alcantarillado	Contratista
Relleno y compactación	<u>Contaminación del Aire</u> Gases: Debido al uso de equipos de combustión.	El contratista debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los equipos para evitar mala combustión	Red de alcantarillado	Contratista
Relleno de zanja con material de préstamo selecto	<u>Contaminación del Suelo</u> Producido por: Almacenamiento del material de préstamo, que luego será transportado con el desmonte.	Desplazar el material de préstamo en volúmenes moderados, de acuerdo a las capacidades de los buguis.	Red de alcantarillado	Contratista
Eliminación de	<u>Contaminación del Aire</u>	Riego continuo de las calles.	Red de	Contratista

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTO GENERADO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN DE LA MEDIDA	RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN.
desmante	Polvo: Debido al traslado del desmante.		alcantarillado	
Eliminación de desmante	<u>Contaminación del Suelo</u> Producido por: Derrame del material cargado en exceso a zona aledaña.	Cargar a los buguis hasta el 90% de su capacidad a fin de evitar el derrame de los desmontes, y se debe de contar con cubierta exterior para evitar el derrame.	Red de alcantarillado	Contratista

Fuente: Trabajo de Campo . Elaborado por los autores.

Tabla N° 24: Construcción de tanque imhoff.

Actividad del proyecto	Impacto generado	Medidas de Mitigación y descripción de la Medida	Ubicación de la medida	Responsable de la Ejecución.
Construcción de Tanque Imhoff	<u>Contaminación del Aire</u> Material Particulado: Debido al polvo	La emisión de polvo se minimizará con el riego mediante el uso de camiones cisterna.	Tanque Imhoff	Contratista
Construcción de Tanque Imhoff	<u>Contaminación del Suelo</u> Desbroce de áreas verdes	El desbroce de las áreas verdes se realizara para la excavación y Construcción de la cámara de derivación y camino de acceso, pero que no será necesario su reposición por ser área libre	Tanque Imhoff	Contratista
Eliminación del material extraído	<u>Contaminación de Suelos</u> Producido por: Material Natural: Producido por la excavación, y almacenamiento del material natural extraído en la vía.	El contratista deberá de llevar el material natural excedente obtenido de la excavación hacia una escombrera autorizada por el municipio.	Tanque Imhoff	Contratista

Fuente: Trabajo de Campo . Elaborado por los autores.

CAPÍTULO III

PRUEBAS Y RESULTADOS

3.1. Presupuesto

A continuación se muestran el presupuesto por partidas de la red de agua potable, alcantarillado y planta de tratamiento; y el listado de precios y cantidades requeridas:

PRESUPUESTO					
Presupuesto	0103011	RED DE SANEAMIENTO BÁSICO EN ZONAS RURALES (ENTRE 201 A 500 HABITANTES). CASO CENTRO POBLADO AYNACA - OYON - LIMA			
Subpresupuesto	001	RED DE SANEAMIENTO BÁSICO EN ZONAS RURALES (ENTRE 201 A 500 HABITANTES). CASO CENTRO POBLADO AYNACA - OYON - LIMA			
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COCHAMARCA	Costo al	20/06/2014		
Lugar	LIMA - OYON - COCHAMARCA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	RED DE AGUA POTABLE				320,696.42
01.01	CAPTACIÓN TIPO LADERA				36,460.50
01.01.01	OBRAS PRELIMINARES				142.36
01.01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	55.61	1.18	65.62
01.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	55.61	1.38	76.74
01.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				12,135.94
01.01.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO	m3	205.65	27.34	5,622.47
01.01.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	43.83	10.57	463.28
01.01.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 50 m.	m3	202.28	29.91	6,050.19
01.01.03	OBRAS DE CONCRETO				18,063.52
01.01.03.01	SOLADO DE E=4" MEZCLA 1:12 (C:H)	m2	0.97	161.68	156.83
01.01.03.02	CONCRETO PARA MURO f _c =210 kg/cm ²	m3	27.16	378.27	10,273.81
01.01.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	164.13	37.71	6,189.34
01.01.03.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	348.68	4.14	1,443.54
01.01.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS				4,315.41
01.01.04.01	TARRAJEO EXTERIOR C/MORTERO 1:5 X 1.5CM.	m2	47.53	17.94	852.69
01.01.04.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE 1:2 e=1.5CM EN INTERIORES	m2	116.59	29.70	3,462.72
01.01.05	VÁLVULAS Y ACCESORIOS				1,803.27
01.01.05.01	SUM. E INST. DE VÁLVULAS Y ACCESORIOS	glb	1.00	845.00	845.00
01.01.05.02	UNION UNIVERSAL PVC ISO 4422 DN 63MM	und	2.00	125.80	251.60
01.01.05.03	VÁLVULA COMPUERTA DE BRONCE DN=63mm	und	1.00	378.29	378.29
01.01.05.04	CANASTILLA DE BRONCE DN=63mm	und	1.00	314.04	314.04
01.01.05.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC - PN 10 - DN 63 mm	m	1.20	11.95	14.34
01.02	LINEA DE CONDUCCIÓN				107,694.27

01.02.01	OBRAS PRELIMINARES					8,218.60
01.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m	2,180.00	1.59		3,466.20
01.02.01.02	SEÑALIZACIÓN EN OBRA DURANTE LA EJECUCIÓN	m	2,180.00	2.18		4,752.40
01.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					63,613.27
01.02.02.01	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA RED MATRIZ DE AGUA POTABLE	m3	872.00	24.90		21,712.80
01.02.02.02	REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO DE ZANJA	m	2,180.00	3.78		8,240.40
01.02.02.03	CONFORMACIÓN DE CAMA DE APOYO, CON MATERIAL DE PRESTAMO, H=10 CM	m3	87.20	61.94		5,401.17
01.02.02.04	RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL PROPIO	m	2,180.00	10.57		23,042.60
01.02.02.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 50 m.	m3	174.40	29.91		5,216.30
01.02.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS					31,001.00
01.02.03.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC - PN 10 - DN 63 mm	m	2,180.00	11.95		26,051.00
01.02.03.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA AIRE AUTOMÁTICA BB DE 2"	und	1.00	1,475.00		1,475.00
01.02.03.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE PURGA DE 2"	und	1.00	1,475.00		1,475.00
01.02.03.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DE 2"	gib	1.00	2,000.00		2,000.00
01.02.04	PRUEBA HIDRÁULICA					4,861.40
01.02.04.01	DOBLE PRUEBA HIDRÁULICA DES AGUA A ZANJA ABIERTA	m	2,180.00	2.23		4,861.40
01.03	RESERVORIO 40.00 m3					116,419.27
01.03.01	OBRAS PRELIMINARES					491.58
01.03.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	15.57	1.18		18.37
01.03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	77.83	1.38		107.41
01.03.01.03	REFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN	m2	77.83	4.70		365.80
01.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					6,943.52
01.03.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO	m3	85.12	27.34		2,327.18
01.03.02.02	REFINE DE TALUD EN RESERVORIO	m2	69.17	28.30		1,957.51
01.03.02.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	22.99	10.57		243.00
01.03.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 50 m.	m3	80.77	29.91		2,415.83
01.03.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					13,471.18
01.03.03.01	SOLADO DE E=4" MEZCLA 1:12 (C:H)	m2	83.32	161.68		13,471.18
01.03.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					52,486.89
01.03.04.01	ZAPATAS					12,646.97
01.03.04.01.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	26.88	398.71		10,717.32
01.03.04.01.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	466.10	4.14		1,929.65
01.03.04.02	LOSAS					12,009.44
01.03.04.02.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	20.83	398.71		8,305.13
01.03.04.02.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	894.76	4.14		3,704.31
01.03.04.03	CUPULA					3,471.77
01.03.04.03.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	4.24	398.71		1,690.53
01.03.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.13	37.71		42.61
01.03.04.03.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	419.96	4.14		1,738.63
01.03.04.04	MUROS					21,758.08
01.03.04.04.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	13.39	398.71		5,338.73
01.03.04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	127.85	37.71		4,821.22
01.03.04.04.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	2,801.48	4.14		11,598.13
01.03.04.05	VIGA CIRCULAR					2,417.01

01.03.04.05.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	2.54	398.71	1,012.72
01.03.04.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	15.55	37.71	586.39
01.03.04.05.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	197.56	4.14	817.90
01.03.04.06	ARTESANA DE REBOSE				183.62
01.03.04.06.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	0.20	398.71	79.74
01.03.04.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.13	37.71	42.61
01.03.04.06.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	14.80	4.14	61.27
01.03.05	CASETA DE VÁLVULAS				9,462.68
01.03.05.01	CIMENTOS				1,418.51
01.03.05.01.01	CONCRETO EN CIMENTOS CORRIDOS F' C=175 KG/CM2	m3	2.19	243.89	534.12
01.03.05.01.02	SOLADO DE E=4" MEZCLA 1:12 (C:H)	m2	5.47	161.68	884.39
01.03.05.02	SOBRECIMIENTO				369.51
01.03.05.02.01	SOBRECIMIENTO CONCRETO 1:8 + 25% P.M.	m3	0.55	165.83	91.21
01.03.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	7.38	37.71	278.30
01.03.05.03	COLUMNAS				873.55
01.03.05.03.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	0.75	398.71	299.03
01.03.05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	7.56	37.71	285.09
01.03.05.03.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	69.91	4.14	289.43
01.03.05.04	VIGAS				768.09
01.03.05.04.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	0.71	398.71	283.08
01.03.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	4.17	37.71	157.25
01.03.05.04.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	79.17	4.14	327.76
01.03.05.05	LOSAS ALIGERADAS				926.05
01.03.05.05.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	0.85	398.71	338.90
01.03.05.05.02	LADRILLO HUECO DE ARCILLA 12X30X30 CM PARA TECHO ALIGERADO	und	80.98	1.30	105.27
01.03.05.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	9.72	37.71	366.54
01.03.05.05.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	27.86	4.14	115.34
01.03.05.06	ALBANILERÍA				1,061.43
01.03.05.06.01	MURO DE SOGA LADRILLO CORRIENTE CON CEMENTO-CAL-ARENA	m2	21.53	49.30	1,061.43
01.03.05.07	PISOS				4,045.54
01.03.05.07.01	FALSO PISO DE 4" DE CONCRETO 1:10	m2	11.34	116.45	1,320.54
01.03.05.07.02	PISO DE 2" CONCRETO F' C 140 KG/CM2 X 4 CM.+ PULIDO 1:2 X 1CM	m2	11.34	240.30	2,725.00
01.03.06	REVOQUES Y ENLUCIDOS				7,446.34
01.03.06.01	TARRAJEO INTERIOR C/MORTERO 1:5 X1.5 CM.	m2	37.29	17.94	668.98
01.03.06.02	TARRAJEO EXTERIOR C/MORTERO 1:5 X 1.5CM.	m2	222.69	17.94	3,995.06
01.03.06.03	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE 1:2 e=1.5CM EN INTERIORES	m2	93.68	29.70	2,782.30
01.03.07	CARPINTERIA METÁLICA				2,271.90
01.03.07.01	TAPA METÁLICA DE RESERVORIO S/DISEÑO	und	1.00	220.00	220.00
01.03.07.02	VENTILACIÓN C/TUBERÍA DE ACERO S/DISEÑO DE 6"	und	4.00	96.91	387.64
01.03.07.03	PUERTA METÁLICA DE PLANCHA LAC 1/16" C/MARCO 2"X2"X1/4" Y REFUERZOS	und	1.00	1,256.00	1,256.00
01.03.07.04	VENTANA METÁLICA	und	1.00	110.00	110.00
01.03.07.05	ESCALIN DE FIERRO CORRUGADO 3/4"@0.30	und	18.00	16.57	298.26
01.03.08	PINTURAS				1,260.92
01.03.08.01	PINTURA EXTERIORES	m2	196.70	4.95	973.67
01.03.08.02	PINTURA ANTICORROSIVA	m2	15.00	19.15	287.25

01.03.09	VARIOS					1,026.08
01.03.09.01	WATER STOP DE NEOPRENE DE 6". PROVISIÓN Y COLOCADO DE JUNTA	m	58.44	15.74		919.85
01.03.09.02	HIPOCLORADOR	und	1.00	106.23		106.23
01.03.10	PRUEBA HIDRÁULICA Y DESINFECCIÓN					8,888.00
01.03.10.01	PRUEBA HIDRÁULICA C/EMPLO DE LA LÍNEA DE INGRESO	m3	200.00	27.99		5,598.00
01.03.10.02	DESINFECCIÓN C/EMPLO DE RESERVOIRIO CON EQUIPO DE LÍNEA DE INGRESO	m3	200.00	16.45		3,290.00
01.03.11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS					3,694.45
01.03.11.01	CANASTILLA DE BRONCE DN=63mm	und	1.00	314.04		314.04
01.03.11.02	UNIÓN FLEXIBLE TIPO DRESSER DE DN=63mm	und	3.00	129.04		387.12
01.03.11.03	TEE DE PVC PARA RED DE AGUA POTABLE DE 63MM	und	2.00	38.66		77.32
01.03.11.04	CODO DE PVC PARA RED DE AGUA POTABLE DE 63MM*45°	und	3.00	35.43		106.29
01.03.11.05	CODO DE PVC UF 4422 PARA RED DE AGUA POTABLE DE 63mmX90°	und	3.00	32.57		97.71
01.03.11.06	TRANSICIÓN Fº Fº AH. DUCTIL	und	2.00	281.48		562.96
01.03.11.07	BRIDA P/ANCLAJE DE SECCIÓN CUADRADA DN=63mm	und	3.00	73.29		219.87
01.03.11.08	BRIDA ROMPE AGUA DN=63MM	und	2.00	157.99		315.98
01.03.11.09	VÁLVULA COMPUERTA DE BRONCE DN=63mm	und	3.00	378.29		1,134.87
01.03.11.10	VÁLVULA DE AIRE DE 1/2"	und	1.00	478.29		478.29
01.03.12	PISOS Y PAVIMENTOS					1,800.31
01.03.12.01	VEREDAS					1,733.98
01.03.12.01.01	CONCRETO SIMPLE 1:10 CEMENTO-HORMIGON	m3	6.10	194.62		1,187.18
01.03.12.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	14.50	37.71		546.80
01.03.12.02	GRADAS					66.33
01.03.12.02.01	CONCRETO SIMPLE 1:10 CEMENTO-HORMIGON	m3	0.18	194.62		35.03
01.03.12.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	0.83	37.71		31.30
01.03.13	CERCO PERIMÉTRICO					7,175.42
01.03.13.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS					764.15
01.03.13.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO	m3	11.54	27.34		315.50
01.03.13.01.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 50 m.	m3	15.00	29.91		448.65
01.03.13.02	CONCRETO SIMPLE					3,373.70
01.03.13.02.01	CIMENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA	m3	11.54	171.08		1,974.26
01.03.13.02.02	CONCRETO 1:8+25% P.M. PARA SOBRECIMENTOS	m3	2.09	165.83		346.58
01.03.13.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	27.92	37.71		1,052.86
01.03.13.03	PINTURAS					3,037.57
01.03.13.03.01	PINTURA ANTICORROSIVA	m2	158.62	19.15		3,037.57
01.04	LÍNEA DE ADUCCIÓN					4,523.23
01.04.01	OBRAS PRELIMINARES					332.36
01.04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m	88.16	1.59		140.17
01.04.01.02	SEÑALIZACIÓN EN OBRA DURANTE LA EJECUCIÓN	m	88.16	2.18		192.19
01.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					2,572.58
01.04.02.01	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA RED MATRIZ DE AGUA POTABLE	m3	35.26	24.90		877.97
01.04.02.02	REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO DE ZANJA	m	88.16	3.78		333.24
01.04.02.03	CONFORMACIÓN DE CAMA DE APOYO, CON MATERIAL DE PRÉSTAMO, H=10 CM	m3	3.53	61.94		218.65
01.04.02.04	RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL PROPIO	m	88.16	10.57		931.85
01.04.02.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 50 m.	m3	7.05	29.91		210.87
01.04.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS					1,421.69

01.04.03.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC 1 1/2" - C 10	m	88.16	9.11	803.14
01.04.03.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE 1 1/2"	und	1.00	68.55	68.55
01.04.03.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DE 1 1/2"	glb	1.00	550.00	550.00
01.04.04	PRUEBA HIDRÁULICA				196.60
01.04.04.01	DOBLE PRUEBA HIDRÁULICA DES AGUA A ZANJA ABIERTA	m	88.16	2.23	196.60
01.05	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN				37,494.84
01.05.01	OBRAS PRELIMINARES				3,170.98
01.05.01.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m	841.11	1.59	1,337.36
01.05.01.02	SEÑALIZACIÓN EN OBRA DURANTE LA EJECUCIÓN	m	841.11	2.18	1,833.62
01.05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				24,543.59
01.05.02.01	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA RED MATRIZ DE AGUA POTABLE	m3	336.44	24.90	8,377.36
01.05.02.02	REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO DE ZANJA	m	841.11	3.78	3,179.40
01.05.02.03	CONFORMACIÓN DE CAMA DE APOYO, CON MATERIAL DE PRÉSTAMO, H=10 CM	m3	33.64	61.94	2,083.66
01.05.02.04	RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL PROPIO	m	841.11	10.57	8,890.53
01.05.02.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 50 m.	m3	67.29	29.91	2,012.64
01.05.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS				7,904.59
01.05.03.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC 1" - C 10	m	741.23	7.34	5,440.63
01.05.03.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE 1"	und	3.00	61.95	185.85
01.05.03.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DE 1"	glb	1.00	850.00	850.00
01.05.03.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC 3/4" - C 10	m	99.88	6.62	661.21
01.05.03.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE 3/4"	und	2.00	58.45	116.90
01.05.03.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DE 3/4"	glb	1.00	650.00	650.00
01.05.04	PRUEBA HIDRÁULICA				1,875.68
01.05.04.01	DOBLE PRUEBA HIDRÁULICA DES AGUA A ZANJA ABIERTA	m	841.11	2.23	1,875.68
01.06	CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE				18,104.31
01.06.01	CONEXION AGUA 1/2", L=10M	und	81.00	223.51	18,104.31
02	RED DE ALCANTARILLADO				194,441.00
02.01	OBRAS PRELIMINARES				4,237.78
02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m	1,124.08	1.59	1,787.29
02.01.02	SEÑALIZACIÓN EN OBRA DURANTE LA EJECUCIÓN	m	1,124.08	2.18	2,450.49
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				46,439.28
02.02.01	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA BUZON EN TERRENO NORMAL MAX. 2.00 M	m3	108.39	37.67	4,083.05
02.02.02	EXCAVACIÓN CON MAQUINA EN TERRENO NORMAL PARA TUBERÍA 160 MM 1.7 M HASTA 2.00 M DE PROF.	m3	1,089.58	7.62	8,302.60
02.02.03	REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO DE ZANJA	m	1,089.58	3.78	4,118.61
02.02.04	RELLENO COMPACT. SOBRE LOMO DE TUBO P/TUB.6"	m	1,089.58	9.30	10,133.09
02.02.05	RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL PROPIO	m	1,089.58	10.57	11,516.86
02.02.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 50 m.	m3	277.00	29.91	8,285.07
02.03	RED DE DISTRIBUCIÓN DE ALCANTARILLADO				34,900.96
02.03.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC 160 MM SN2	m	1,096.48	31.83	34,900.96
02.04	PRUEBA HIDRÁULICA				3,475.84
02.04.01	DOBLE PRUEBA HIDRÁULICA DE DESAGUE	m	1,096.48	3.17	3,475.84
02.05	CONSTRUCCIÓN DE BUZONES				46,383.96
02.05.01	CONSTRUCCIÓN DE BUZON TIPO I DESDE 1.00 HASTA 2.00 M EN TERRENO NORMAL	und	23.00	1,961.54	45,115.42

02.05.02	CONCRETO f'c=140 kg/cm2 PARA ANCLAJES Y/O DADOS	m3	8.10	156.61	1,268.54
02.06	CONEXIONES DOMICILIARIAS DE ALCANTARILLADO				59,003.18
02.06.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				21,319.70
02.06.01.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO NORMAL PARA CAJA DE REGISTROS	m3	38.27	42.37	1,621.50
02.06.01.02	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA TUBERÍAS DE 110 MM SN4 EN TERRENO NORMAL HASTA H=1.5M	m	523.26	7.62	3,987.24
02.06.01.03	REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO DE ZANJA	m	523.26	3.78	1,977.92
02.06.01.04	RELLENO COMPACT. SOBRE LOMO DE TUBO P/TUB.4"	m	523.26	9.30	4,866.32
02.06.01.05	RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL PROPIO	m	523.26	10.57	5,530.86
02.06.01.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 50 m.	m3	111.53	29.91	3,335.86
02.06.02	CONEXIONES DOMICILIARIAS DE ALCANTARILLADO				36,024.75
02.06.02.01	CONEXIÓN DE DOMICILIARIAS PARA TUBO PVC 110MM - 6M	und	81.00	201.61	16,330.41
02.06.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CACHIMBAS TEE d=160mmx110mm	und	81.00	66.07	5,351.67
02.06.02.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAJA DE REGISTRO hp=1.00m	und	81.00	152.81	12,377.61
02.06.02.04	ESCARCHADO/ANCLAJE DE TUBERÍA PVC LLEGADA A CAJA DE REGISTRO	und	81.00	24.26	1,965.06
02.06.03	PRUEBA HIDRÁULICA				1,658.73
02.06.03.01	DOBLE PRUEBA HIDRÁULICA DE DESAGUE	m	523.26	3.17	1,658.73
03	PLANTA DE TRAMIENTO TIPO IMHOFF				343,098.05
03.01	TANQUE IMHOFF (1 UNIDAD)				207,469.86
03.01.01	OBRAS PRELIMINARES				257.58
03.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	69.12	1.38	95.39
03.01.01.02	SEÑALIZACIÓN EN OBRA DURANTE LA EJECUCIÓN	m	74.40	2.18	162.19
03.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				39,564.57
03.01.02.01	EXCAVACIÓN MASIVA CON MAQUINARIA EN TERRENO NORMAL	m3	827.90	8.41	6,962.64
03.01.02.02	REFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN	m2	87.32	4.70	410.40
03.01.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 50 m.	m3	1,076.28	29.91	32,191.53
03.01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				2,131.97
03.01.03.01	CONCRETO PARA SOLADO f'c=140 kg/cm2	m3	10.37	205.59	2,131.97
03.01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				151,727.11
03.01.04.01	CONCRETO PARA LOSA DE CIMENTACIÓN f'c=210 kg/cm2	m3	27.65	378.27	10,459.17
03.01.04.02	CONCRETO PARA FONDO TRIANGULAR (CIMENTACIÓN) f'c=175 kg/cm2	m3	19.21	303.80	5,836.00
03.01.04.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA LOSA DE CIMENTACIÓN	kg	1,558.56	4.15	6,468.02
03.01.04.04	CONCRETO PARA MURO f'c=210 kg/cm2	m3	92.11	378.27	34,842.45
03.01.04.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MUROS (DOS CARAS)	m2	530.96	37.71	20,022.50
03.01.04.06	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA MUROS	kg	14,204.65	4.15	58,949.30
03.01.04.07	CONCRETO PARA MURO SEDIMENTOR f'c=210 kg/cm2	m3	11.07	378.27	4,187.45
03.01.04.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MUROS SEDIMENTOR (DOS CARAS)	m2	110.66	37.71	4,172.99
03.01.04.09	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA SEDIMENTOR	kg	823.83	4.15	3,418.89
03.01.04.10	CONCRETO PARA CAJA DE SALIDA DE LODOS f'c=210 kg/cm2	m3	3.26	378.27	1,233.16
03.01.04.11	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CAJA DE SALIDA DE LODOS (DOS CARAS)	m2	26.88	37.71	1,013.64
03.01.04.12	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA CAJA DE SALIDA DE LODOS	kg	38.30	4.15	158.95
03.01.04.13	CONCRETO PARA CAJA DE SALIDA f'c=210 kg/cm2	m3	0.46	378.27	174.00

03.01.04.14	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CAJA DE SALIDA (DOS CARAS)	m2	2.45	37.71	92.39
03.01.04.15	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA CAJA DE SALIDA	kg	11.42	4.15	47.39
03.01.04.16	WATER STOP DE NEOPRENO DE 8"	m	55.20	11.79	650.81
03.01.05	TARRAJEOS				11,049.29
03.01.05.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE 1:2 E=1.5CM	m2	372.03	29.70	11,049.29
03.01.06	INSTALACIONES HIDRÁULICAS				2,739.34
03.01.06.01	SUM. E INSTA. DE TUBERÍA PVC DN 200mm SN 2	m	30.00	29.40	882.00
03.01.06.02	SUM. E INSTA. DE CODO PVC DN 200mm X 45° SN 2	und	1.00	15.32	15.32
03.01.06.03	SUM. E INSTA. DE YEE PVC DN 200mm X 200mm SN 2	und	1.00	50.34	50.34
03.01.06.04	SUM. E INSTA. DE VÁLVULA COMPUERTA F°F° 8"	und	1.00	1,105.00	1,105.00
03.01.06.05	BAFLE DE MADERA TRATADA 1.35x0.75x0.025	und	2.00	272.61	545.22
03.01.06.06	LOSA REMOVIBLE DE CONCRETO 0.60X0.60	und	2.00	70.73	141.46
03.02	FILTRO BIOLÓGICO (1 UNIDAD)				45,395.55
03.02.01	OBRAS PRELIMINARES				54.25
03.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	39.31	1.38	54.25
03.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				4,082.33
03.02.02.01	EXCAVACIÓN MASIVA CON MAQUINARIA EN TERRENO NORMAL	m3	101.51	8.41	853.70
03.02.02.02	REFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN	m2	40.95	4.70	192.47
03.02.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 50 m.	m3	101.51	29.91	3,036.16
03.02.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				783.30
03.02.03.01	CONCRETO PARA SOLADO f'c=140 kg/cm2	m3	3.81	205.59	783.30
03.02.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				27,861.78
03.02.04.01	CONCRETO PARA LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2	m3	8.54	378.27	3,230.43
03.02.04.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA LOSA DE FONDO	kg	442.18	4.11	1,817.36
03.02.04.03	CONCRETO PARA MURO f'c=210 kg/cm2	m3	19.88	378.27	7,520.01
03.02.04.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA CANAL DE INGRESO	kg	25.93	4.11	106.57
03.02.04.05	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA MUROS	kg	1,095.21	4.15	4,545.12
03.02.04.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MUROS (DOS CARAS)	m2	158.40	37.71	5,973.26
03.02.04.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CANAL DE INGRESO	m2	2.99	37.71	112.75
03.02.04.08	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE 1:2 E=1.5CM	m2	153.41	29.70	4,556.28
03.02.05	VARIOS				10,149.78
03.02.05.01	SUM. E INSTA. DE TUBERÍA PVC DN 200mm SN 2	m	4.00	29.40	117.60
03.02.05.02	FILTRO DE GRAVA DE 2" MIN.	m3	31.31	91.81	2,874.57
03.02.05.03	FILTRO DE GRAVA DE 3" MIN.	m3	19.92	98.39	1,959.93
03.02.05.04	FILTRO DE GRAVA DE 4" MIN.	m3	17.08	107.99	1,844.47
03.02.05.05	LADRILLO PARA FONDO FILTRO BIOLÓGICO	m2	35.95	31.80	1,143.21
03.02.05.06	SUM. E INSTA. DE VÁLVULA COMPUERTA DN 200mm	und	2.00	1,105.00	2,210.00
03.02.06	CAJA DE INGRESO Y SALIDA				2,464.11
03.02.06.01	CONCRETO PARA CAJA SALIDA/ENTRADA f'c=210 kg/cm2	m3	1.87	378.27	707.36
03.02.06.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA CAJAS DE SALIDA/ENTRADA	kg	83.24	4.15	345.45
03.02.06.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CAJAS DE SALIDA/ENTRADA	m2	8.97	37.71	338.26
03.02.06.04	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE, MEZCLA 1:2, e=1.5cm	m2	20.79	29.70	617.46
03.02.06.05	CONCRETO PARA CANAL DE INGRESO f'c=210 kg/cm2	m3	0.31	378.27	117.26
03.02.06.06	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA CANAL DE INGRESO	kg	25.93	4.15	107.61
03.02.06.07	TAPA PRE FABRICADA CAJA INGRESO/SALIDA	und	2.00	46.37	92.74

03.02.06.08	TUBERÍA PVC DN 110mm PARA CANAL DE RECOLECCIÓN INC. INSTALACION	m	22.00	5.50	121.00
03.02.06.09	MADERA TRATADA PARA VERTEDERO E=2"	m2	0.44	38.57	16.97
03.03	LECHO DE SECADO (2 UNIDADES)				46,831.33
03.03.01	OBRAS PRELIMINARES				125.83
03.03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	91.18	1.38	125.83
03.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				8,958.20
03.03.02.01	EXCAVACIÓN MASIVA CON MAQUINARIA EN TERRENO NORMAL	m3	195.17	8.41	1,641.38
03.03.02.02	REFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN	m2	91.18	4.70	428.55
03.03.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 50 m.	m3	230.30	29.91	6,888.27
03.03.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				30,942.70
03.03.03.01	SOLADO DE CONCRETO f'c=140 kg/cm2	m3	4.61	205.59	947.77
03.03.03.02	CONCRETO PARA MURO f'c=210 kg/cm2	m3	39.74	378.27	15,032.45
03.03.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MUROS (DOS CARAS)	m2	104.12	37.71	3,926.37
03.03.03.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA MUROS	kg	1,230.88	4.15	5,108.15
03.03.03.05	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE 1:2 E=1.5CM	m2	104.12	29.70	3,092.36
03.03.03.06	CONCRETO PARA PARED SALPICADORA f'c=210 kg/cm2	m3	0.29	378.27	109.70
03.03.03.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PARED SALPICADORA	m2	4.80	37.71	181.01
03.03.03.08	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA LOSA DE PARED SALPICADORA	kg	30.02	4.15	124.58
03.03.03.09	CONCRETO PARA CANAL CENTRAL f'c=210 kg/cm2	m3	1.06	378.27	400.97
03.03.03.10	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA CANAL CENTRAL	kg	86.00	4.15	356.90
03.03.03.11	TAPA PREFABRICADA DE .35x.35 m2 PARA CANAL CENTRAL	und	52.00	31.97	1,662.44
03.03.04	ARCILLA PARA LOZA DE FONDO				487.22
03.03.04.01	ARCILLA PARA LOSA DE FONDO	m3	7.20	67.67	487.22
03.03.05	VARIOS				6,317.38
03.03.05.01	SUM. E INSTA. DE TUBERÍA PVC DN 200mm SN 2	m	47.00	29.40	1,381.80
03.03.05.02	GRAVA PARA LECHO DE SECADO 3/4"- 2"	m3	18.00	84.14	1,514.52
03.03.05.03	GRAVA PARA LECHO DE SECADO 1/4" - 7/8"	m3	5.40	82.45	445.23
03.03.05.04	GRAVA PARA LECHO DE SECADO 1/16"- 1/4"	m3	5.40	65.27	352.46
03.03.05.05	ARENA GRUESA PARA LECHO DE SECADO	m3	7.20	68.81	495.43
03.03.05.06	COBERTURA DE LADRILLO KK PARA LECHO DE SECADO	m2	35.32	31.80	1,123.18
03.03.05.07	SUM. E INSTA. DE TEE ALCANTARILLADO PVC DN 200mm	und	2.00	50.34	100.68
03.03.05.08	SUM. E INSTA. DE CODO 90° ALCANTARILLADO PVC DN 200mm	und	12.00	42.84	514.08
03.03.05.09	SOPORTE METÁLICO TIPO ABRAZADERA	und	8.00	48.75	390.00
03.04	TUBERÍA DE INTERCONEXIÓN Y EVACUACIÓN				2,991.24
03.04.01	OBRAS PRELIMINARES				50.88
03.04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m	32.00	1.59	50.88
03.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				735.04
03.04.02.01	EXCAVACIÓN CON MAQUINA EN TERRENO NORMAL PARA TUBERÍA DN 200mm	m	32.00	7.62	243.84
03.04.02.02	REFINE DE FONDO DE ZANJA EN T/NORMAL (CAMA DE APOYO)	m	32.00	4.78	152.96
03.04.02.03	RELLENO Y COMPACTACIÓN HASTA 1m.	m	32.00	10.57	338.24
03.04.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS				940.80
03.04.03.01	SUM. E INSTA. DE TUBERÍA PVC DN 200mm SN 2	m	32.00	29.40	940.80
03.04.04	VARIOS				1,264.52

03.04.04.01	BUZONETES DE H=1m.	und	2.00	632.26	1,264.52
03.05	POZO PERCOLADOR (3 UNIDADES)				27,882.07
03.05.01	OBRAS PRELIMINARES				69.12
03.05.01.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	27.00	1.38	37.26
03.05.01.02	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	27.00	1.18	31.86
03.05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				6,332.58
03.05.02.01	EXCAVACIÓN HASTA 3.5m. DE PROFUNDIDAD	m3	159.66	8.41	1,342.74
03.05.02.02	REFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN	m2	45.62	4.70	214.41
03.05.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 50 m.	m3	159.66	29.91	4,775.43
03.05.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				1,182.92
03.05.03.01	CONCRETO PARA CIMENTACIÓN 1:10	m3	6.08	194.56	1,182.92
03.05.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				7,731.22
03.05.04.01	CONCRETO PARA VIGA CIRCULAR f'c=210 kg/cm2	m3	1.77	378.27	669.54
03.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGA CIRCULAR	m2	21.26	37.71	801.71
03.05.04.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA VIGA CIRCULAR	kg	58.13	4.15	241.24
03.05.04.04	CONCRETO PARA COLUMNA f'c=210 kg/cm2	m3	0.79	378.27	298.83
03.05.04.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNA	m2	38.02	37.71	1,433.73
03.05.04.06	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA COLUMNAS	kg	115.58	4.15	479.66
03.05.04.07	CONCRETO PARA LOSA DE TAPA f'c=210 kg/cm2	m3	6.11	378.27	2,311.23
03.05.04.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA LOSA DE TAPA	m2	30.54	37.71	1,151.66
03.05.04.09	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA LOSA DE TAPA	kg	49.28	4.15	204.51
03.05.04.10	TAPA DE CONCRETO PRE FABRICADA PARA INSP. DE BUZON	und	3.00	46.37	139.11
03.05.05	ALBAÑILERÍA				3,212.82
03.05.05.01	MURO DE LADRILLO KK 22x13x9cm, SOGA DE 1:5	m2	54.17	59.31	3,212.82
03.05.06	VARIOS				8,415.41
03.05.06.01	FILTRO DE GRAVA DE 2" MIN.	m3	22.61	91.81	2,075.82
03.05.06.02	FILTRO DE GRAVA DE 1/2" MIN.	m3	67.29	93.34	6,280.85
03.05.06.03	SUM. E INSTA. DE CODO 90° ALCANTARILLADO PVC DN 110mm	und	3.00	19.58	58.74
03.05.07	CAJA DE REPARTICIÓN				938.00
03.05.07.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	1.49	1.38	2.06
03.05.07.02	EXCAVACIÓN EN MATERIAL NORMAL	m3	1.63	35.14	57.28
03.05.07.03	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	m2	1.49	4.70	7.00
03.05.07.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 50 m.	m3	1.63	29.91	48.75
03.05.07.05	CONCRETO PARA SOLADO 1:10	m3	0.15	194.56	29.18
03.05.07.06	CONCRETO PARA LOSA DE FONDO f'c=210 kg/cm2	m3	0.15	378.27	56.74
03.05.07.07	CONCRETO PARA MURO f'c=210 kg/cm2	m3	0.21	378.27	79.44
03.05.07.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MUROS (DOS CARAS)	m2	7.32	37.71	276.04
03.05.07.09	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE 1:2 E=1.5CM	m2	3.04	29.70	90.29
03.05.07.10	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA LOSA DE FONDO Y TECHO	kg	34.00	4.15	141.10
03.05.07.11	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA MUROS	kg	25.00	4.15	103.75
03.05.07.12	TAPA PRE FABRICADA	und	1.00	46.37	46.37
03.06	CERCO PERIMÉTRICO				12,528.00
03.06.01	ALAMBRE TIPO PÚAS	m	270.00	46.40	12,528.00
	COSTO DIRECTO				858,235.47
	GASTOS GENERALES				64,367.66

UTILIDADES (10%)	85,823.55

SUB TOTAL	1,008,426.68
IGV (18%)	181,516.80
	=====
PRESUPUESTO TOTAL	1,189,943.48

SON : UN MILLON CIENTO OCHENTINUEVE MIL NOVECIENTOS CUARENTITRES Y 48/100 NUEVOS SOLES

3.2. Listado de insumos

Obra	0103011	RED DE SANEAMIENTO BÁSICO EN ZONAS RURALES (ENTRE 201 A 500 HABITANTES). CASO CENTRO POBLADO AYNACA - OYON - LIMA			
Subpresupuesto	001	RED DE SANEAMIENTO BÁSICO EN ZONAS RURALES (ENTRE 201 A 500 HABITANTES). CASO CENTRO POBLADO AYNACA - OYON - LIMA			
Fecha	20/06/2014	LIMA - OYON - COCHAMARCA			
Lugar	150904	LIMA - OYON - COCHAMARCA			
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010002	CAPATAZ	hh	725.6317	18.14	13,162.96
0101010003	OPERARIO	hh	5,134.3541	17.17	88,156.86
0101010004	OFICIAL	hh	3,331.3226	14.56	48,504.06
0101010005	PEÓN	hh	11,585.5505	13.11	151,886.57
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	6.5296	17.17	112.11
0101030000	TOPÓGRAFO	hh	179.9425	15.00	2,699.14
					304,521.70
MATERIALES					
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg	319.2168	2.60	829.96
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	1,413.2998	2.60	3,674.58
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	114.3461	2.60	297.30
0204010008	ALAMBRE DE PÚAS # 16	m	1,417.5000	0.42	595.35
02040200000002	ÁNGULO DE ACERO LIVIANO DE 1" X 1" X 1/4" X 6M	pza	1.3000	35.00	45.50
02040200000003	PUERTA METÁLICA DE PLANCHA LAC 1/16" C/MARCO 2"X2"X1/4" Y REFUERZOS	und	1.0000	1,256.00	1,256.00
02040200000004	VENTANA METÁLICA	und	1.0000	110.00	110.00
0204030001	ACERO CORRUGADO FY = 4200 KG/CM2 GRADO 60	kg	27,215.6363	2.80	76,203.78
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	kg	349.2908	2.70	943.09
0204240030	SOPORTE T/ABRAZADERA P/TUB 8"-10	und	8.0000	37.95	303.60
0204240031	ABRAZADERA PVC DE 1/2" X 4"	und	81.0000	16.53	1,338.93
0204260003	ESCALIN DE FIERRO CORRUGADO 3/4"@0.30	pza	18.0000	10.00	180.00
02050700010001	TUBERÍA PVC-SAP C-10 C/R DE 1/2" X 5 M	und	162.0000	6.80	1,101.60
02050900010001	CODO PVC SAP S/P 1/2" X 90°	und	162.0000	1.00	162.00
02051000020010	YEE PVC DN 200MMX200MM-ISO, P/D	pza	1.0000	35.02	35.02
02051000020011	TEE PVC DN 200MMX200MM-ISO, P/D	pza	2.0000	35.02	70.04
02051000020012	CODO PVC DN 200MM X 90°-ISO, P/D	pza	12.0000	27.52	330.24
02051100030040	TEE SP PVC SAP P/AGUA DE 63MM	und	2.0000	30.54	61.08
02051300010012	TRANSICIÓN F°F° AH DÚCTIL DN=63MM	und	2.0000	140.00	280.00

02051600010014	CURVA PVC PARA AGUA DE 1/2"	und	81.0000	1.50	121.50
02060100010006	TUBERÍA PVC-SAL 4" X 3 M	und	23.1000	2.87	66.30
02060100010021	TUBERÍA PVC SAP C-10 D = 1 1/2"	m	92.5680	4.80	444.33
02060100010022	TUBERÍA PVC SAP C-10 D = 1"	m	778.2915	2.72	2,116.95
02060100010023	TUBERÍA PVC SAP C-10 D = 3/4"	m	104.8740	2.04	213.94
02060200030003	CODO PVC-SAL 4" X 90°	und	3.1500	4.98	15.69
02061300010004	CACHIMBA PVC 160MM-110MM	und	81.0000	20.50	1,660.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	379.5122	48.00	18,216.59
02070100050001	PIEDRA MEDIANA DE 4"	m3	1.1088	32.50	36.04
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3	49.7271	45.00	2,237.72
0207010011	GRAVA D=2"	m3	56.6160	48.12	2,724.36
0207010012	GRAVA D=3"	m3	20.9160	46.52	973.01
0207010013	GRAVA D=4"	m3	17.9340	45.00	807.03
0207010014	ARCILLA IMPERMEABILIZANTE	m3	7.5600	18.77	141.90
0207010015	GRAVA PARA FILTRO DE 3/4" - 2"	m3	19.2780	49.58	955.80
0207010016	GRAVA PARA FILTRO DE 1/4"	m3	5.7834	48.00	277.60
0207010017	GRAVA PARA FILTRO DE 1/16"	m3	5.7834	31.96	184.84
0207010018	GRAVA D=1/2"	m3	70.6545	49.58	3,503.05
02070200010001	ARENA FINA	m3	27.7097	30.00	831.29
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	533.8355	34.00	18,150.41
0207030001	HORMIGÓN	m3	111.1919	30.00	3,335.76
0209010002	MARCO PARA TAPA DE FIERRO FUNDIDO PARA DESAGUE 17¼" X 20½"	pza	23.0000	85.00	1,955.00
0209040003	TAPA DE FIERRO FUNDIDO DE 0.60X0.60M	und	1.0000	220.00	220.00
0210060003	WÁTER STOP PVC 6"	m	64.2840	5.80	372.85
02100700010003	JUNTA INPER WATER STOP NEOPRENO 8"	m	60.7200	7.20	437.18
02100900010004	ANILLO DE JEBE KM DN 200MM-ISO, P/D	pza	50.8360	5.00	254.18
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 KG)	bol	1,288.0968	15.50	19,965.50
0213010003	CEMENTO PORTLAND TIPO V	bol	3,417.0009	20.50	70,048.52
02130300010001	YESO BOLSA 28 KG	bol	22.6518	5.90	133.65
02150200020005	CODO PVC SAL 4" X 90°	pza	81.0000	14.00	1,134.00
0215020003	CODO DE 45° PVC SAL DE 63MM	und	3.0000	27.31	81.93
0215020004	CODO 90MM X 90° UF NORMA ISO 4422 (INCL. ANILLOS)	und	3.0000	24.45	73.35
02160100010004	LADRILLO KK 18 HUECOS 9X14X24 CM	und	924.7115	0.52	480.85
0216010017	LADRILLO KING KONG DE ARCILLA 9X14X24 CM	und	2,047.6260	0.79	1,617.62
0216010018	LADRILLO CORRIENTE 6 X 12 X 24 CM	und	2,544.3390	0.64	1,628.38
0219090001	TAPA DE CONCRETO REFORZADO PARA BUZÓN	und	23.0000	58.82	1,352.86
02190900010002	TAPA DE CONCRETO 0.1X0.6X0.6M	und	8.4001	44.16	370.95
02190900010003	TAPA DE CONCRETO DE 0.35M X 0.35M	und	54.6000	28.12	1,535.35
02191100010002	BUZONETA DE INSPECCIÓN D=0.60M T.R. HASTA	und	2.0000	632.26	1,264.52

	H=1.00M PROF.				
02191100010003	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO COMPLETO 0.40X0.70 (INCLUYE BASE, CUERPO Y TAPA)	und	81.0000	118.65	9,610.65
02191300010018	TUBERÍA PVC - ISO 1452 - C-10 DN 63 MM	m	2,290.2600	8.35	19,123.67
02191300010019	TUBERÍA PVC-UF SN-2 DN 200MM	m	118.6500	26.50	3,144.23
02191300010020	TUBERÍA PVC-UF SN-2 DN 160MM	m	1,206.1280	25.20	30,394.43
02191300010021	TUBERÍA DE PVC 110MM.	m	526.5000	16.20	8,529.30
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal	10.3061	84.75	873.44
0222080016	PEGAMENTO PARA CPVC	gal	0.0616	97.83	6.03
0222120001	LUBRICANTE PARA TUBERÍAS	gal	9.2298	42.50	392.27
02221200010001	LUBRICANTE PARA PVC	gal	0.1720	42.50	7.31
02221500010023	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMA 1 EN POLVO	kg	90.6841	5.20	471.56
02310000010005	PALO DE EUCALIPTO DE 4" X 3.0M	und	94.5000	8.00	756.00
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	5,518.0086	3.60	19,864.83
0231110001	MADERA ANDAMIAJE	p2	61.8095	3.21	198.41
0231190003	MADERA PINO PARA ANDAMIOS	p2	22.1826	3.90	86.51
0238010002	LIJA PARA FIERRO	plg	173.6200	1.50	260.43
0240010001	PINTURA LÁTEX	gal	15.7360	15.04	236.67
0240020007	PINTURA ESMALTE ANTICORROSIVO TEKNO	gal	2.6043	21.50	55.99
0240020017	PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	gal	0.1800	29.41	5.29
0240070001	PINTURA ANTICORROSIVA	gal	2.6043	19.25	50.13
02400700010002	PINTURA ANTICORROSIVA EPOX-USO NAVAL	gal	0.1800	112.00	20.16
0240080012	THINNER	gal	4.3398	10.30	44.70
0241030001	CINTA TEFLÓN	und	16.0299	1.00	16.03
02410500010002	CINTA SEÑALIZADORA COLOR AMARILLO	m	4,393.9050	0.42	1,845.44
0241070001	WINCHA	und	4.2657	25.00	106.64
02460900010002	BRIDA PARA ANCLAJE DE SECCIÓN CUADRADA DN=63MM	und	3.0000	45.00	135.00
02460900010003	BRIDA ACERO P/SOLDAR-ROMPE AGUA DE DN=63MM	und	2.0000	129.70	259.40
02490500010011	UNIÓN FLEXIBLE TIPO DRESSER DE DN=63MM	und	3.0000	115.00	345.00
02520500010014	VENTILACIÓN CON TUB. 6" FIERRO FUNDIDO	und	4.0000	85.00	340.00
0253020027	VÁLVULA COMPUERTA DE BRONCE DE DN=63MM	und	4.0000	350.00	1,400.00
0253020028	CORPORATION RT NIPLE TUERCA EMPAQUE 1/2"	und	81.0000	6.36	515.16
0253030013	LLAVE PASO RT NIPLE TUERCA EMPAQUE 1/2"	und	81.0000	5.94	481.14
0253180003	VÁLVULA COMPUERTA DE 1"	und	3.0000	28.90	86.70
0253180005	VÁLVULA COMPUERTA DE 1 1/2"	und	1.0000	35.50	35.50
0253180012	VÁLVULA DE AIRE B.B. DOBLE ESFERA DE 2"	und	1.0000	1,475.00	1,475.00
0253180013	VÁLVULA DE PURGA DE 2"	und	1.0000	1,475.00	1,475.00

0253180014	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DE 2"	glb	1.0000	2,000.00	2,000.00
0253180015	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA F°F° TIPO MAZZA A-7.5 (C-105) 8"	glb	3.0000	1,105.00	3,315.00
0253180016	VÁLVULA DE AIRE DE 1/2"	und	1.0000	450.00	450.00
0253180017	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DE 1 1/ 2"	glb	1.0000	550.00	550.00
0253180018	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DE 1"	glb	1.0000	850.00	850.00
0253180019	VÁLVULA COMPUERTA DE 3/4"	und	2.0000	25.40	50.80
0253180020	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DE 3/4"	glb	1.0000	650.00	650.00
0253180021	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNIÓN UNIVERSAL PVC ISO 4422 DN 63MM	glb	2.0000	125.80	251.60
0253180022	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	glb	1.0000	845.00	845.00
0261070003	CANASTILLA DE BRONCE DE DN=63MM	und	2.0000	300.00	600.00
0268270002	CAJA DE REGISTRO TERMOPLÁSTICA COMPLETO TUB. 1/2" - 3/4"	und	81.0000	114.41	9,267.21
0270110324	ANCLAJES PARA SUJECIÓN	m	33.0000	6.80	224.40
0276010011	HOJA DE SIERRA	und	4.8600	5.60	27.22
0279010048	HIPOCLORADOR	kg	1.0000	100.00	100.00
0279010049	HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%	kg	15.0000	7.50	112.50
0290130022	AGUA	m3	1,010.6406	5.00	5,053.20
02902500050002	PISONES DE MADERA PARA SEÑALIZACIÓN 2", BASE CUADRADA DE CONCRETO 30X30X15	und	107.6941	16.50	1,776.95
0294010002	REGLA DE MADERA	p2	64.5771	4.20	271.22
0294010003	REGLA DE MADERA	pza	18.1368	15.00	272.05

377,074.54

EQUIPOS

03010000020002	NIVEL TOPOGRÁFICO CON TRÍPODE	he	179.9405	7.57	1,362.15
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			11,096.80
0301020006	MOLDE METÁLICO PARA BUZÓN	pza	138.0000	7.00	966.00
0301040003	MOTOBOMBA	hm	16.0000	12.50	200.00
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	449.0307	25.00	11,225.77
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 YD3	hm	285.5361	180.00	51,396.50
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 Y3	hm	294.9948	120.00	35,399.38

03012200040002	CAMIÓN VOLQUETE DE 10 M3	hm	210.8958	244.00	51,458.58
0301220005	CAMIÓN CISTERNA	hm	32.0000	122.00	3,904.00
03012600010002	COMPRESORA DE AIRE	hm	21.7025	92.00	1,996.63
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	197.2578	9.92	1,956.80
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	355.7027	15.51	5,516.95
					176,479.56
				Total	S/. 858,075.80

CONCLUSIONES

1. El modelo (sistema) permitirá brindar servicios de agua potable y disposición de excretas a un total de 395 pobladores que actualmente habitan en 79 viviendas al primer año de funcionamiento del estudio, así mismo se atenderá a un institución educativa y una posta de salud (donde se instalará una conexiones domiciliarias de agua y una unidad básica de saneamiento a cada una de ellas), contribuyendo de esta manera a mejorar la calidad de vida y las condiciones sanitarias de los pobladores de Aynaca.
2. Servirá para la ejecución del sistema, ya que cuenta con información que fue obtenida de forma directa en la visitas de campo al centro poblado.
3. La inversión inicial del Proyecto (a ejecutarse el año 0) a precios de mercado para la alternativa seleccionada de agua potable, asciende a S/. 444,645.59, para el sistema de alcantarillado S/. 269,592.45 y para la planta de tratamiento S/. 475,705.45; haciendo un total de S/. 1,189,943.48 (gastos generales 7.5%, utilidades 10% y I.G.V. 18%). Por lo tanto el monto de inversión pública es de S/. 3,012.52 por habitante.
4. Si el proyecto fuera ejecutado por el Distrito de Cochamarca por la modalidad de administración directa el presupuesto total ascendería a S/. 922,603.13. Por lo tanto, el monto de inversión pública es de S/. 2,335.70 por habitante.
5. Habiéndose realizado encuestas en el Centro Poblado, se obtuvo como resultado que las horas hombre pagadas son de S/. 3.60; entonces si se usara la mano de obra no calificada del los pobladores para la ejecución del proyecto, los costos disminuirían a S/. 1,036,959.48 (gastos generales 7.5%, utilidades 10% y I.G.V. 18%); y por la modalidad de administración directa disminuiría a S/.803,989.50.
6. El diseño de la red de saneamiento básico es el primer paso en lo referente a solucionar el déficit de saneamiento rural en el Perú, el cual servirá

para posteriores investigaciones como el modelo propuesto entre otros.

RECOMENDACIONES

1. Ejecutar la construcción del sistema tal como está contemplado en los planos, ya que fueron estipuladas especialmente para esta investigación.
2. Dar un tratamiento preventivo y correctivo a la red de alcantarillado y planta de tratamiento periódicamente para evitar daños en su funcionamiento.
3. Respetar el periodo de diseño, debido a que los caudales se encuentran estipulados en base a la dotación por habitante, por lo que después al año 2035, habría que realizar una evaluación tanto física como hidráulica de la red, de acuerdo al crecimiento poblacional en esa fecha para determinar la factibilidad de realizar un rediseño.
4. Supervisar anticipadamente la parte técnica debido a que con ello se evitaran defectos y fallas en los métodos a emplear en la construcción y en los materiales, para que el funcionamiento del sistema sea eficiente.
5. Realizar en coordinación con las autoridades y la posta de salud campañas informativas en materia de saneamiento ambiental, para que la población conozca los múltiples beneficios que alcanzarían al implementar la propuesta que se plantea en esta investigación.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Jiménez, J. (2010). *Manual para el diseño de sistema de agua potable y alcantarillado sanitario*. Recuperado de <http://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>.

Ministerio de Construcción, Vivienda y Saneamiento (2013). *Programa nacional de saneamiento rural . plan de mediano plazo: 2013-2016*. Editorial Prisma SAC.

Ministerio de Construcción, Vivienda y Saneamiento (2012). *Guía de opciones técnicas para abastecimiento de agua potable y saneamiento para centros poblados del ámbito rural*. Editorial Prisma SAC.

Ministerio de Construcción, Vivienda y Saneamiento (2006). *Reglamento nacional de edificaciones del Perú*. Editorial Diario El Peruano.

Moya, P. (2002). *Abastecimiento de agua potable y alcantarillado*.

Arocha, S. (1978). *Abastecimiento de agua teoría y diseño* . Primera Edición . Venezuela 1978.

<Http://www.slideshare.net/ricardopairazaman/proyecto-de-tesis-en-educacion>.

<Http://www.contaminacion-agua.org/causas-contaminacion-agua.html>.

<Http://Www.Tierramor.Org/Articulos/Tratagua.Htm>.

<Http://Www.Bvsde.Paho.Org/Bvsaar/E/Proyecto/Aguaresi/Justifi.Html>.

<Http://Www.Scribd.Com/Doc/17428669/Plan-De-Tesis-Diseno-De-Una-Planta-De-Tratamiento-De-Residuos-Solidos-En-Un-Sector-Urbano>.

<Http://Www.Scribd.Com/Doc/72614952/Tesis>.

ANEXOS

Anexo N° 01: Diseño hidráulico y dimensionamiento de la caja de captación.

Localidad : Centro Poblado Aynaca
Nombre de la Fuente : Lira
Q (estiaje) : 1.31 Lts/seg
Q (avenida) : 1.54 Lts/seg
Qmd : 0.42 Lts/seg
Fecha : 18 de junio del 2014

1. Cálculo de distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda(L)

$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

Datos:

Velocidad admitida	0.50 a 0.60 m/seg	
Altura Afloram. Y Orificio entrada(H)	0.40 a 0.50m	0.40
Carga Neces. En el orificio ho	$1.56 * V_u^2/2g$	0.02
Perdida de Carga Hf = H - ho		Hf = 0.38 m

De formula resulta: L = 1.27 m

2. Ancho de la pantalla (b)

2.1 Cálculo del diámetro de la tubería entrada (D)

El máximo diámetro recomendable es D = 2"

Si: $Q = V * A * Cd$

Dónde:

Q = Caudal de fuente en avenidas	1.54
V = Velocidad del flujo	0.50
Cd = Coeficiente de descarga	0.80

$$A = \frac{Q}{V * Cd}$$

$$\Rightarrow A = 0.00385 \text{ m}^2$$

DATO: 1 pulg = 2.54 cm

$$D = (4 * A / \pi)^{0.5}$$

$$\Rightarrow D = 7.00 \text{ cm} \quad 2.76 \text{ Pulg.}$$

El diámetro calculado es mayor al diámetro máximo recomendado de 2" por el Ministerio de Salud.

por consiguiente se asumirá 2" y se aumentara más orificios

$$D = 2$$

2.2 Cálculo del número de orificios (NA)

$$NA = \frac{(D \text{ calculado})^2}{(D \text{ Diseño})^2}$$

$$NA = 1.90 \text{ Orificios}$$

$$\text{se asumirá } NA = 2 \text{ Orificios}$$

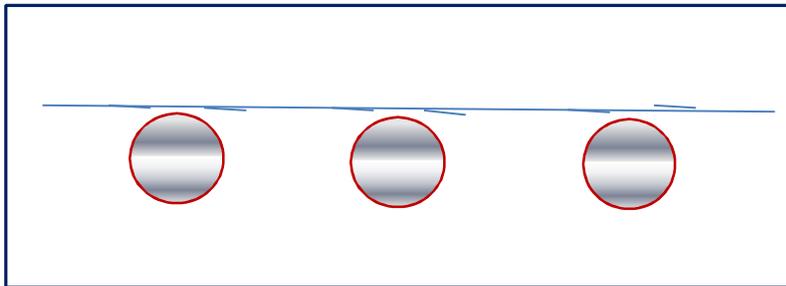
2.3 Cálculo del ancho de la pantalla (b)

$$b = 2(6D) + NA * D + 3D(NA - 1)$$

$$b = 33.20 \text{ pulg}$$

$$b = 84.32 \text{ cm} \quad \text{equivalente a } 1.00 \text{ mts}$$

(la caja de cámara húmeda tendrá 1m X 1m)



3. cálculo de altura de la cámara húmeda (Ht)

$$Ht = A + B + H + D + E$$

$$Ht = 20 + 10 + 30 + 10 + 30 \Rightarrow Ht = 100 \text{ cm}$$

DONDE:

A = Altura de filtro de canastilla (10 - 20cm)

B = Diámetro de la canastilla (10cm)

H = Altura de carga hidráulica (30cm)

D = Altura N.A. e ingreso del agua (10cm)

E = Borde libre (10 - 30cm)

4. Dimensionamiento de la canastilla

Diámetro de la canastilla (Dcan):

$$D_{can} = 2 * \text{Diam. tub. línea de conducción}$$

LONGITUD DE LA CANSTILLA (L)

L = 3 a 6 veces*Diam. Tub. Línea conducción (se escoge uno entero)

Ancho de la ranura = 5mm

Largo de la ranura = 7mm

Área de la ranura = $7*5 = 35\text{mm}^2 = 35 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

Área total de ranuras = 2*Área tub conducción

Área tub. Conducción = $3.1416(\text{Diam tub cond})^2/4$

$$\text{N}^\circ \text{ Total Ranuras} = \text{Area total ranuras}/\text{Area ranura}$$

Dimensionamiento de tub. rebose y limpieza

$$D = \frac{(0.71 * Q^{0.38})}{(H_f^{0.21})}$$

Dónde:

D = Diam. de tubería de rebose (pulg)

Q = Caudal fuente época avenida = 1.54 Lts/seg

Hf = Perdida de carga unitaria = 0.015 m/m

=3 pulg (Donde el cono de

D = 2.02 pulg rebose 3"X6")

Anexo N° 02: Cálculo de la línea de conducción.

Departamento:	Lima	Provincia:	Cochamarca
Distrito	Oyón	Localidad :	Aynaca

Línea de conducción 01: "captación lira"

A.- Población actual		Cantidad de lotes	79	
		Densidad	5	
		Población total	395	hab.
B.- Tasa de crecimiento (%)			0.88	
C.- Periodo de diseño (años)			20	
D.- Población futura	$P_f = P_o * (1 + r)^t$	Población total	468	hab.
E.- Dotación (LT/HAB/DIA)			60	
F.- Consumo promedio anual (LT/SEG)	$Q = \text{Pob.} * \text{Dot.} / 86,400$		0.33	
G.- Consumo máximo diario (LT/SEG)	$Q_{md} = 1.30 * Q$		0.42	OK.
H.- Caudal de la fuente (LT/SEG)			1.54	

I.- Consumo máximo horario (LT/SEG)

$Q_{mh} = 2.0 * Q$

0.65

J.- Diseño de la Línea de conducción 01: "Captación Lira"

TRAMO	CLASE DE TUBERIA (PVC-U) CLASE	Longitud Total L (m)	Longitud Parcial L (m)	Caudal (Qmd) (l/s)	COTA DEL TERRENO		Desnivel de Terreno (m)	Presión residual deseada (m)	Pérdida de carga deseada (Hf) (m)	Pérdida de carga unitaria (hf) (m)	Diámetro consid. (D) (Pulg)	Diámetro selett. (D) (mm)	Velocidad V (m/s)	Pérdida de carga unitaria hf (m/m)	Pérdida de carga tramo Hf (m)	COTA DE PIEZOMETRICA		Presión Final (m)
					Inicial m.s.n.m.	Final m.s.n.m.										Inicial (msnm)	Final (msnm)	
CAP(01) - VA-01	10.0	120.00		0.42	1677.79	1669.98	7.81	0.00	7.81	0.0651	0.9	63.00	0.00	0.0000	0.00	1677.79	1677.79	7.81
VA-01 - VP-01	10.0	760.00		0.42	1669.98	1608.17	61.81	0.00	61.81	0.0813	0.9	63.00	0.00	0.0000	0.00	1669.98	1669.98	61.81
VP-01 - RESERVA	10.0	1300.00		0.42	1608.17	1581.46	26.71	0.00	26.71	0.0205	1.2	63.00	0.00	0.0000	0.00	1608.17	1608.17	26.71

Anexo N° 03: Cuadro de demanda

Periodo	Año	Población			Número de Conexiones (und)						Consumo Promedio (m3/año)						Consumo Promedio (l/día)	Demanda Promedio Total			Caudales Máximos		Volumen de Almacenamiento		
		Total	Cobertura	Servida	N° DE VIVIENDAS DOMESTICAS SERVIDAS			OTRAS CONEXIONES			N° DE VIVIENDAS DOMESTICAS SERVIDAS			OTRAS CONEXIONES				Qp (lps)	Qmd (lps)	Qmh (lps)	Regulación (m³)	Reserva (m³)	Total (m³)		
		(hab.)	%	(hab.)	Sin Conexión	Con Conexión	Total Domésticas (und)	Estatad (und)	Social (und)	Total	Sin Conexión	Con Conexión	Total Domésticas (und)	Estatad (m3/año)	Social (m3/año)	Total									
		(hab.)	%	(hab.)	Sin Conexión	Con Conexión	Total Domésticas (und)	Estatad (und)	Social (und)	Total	Sin Conexión	Con Conexión	Total Domésticas (und)	Estatad (m3/año)	Social (m3/año)	Total									
BASE	2014	395	0.00%	0	79	0	79	2	1	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0	2015	398	0.00%	0	80	0	80	2	1	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2016	402	100.00%	402	0	81	81	2	1	84	0	8,870	8,870	216	110	9,195	25,192	34	12,260	0.39	0.51	0.78	8.40	16.79	25.19
2	2017	405	100.00%	405	0	81	81	2	1	84	0	8,870	8,870	216	110	9,195	25,192	34	12,260	0.39	0.51	0.78	8.40	16.79	25.19
3	2018	409	100.00%	409	0	82	82	2	1	85	0	8,979	8,979	216	110	9,305	25,492	34	12,406	0.39	0.51	0.79	8.50	16.99	25.49
4	2019	412	100.00%	412	0	83	83	2	1	86	0	9,089	9,089	216	110	9,414	25,792	34	12,552	0.40	0.52	0.80	8.60	17.19	25.79
5	2020	416	100.00%	416	0	84	84	2	1	87	0	9,198	9,198	216	110	9,524	26,092	35	12,698	0.40	0.52	0.81	8.70	17.39	26.09
6	2021	419	100.00%	419	0	84	84	2	1	87	0	9,198	9,198	216	110	9,524	26,092	35	12,698	0.40	0.52	0.81	8.70	17.39	26.09
7	2022	423	100.00%	423	0	85	85	2	1	88	0	9,308	9,308	216	110	9,633	26,392	35	12,844	0.41	0.53	0.81	8.80	17.59	26.39
8	2023	426	100.00%	426	0	86	86	2	1	89	0	9,417	9,417	216	110	9,743	26,692	36	12,990	0.41	0.54	0.82	8.90	17.79	26.69
9	2024	430	100.00%	430	0	86	86	2	1	89	0	9,417	9,417	216	110	9,743	26,692	36	12,990	0.41	0.54	0.82	8.90	17.79	26.69
10	2025	433	100.00%	433	0	87	87	2	1	90	0	9,527	9,527	216	110	9,852	26,992	36	13,136	0.42	0.54	0.83	9.00	17.99	26.99
11	2026	437	100.00%	437	0	88	88	2	1	91	0	9,636	9,636	216	110	9,962	27,292	36	13,282	0.42	0.55	0.84	9.10	18.19	27.29
12	2027	440	100.00%	440	0	88	88	2	1	91	0	9,636	9,636	216	110	9,962	27,292	36	13,282	0.42	0.55	0.84	9.10	18.19	27.29
13	2028	444	100.00%	444	0	89	89	2	1	92	0	9,746	9,746	216	110	10,071	27,592	37	13,428	0.43	0.55	0.85	9.20	18.39	27.59
14	2029	447	100.00%	447	0	90	90	2	1	93	0	9,855	9,855	216	110	10,181	27,892	37	13,574	0.43	0.56	0.86	9.30	18.59	27.89
15	2030	451	100.00%	451	0	91	91	2	1	94	0	9,965	9,965	216	110	10,290	28,192	38	13,720	0.44	0.57	0.87	9.40	18.79	28.19
16	2031	454	100.00%	454	0	91	91	2	1	94	0	9,965	9,965	216	110	10,290	28,192	38	13,720	0.44	0.57	0.87	9.40	18.79	28.19
17	2032	458	100.00%	458	0	92	92	2	1	95	0	10,074	10,074	216	110	10,400	28,492	38	13,866	0.44	0.57	0.88	9.50	18.99	28.49
18	2033	461	100.00%	461	0	93	93	2	1	96	0	10,184	10,184	216	110	10,509	28,792	38	14,012	0.44	0.58	0.89	9.60	19.19	28.79
19	2034	465	100.00%	465	0	93	93	2	1	96	0	10,184	10,184	216	110	10,509	28,792	38	14,012	0.44	0.58	0.89	9.60	19.19	28.79
20	2035	468	100.00%	468	0	94	94	2	1	97	0	10,293	10,293	216	110	10,619	29,092	39	14,158	0.45	0.58	0.90	9.70	19.39	29.09

Anexo N° 04: Diseño del reservorio.

1.0 Calculo Demanda - Tasa de Crecimiento

DATOS AÑO 2014

r (tasa crecimiento Distrito Rio Tambo)	0.88%	
Viviendas proyectadas Aynaca	79 viv	De acuerdo a plano de Lotización
Viviendas otras zonas	0 viv	Estimado asentamientos urbanos cercanos
pob. Tot Año 2007	395 hab	
pob. serv Año 2007	0 hab	
Dens	5.00 hab/viv	Densidad Poblacional de saturación segun RNE
Lotes Totales	80 lotes	
cx agua	0 usuarios	
déficit cx ap	80 usuarios	
Dotación	60 lt/hab/día	Según RNE
Coefficiente de Variación Diaria	1.30	Según RNE
Coefficiente de Variación Horaria	2.00	Según RNE
Caudal Promedio	0.325 lps	
Caudal Maximo Diario	0.423 lps	
Caudal Maximo Horario	0.650 lps	

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN		
Tiempo (Años)	Año	Población
Año Base	2014	395
0	2015	398
1	2016	402
2	2017	405
3	2018	409
4	2019	412
5	2020	416
6	2021	419
7	2022	423
8	2023	426
9	2024	430
10	2025	433
11	2026	437
12	2027	440
13	2028	444
14	2029	447
15	2030	451
16	2031	454
17	2032	458
18	2033	461
19	2034	465
20	2035	468

2.0 Volumen del Reservorio

Descripción	cantidad	unidad
Volumen de regulación:	29.09	m3
Volumen Total diseño:	30.00	m3

DISEÑO DE RESERVORIO (VOL. = 40.0 m³)

CRITERIOS DE DISEÑO

- * El tipo de reservorio a diseñar será superficialmente apoyado.
- * Las paredes del reservorio estarán sometidas al esfuerzo originado por la presión del agua.
- * El techo será una losa de concreto armado, su forma será de bóveda, la misma que se apoyará sobre una viga perimetral, esta viga trabajará como zuncho y estará apoyada directamente sobre las paredes del reservorio.
- * Losa de fondo, se apoyará sobre una capa de relleno de concreto simple, en los planos se indica.
- * Se diseñará una zapata corrida que soportará el peso de los muros e indirectamente el peso del techo y la viga perimetral.
- * A su lado de este reservorio, se construirá una caja de control, en su interior se ubicarán los accesorios de control de entrada, salida y limpieza del reservorio.
- * Se usará los siguientes datos para el diseño:

$f'c$	=	210	Kg/cm²		
$f'y$	=	4200	Kg/cm²		
q_{adm}	=	1.50	Kg/cm²	=	15.00 Ton/m²

PREDIMENSIONAMIENTO

V :	Volumen del reservorio	40.0 m³		
d_i :	Diametro interior del Reservorio		e_t :	Espesor de la losa del techo.
d_o :	Diametro exterior del Reservorio		H :	Altura del muro.
e_p :	Espesor de la Pared		h :	Altura del agua.
f :	Flecha de la Tapa (forma de bóveda)		a :	Brecha de Aire.

Asumiremos :	h =	3.20 m.	Altura de salida de agua h_s =	0.00 m.
(Altura Libre)	a =	0.40 m.	H = h + a + h_s =	3.60 m.
			HT = H + E losa =	3.85

Calculo de d_i : ok

Remplazando los valores :

$$V = \frac{\pi \cdot d_i^2 \cdot h}{4}$$

d_i =	3.99 m.
optamos por :	d_i = 6.00 m.

Calculo de f : Se considera $f = 1/6 \cdot d_i = 1.00$ m.

Calculo de e_p :

Se calcula considerando Los Sigüientes criterios

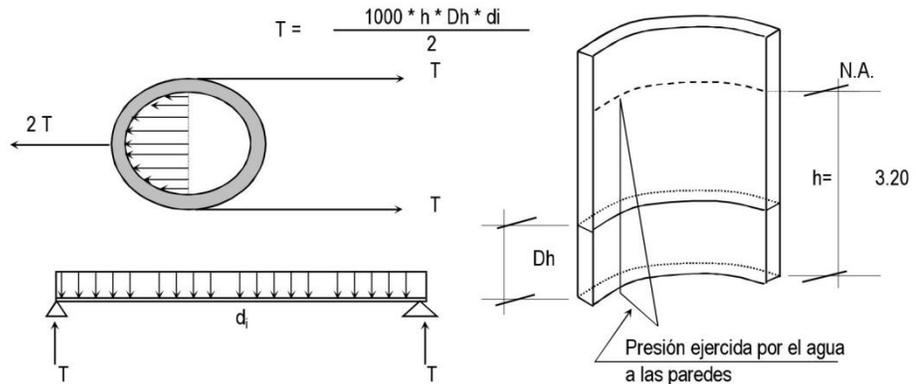
1.- Según company: $e_p \geq (7 + 2h/100)$ cm.

h = altura de agua en metros = 3.20 m.

Remplazando, se tiene: $e_p \geq 13.40$ cm.

2.- Según Normatividad: $e_p \geq h / 12$
 Reemplazando, se tiene: $e_p \geq 30.00 \text{ cm.}$

3.- Considerando una junta libre de movimiento entre la pared y el fondo, se tiene que sólo en la pared se producen esfuerzos de tracción. La presión sobre un elemento de pared situado a "h" metros por debajo del nivel de agua es de $\gamma_{\text{agua}} * h$ (Kg/cm²), y el esfuerzo de tracción de las paredes de un anillo de altura elemental "h" a la profundidad "h" tal como se muestra en el gráfico es:



Analizando para un $Dh = 1.00 \text{ m}$

Reemplazando en la formula, tenemos : $T = 9600 \text{ Kg.}$

La Tracción será máxima cuando el agua llega $H = 3.20 \text{ m.}$

Reemplazando en la formula, tenemos : $T_{\text{max}} = 9600 \text{ Kg.}$

Sabemos que la fuerza de Tracción admisible del concreto se estima de 10% a 15% de su resistencia a la compresión, es decir :

$T_c = f'c * 10\% * 1.00\text{m} * e_p$, igualando a "T" (obtenido)

$$9600 = 210.00 * 10.00\% * 100.00 * e$$

Despejando, obtenemos : $e_p \geq 4.57 \text{ cm.}$

El valor mínimo para el espesor de pared que cumple con todos los criterios vistos seá:

$$e_p \geq 30.00 \text{ cm.}$$

Por lo tanto tomaremos el valor:

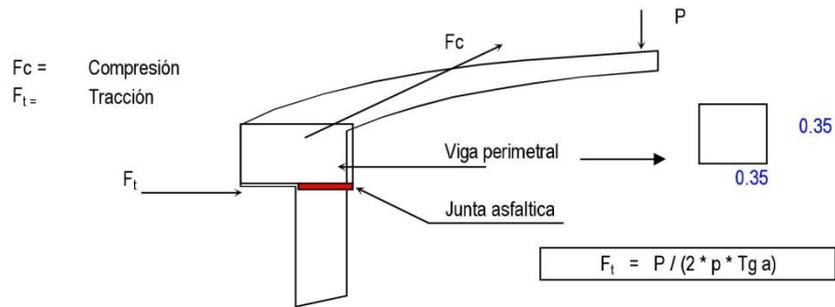
$$e_p = 30 \text{ cm.}$$

$$\text{Calculo de } d_o : d_o = d_i + 2 * e_p = 6.60 \text{ m. Diametro exterior}$$

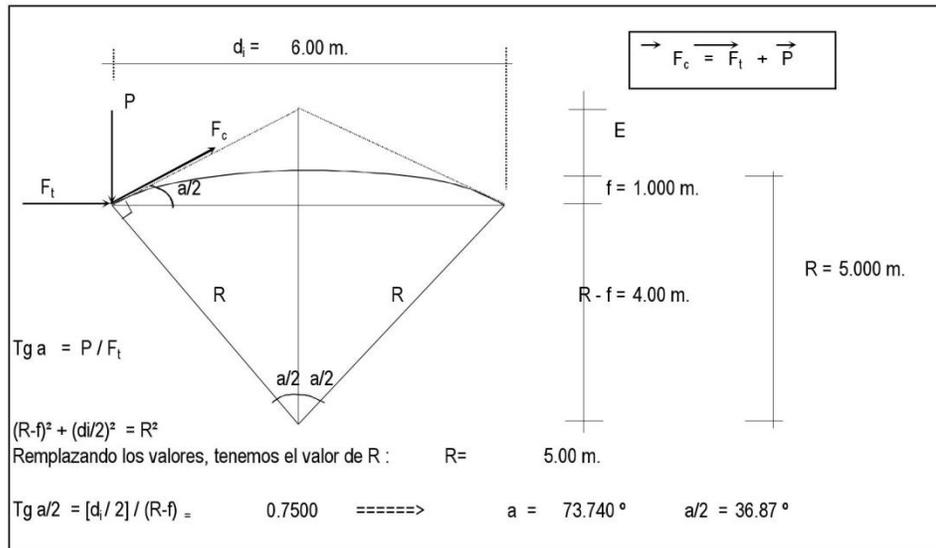
Calculo del espesor de la losa del techo e_f :

Como se indicaba anteriormente esta cubierta tendrá forma de bóveda, y se asentará sobre las paredes por intermedio de una junta de cartón asfáltico, evitandose así empotramientos que originarian grietas en las paredes por flexión.

Asimismo, la viga perimetral se comportará como zuncho y será la que contrarreste al empuje debido a su forma de la cubierta. El empuje horizontal total en una cúpula de revolución es :



Se calcularán 2 valores del espesor, teniendo en cuenta el esfuerzo a la compresión y el esfuerzo cortante del concreto. Para ello primero será necesario calcular los esfuerzos de Compresión y Tracción originados por el peso y su forma de la cúpula (F_c y F_t).



Del Grafico :

$$F_c = P / \text{Seno } a$$

Metrado de Cargas :

Peso propio	=	360	Kg/m ²
Sobre carga	=	150	Kg/m ²
Acabados	=	100	Kg/m ²
Otros	=	50	Kg/m ²
TOTAL	=	660	Kg/m²

Area de la cúpula = $2 * \pi * r * f = 18.85 \text{ m}^2$ (casquete eferico)

Peso = P = $660 \text{ Kg/m}^2 * 18.85 \text{ m}^2 \rightarrow P = 12,440.71 \text{ Kg.}$

Reemplazando en las formulas, tenemos :

$$F_t = 2,640.00 \text{ Kg.}$$

$$F_c = 20,734.51 \text{ Kg.}$$

Desarrollo de la Linea de Arranque (Longitud de la circunferencia descrita) = Lc:

$$Lc = \pi * d_i = 6.00 * \pi = 18.85 \text{ m.}$$

Presión por metro lineal de circunferencia de arranque es - P / ml:

$$P / ml = F_c / L_c = 20734.51 / 18.85 = 1,100.00 \text{ Kg/ml}$$

Esfuerzo a la compresión del concreto P_c :

Por seguridad :

$$P_c = 0.45 * f_c * b * e_t \quad \text{para un ancho de } b = 100.00 \text{ cm}$$

e_t = espesor de la losa del techo

Iguualamos esta ecuación al valor de la Presión por metro lineal : P / ml

$$0.45 * 210.00 * e_t = 1,100.00$$

$$\text{Primer espesor : } e_t = 0.12 \text{ cm}$$

Este espesor es totalmente insuficiente para su construcción más aún para soportar las cargas antes mencionadas.

Esfuerzo cortante por metro lineal en el zuncho (viga perimetral) - V / ml :

$$V / ml = P / L_c = 12,440.71 / 18.85 = 660.00 \text{ Kg/ml}$$

Esfuerzo permisible al corte por el concreto - V_u :

$$V_u = 0.5 * (f'_c \wedge (1/2)) * b * e_t \quad \text{para un ancho de } b = 100.00 \text{ cm}$$

Iguualamos esta ecuación al valor del cortante por metro lineal : V / ml

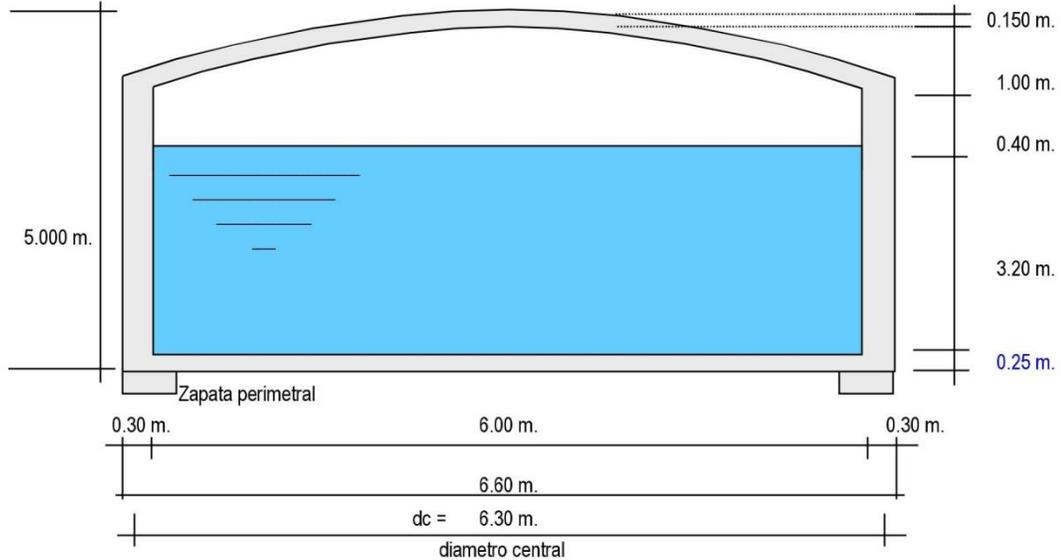
$$0.5 * 210^{1/2} * e_t = 660.00$$

$$\text{Segundo espesor : } e_t = 0.91 \text{ cm}$$

De igual manera este espesor es totalmente insuficiente. De acuerdo al R.N.E., especifica un espesor mínimo de 5 cm. para losas, por lo que adoptamos un espesor de losa de techo:

$$e_t = 15.00 \text{ cm}$$

Valores del predimensionado :



Peso específico del concreto $\gamma_c = 2.40 \text{ Tn/m}^3$
 Peso específico del agua $\gamma_a = 1.00 \text{ Tn/m}^3$
 Zapata perimetral :
 $b = 0.75 \text{ m.}$
 $h = 0.60 \text{ m.}$

METRADO DEL RESERVORIO.

Losa de techo : e =	15.00 cm	$(\pi \times d_i \cdot f) \cdot e \cdot \gamma_c =$	7.46 Ton.
Viga perimetral		$\pi \times d_c \cdot b \cdot d \cdot \gamma_c =$	5.82 Ton.
Muros o pedestales laterales		$\pi \times d_c \cdot e \cdot h \cdot \gamma_c =$	51.30 Ton.
Peso de zapata corrida		$\pi \times d_c \cdot b \cdot h \cdot \gamma_c =$	21.38 Ton.
Peso de Losa de fondo		$\pi \times d_i^2 \cdot e \cdot \gamma_c / 4 =$	16.96 Ton.
Peso del agua		$\pi \times d_i^2 \cdot h \cdot \gamma_a / 4 =$	90.48 Ton.
Peso Total a considerar :			193.40 Ton.

DISEÑO Y CALCULOS

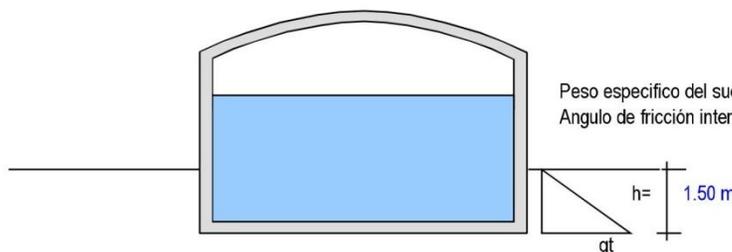
Considerando lo siguiente :

- a.- Cuando el reservorio esta Vacío, la estructura se encuentra sometida a la acción del suelo, produciendo un empuje lateral; como un anillo sometido a una carga uniforme, repartida en su perímetro.
 - b.- Cuando el reservorio esta Lleno, la estructura se encuentra sometida a la acción del agua, comportandose como un portico invertido siendo la junta de fondo empotrada.
- a.- Diseño del reservorio (Vacío).

Momentos flectores:

$$M = M_o \cdot M1 \cdot X1 = qt \cdot r^2 / 2 (1 - \cos\theta) - qt \cdot r^2 / 6$$

Cálculo del Valor de qt :



Según datos del Estudio de Suelos, tenemos que :

Peso específico del suelo $\delta_s = 2.0 \text{ Tn/m}^3$
 Angulo de fricción interna $\theta = 15.00^\circ$

Vamos a considerar una presión del terreno sobre las paredes del reservorio de una altura de $h = 1.50 \text{ m.}$ es decir la estructura está enterrado a ésta profundidad.

Por mecánica de suelos sabemos que el coeficiente de empuje activo $K_a = \text{Tang}^2 (45 - \theta/2)$

Además cuando la carga es uniforme se tiene que $W_s/c = \text{Ps}/c = K_a \cdot W_s/c$, siendo :

$W_s/c = qt$

$\text{Ps}/c = \text{Presión de la sobrecarga} = \delta_s \cdot h = K_a \cdot qt$

$$qt = \delta_s \cdot h / K_a$$

Remplazando tenemos:

$K_a = 1.698$

Asi tenemos que : $qt = 5.10 \text{ Tn/m}^2$

Aplicando el factor de carga util : $qt_u = 1.55 \cdot qt = 7.90 \text{ Tn/m}^2$

Cálculo de los Momentos flectores :

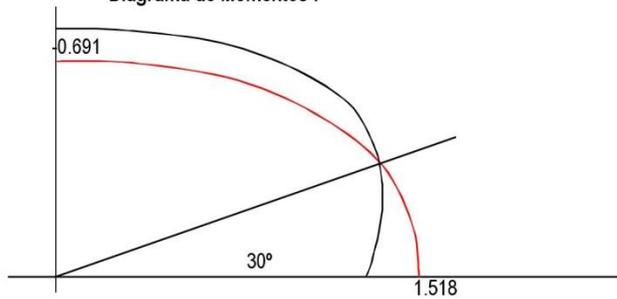
Datos necesarios : $r = \text{radio} = 3.30 \text{ m.}$
 $qt \text{ u} = 7.90 \text{ Tn/m}^2$
 $L \text{ anillo} = 20.73 \text{ m.}$

Cuando $0 \leq \theta \leq \pi/3$
 $Mu = qt \cdot r^2/2 (1 - \cos\theta) - qt \cdot r^2/6$

Cuando $0 \leq \theta \leq \pi/6$
 $Mu = qt \cdot r^2 / 2 (1 - \text{sen}\theta) - qt \cdot r^2 [1 - \cos(30 - \theta)]$

θ	Mu (T-m / anillo)	Mu (T-m / m-anillo)	θ	Mu (T-m / anillo)	Mu (T-m / m-anillo)
0.00°	-14.334	-0.691	0.00°	31.480	1.518
10.00°	-13.681	-0.660	5.00°	31.196	1.505
20.00°	-11.741	-0.566	10.00°	30.348	1.464
30.00°	-8.573	-0.413	15.00°	28.942	1.396
40.00°	-4.273	-0.206	20.00°	26.988	1.302
48.15°	-0.022	-0.001	25.00°	24.501	1.182
60.00°	7.167	0.346	30.00°	21.501	1.037

Diagrama de Momentos :



Calculo de Esfuerzos cortantes.

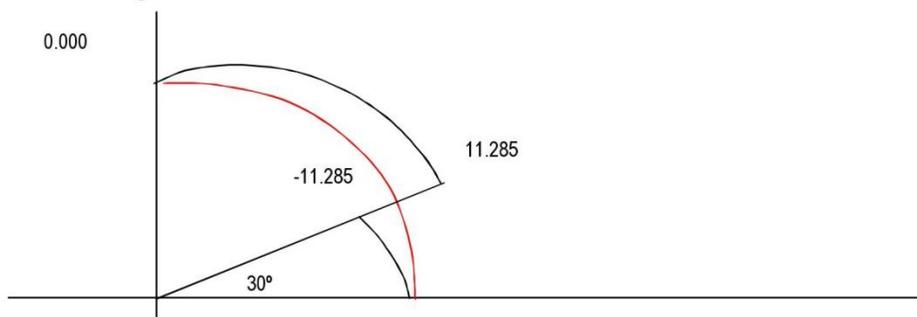
Cuando $0 \leq \theta \leq \pi/3$
 $Q = (1/r) * dM/d\theta = qtu \cdot r \text{ sen}\theta / 2$

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

θ	Mu (T-m / anillo)
0.00°	0.000
10.00°	2.263
20.00°	4.457
30.00°	6.515
40.00°	8.376
50.00°	9.982
60.00°	11.285

θ	Mu (T-m / anillo)
0.00°	0.000
5.00°	-1.967
10.00°	-3.919
15.00°	-5.842
20.00°	-7.719
25.00°	-9.539
30.00°	-11.285

Diagrama de Cortantes :



Cálculo de acero en las paredes del Reservorio debido a los esfuerzos calculados:

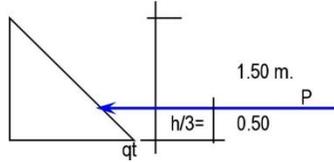
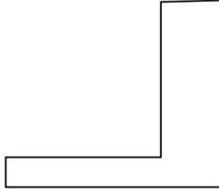
Acero Horizontal

$e_p = 30 \text{ cm}$, recubrim. = 5.0 cm , $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $\beta = 0.85$
 $p_{\text{min}} = 0.0020$, $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, $\phi = 0.90$

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	As diseño	ϕ	Total	Disposición
1.52	100.00	25.00	0.381	1.62	5.00	5.00	1/2"	5.63	ϕ 1/2 @ 0.23

Acero Vertical

Se hallará con el momento de volteo (Mv)



$$P = q_t \cdot h / 2 = 5.923 \text{ Ton.}$$

$$M_v = P \cdot h / 3 = 2.962 \text{ Ton-m}$$

$$M_{vu} = 1.6 \cdot M_v = 4.739 \text{ Ton-m}$$

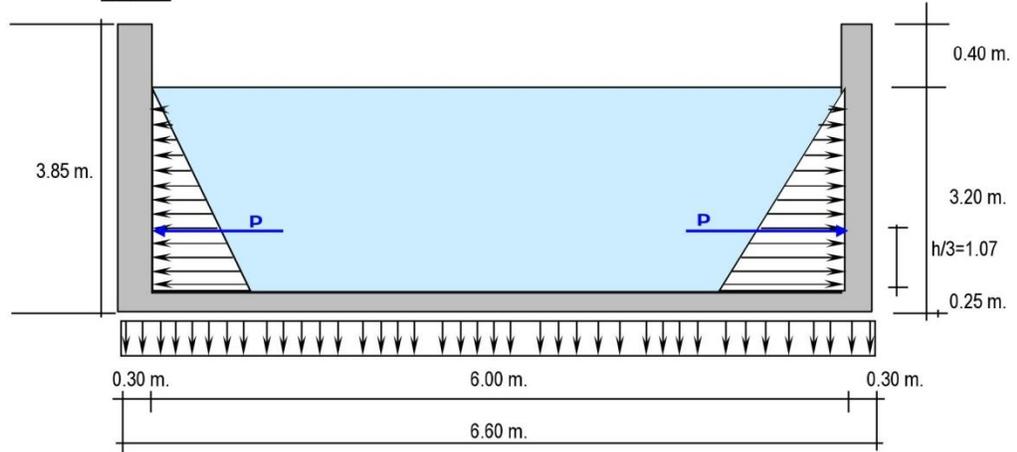
M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	p=As/bd	ϕ	Total	Disposición
4.74	100.00	25.00	1.209	5.14	5.00	0.0021	1/2"	5.63	ϕ 1/2 @ 0.225

b.- Diseño del reservorio (Lleno) considerando : la unión de fondo y pared Rígida (empotramiento).

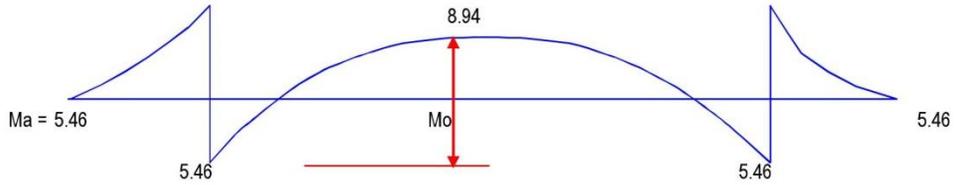
Si se considera el fondo y las paredes empotradas, se estaría originando momentos de flexión en las paredes y en el fondo de la losa, ambas deberán compartir una armadura para evitar el agrietamiento. Para ello se a creído combeniente dejar de lado la presión del suelo (si fuera semi enterrado), ademas se considera el reservorio lleno, para una mayor seguridad en el diseño. Tanto las paredes y el fondo de la losa se considerarán dos estructuras resistentes a la presión del agua. para ello se considera lo siguiente:

- *.- Los anillos horizontales que están resistiendo los esfuerzos de tracción.
- *.- Los marcos en "U", que serían las franjas verticales, denominados porticos invertidos que están sometidos a flexión y además resistirían esfuerzos de tracción en el umbral o pieza de fondo; es decir la presión se supondrá repartida en los anillos (directrices) y en los marcos (generatrices).

Gráfico :



Analizando una franja de un metro de ancho, de los marcos en "U", tenemos el siguiente diagrama de momentos :



Calculando :
 $P = (\delta a \cdot H^2 / 2) \cdot 1.00 \text{ m.} = 5.12 \text{ Ton.}$
 $Ma = P \cdot H / 3 = 5.46 \text{ Ton-m}$
 $Mu = Ma \cdot 1.55 = 8.47 \text{ Ton-m}$

Para el momento en el fondo de la losa se despreciará por completo la resistencia del suelo.

Presión en el fondo $W = \delta a \cdot H = 3.20 \text{ Ton/m} =$ Carga repartida

$Mo = W \cdot D^2 / 8 = 14.40 \text{ Ton-m.}$

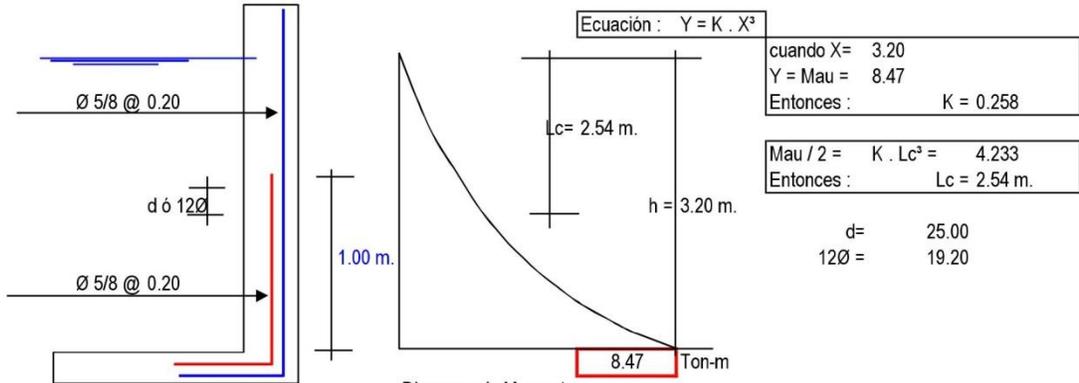
La tracción en el fondo será : $T = W \cdot D / 2 = 9.60 \text{ Ton.}$

Cálculo de acero en las paredes del Reservoirio debido a los esfuerzos calculados:

Acero Vertical

$Mau = 8.47 \text{ Ton-m}$

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	$\rho=As/bd$	\emptyset	Total	Disposición
8.47	100.00	25.00	2.20	9.37	5.00	0.0037	5/8 "	10.06	\emptyset 5/8 @ 0.200



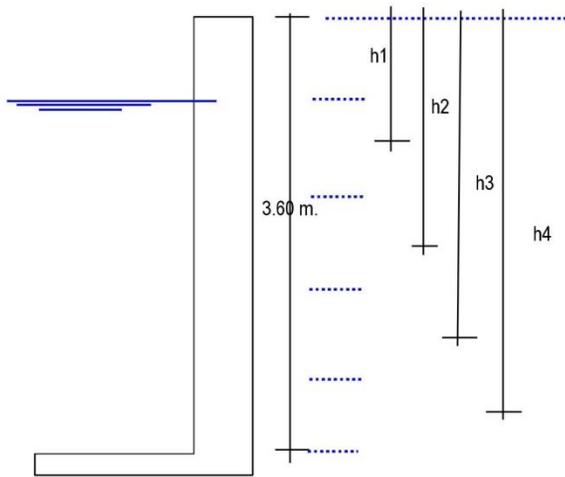
Cortante asumido por el concreto en una franja de 1.00 m.:

$Vc = \emptyset 0.5 \sqrt{210} \cdot b \cdot d$, siendo $b = 100 \text{ cm.}$
 $\emptyset = 0.85$ $d = 0.25 \text{ m.}$
 $Vc = 15.40 \text{ Ton.}$

La tracción en el fondo de la losa $Vu = T = 9.60 \text{ Ton.}$ **$T < Vc, \text{ Ok!}$**

Acero Horizontal :

Tal como se calculó para el predimensionamiento del espesor de la pared, Las tracciones en un anillo, se encontrará considerando en las presiones máximas en cada anillo. Ya que los esfuerzos son variables de acuerdo a la profundidad, el anillo total lo dividimos en :
5 anillos de 0.72 m. de altura



$$T = \frac{1000 \cdot h \cdot h_i \cdot d_i}{2}$$

h = 0.72 m.
d_i = 6.00 m.

Los 2 primeros anillos conformarán uno sólo

h _i =	Long. (m)
h ₁ =	1.08
h ₂ =	1.80
h ₃ =	2.52
h ₄ =	3.24

Remplazando en la ecuación :

Anillo	T (Ton)
1	2.333
2	3.888
3	5.443
4	6.998

T = F_s . A_s F_s = 0.5 F_y = 2100
 A_s min = 0.002 * 0.72 m * 0.25 m = 3.60cm²
 Separación S max = 1.5 . e = 0.450 m.

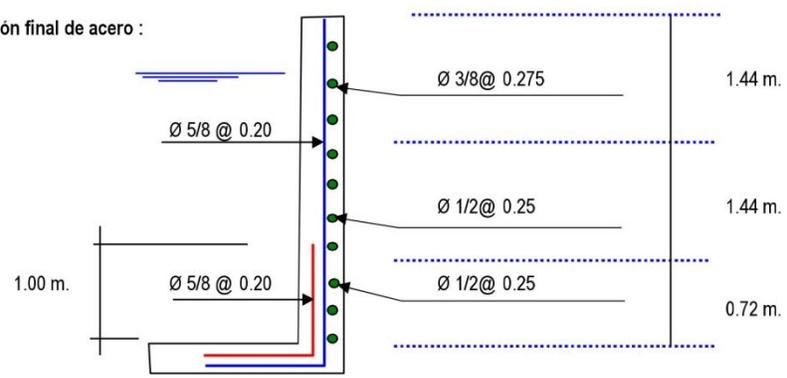
Por esfuerzo de tracción, tenemos que :

Anillo	T(Kg)	A _s (cm ²)	A _s (usar)	∅	Total cm ²	Disposición
1	2332.80	1.11	3.60	3/8"	3.73	∅ 3/8@ 0.275
2	3888.00	1.85	3.60	1/2"	3.65	∅ 1/2@ 0.250
3	5443.20	2.59	3.60	1/2"	3.65	∅ 1/2@ 0.250
4	6998.40	3.33	3.60	1/2"	3.65	∅ 1/2@ 0.250

Asimismo consideramos acero mínimo en la otra cara del muro

Acero Longitudinal : lo consideramos como acero de montaje : ∅ 1/2 @ 0.25
 Acero Horizontal : consideramos (2/3) del Acero mínimo
 2/3 * 3.60cm² = 2.40cm²
 ∅ 1/2 @ 0.50 m.

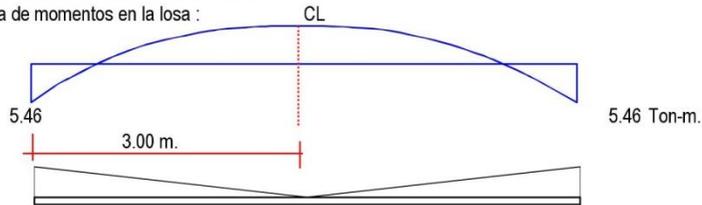
Disposición final de acero :



De donde la cuantía será: 4 ∅ 1/2 @ 0.25, 7 ∅ 1/2 @ 0.25, Resto ∅ 3/8 @ 0.275

Diseño y Cálculo de acero en la losa de fondo del Reservorio :

Diagrama de momentos en la losa :

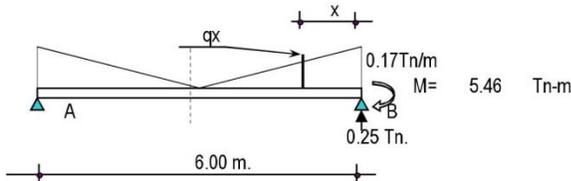


Peso Total = $\delta a \cdot H \cdot \pi \cdot R^2 =$

90.48 Ton.

Carga unitaria por unidad de longitud = $q = H \cdot \delta a / \text{Longitud del círculo} =$

0.17 Tn/m



Cálculo del cortante a una distancia "X" :

Se hallará el valor de "q_x" en función de "x", $q_x = 0.057 \cdot (3.00 - X)$

Cortante "V_x" :

$V_x = R - P - 0.5 \cdot (q' + q_x) \cdot X = 0.255 - 0.170 X + 0.028 X^2$

Momento "M_x" :

$M_x = -M + (R - P) \cdot X - q_x \cdot X^2 / 2 - (q' - q_x) \cdot X^2 / 3 =$

$M_x = -5.46 + 0.255 x - 0.085 X^2 + 0.009 X^3$

Valores :

X (m)	=	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
V (Ton)	=	0.25	0.35	0.45	0.57	0.71	0.86	1.02
M (Tn-m)	=	-5.46	-5.35	-5.28	-5.24	-5.22	-5.21	-5.21

Chequeo por cortante :

Cortante asumido por el concreto en una franja de 1.00 m.:

$V_c = \phi \cdot 0.5 \cdot \sqrt{210} \cdot b \cdot d$, siendo $b = 100 \text{ cm}$, $d = 0.25 \text{ m}$, $\phi = 0.85$
 $V_c = 15.40 \text{ Ton.}$

La tracción máxima en la losa es $V_u = T =$

1.02 Ton

T < V_c, Ok!

Mau =

$1.55 \cdot 5.21 =$

8.07 Tn - m

recubrim=

4.00 cm

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	p=As/bd	Ø	Total	Disposición
8.07	100.00	21.00	2.55	10.82	4.20	0.0052	5/8 "	11.31	Ø 5/8 @ 0.175

Acero de repartición, Usaremos el As min =

4.20

Ø	Total	Disposición
1/2 "	4.22	Ø 1/2 @ 0.30

Diseño y Cálculo de acero en la cimentación :

Acero Negativo : Mau = 8.47 Ton-m Longitud = Lc= (12Ø ó d) 4.02 m.
 d= 21.00 cm
 12Ø = 402.20 cm

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm²)	As min	p=As/bd	Ø	Total	Disposición
8.47	100.00	21.00	2.68	11.39	4.20	0.0054	5/8 "	13.20	Ø 5/8 @ 0.150

c.- Diseño de la zapata corrida :

La zapata corrida soportará una carga lineal uniforme de :

Losa de techo	:	7.46 Ton.		L =	18.85 m.
Viga perimetral	:	5.82 Ton.	Peso por metro lineal =	4.56	Ton/ml
Muro de reservorio	:	51.30 Ton.			
Peso de zapata	:	21.38 Ton.			
		<u>85.96 Ton.</u>			

Según el estudio de Suelos indica que : qu = 0.80 Kg/cm²

Ancho de zapata corrida (b) b = Peso por metro lineal / qu = 4.56 / 8.00 = 0.57 m.

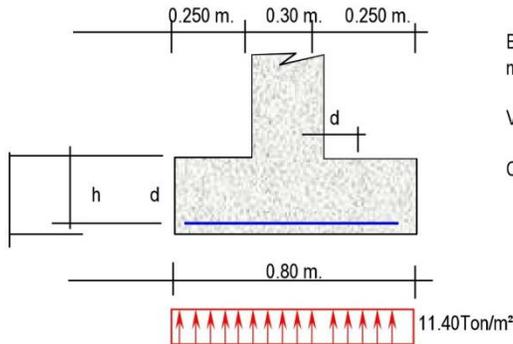
Para efectos de construcción, asumiremos un b = 0.80 m. , permitiendonos una reacción neta de :

σ_n = Peso por metro lineal / b = 4.56 / 0.80 = 0.570 Kg/cm²

se puede apreciar que la reacción neta < qu, Ok!

La presión neta de diseño o rotura: $\sigma_{nd} = \delta_s * \text{Peso por metro lineal} / \text{Azap.} = \delta_s * \sigma_n = 2.00 \text{Tn/m}^3 * 0.570 = 11.40 \text{Tn/m}^2$

El peralte efectivo de la zapata se calculará tomando 1.00 metro lineal de zapata :



Bien se sabe que el cortante crítico o actuante está a una distancia "d" del muro, del gráfico podemos decir :

$$Vu = 11.40 * (25 - d) / b * d \quad b = 75 \text{cm.}$$

Cortante asumido por el concreto :

$$Vc = \phi 0.5 \sqrt{210} \text{ , siendo } f_c = 210 \text{Kg/cm}^2$$

$$\phi = 0.85$$

$$\text{Reemplazando, tenemos } Vc = 61.59 \text{Tn/m}^2$$

$$\text{Igualando a la primera ecuación : } d = 0.06 \text{ m.}$$

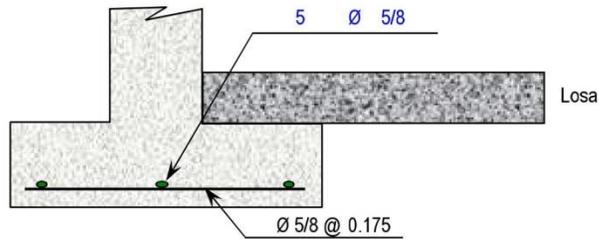
$$\text{recubrimiento : } r = 10 \text{cm.} \quad h = d + r + \phi/2$$

$$h = 16.79 \text{cm.}$$

$$\text{adoptamos un } h = 60 \text{cm.}$$

Momento actuante en la sección crítica (cara del muro) : $M = 11.40 \text{ Ton/m}^2 \cdot 0.250^2 / 2 = 0.356 \text{ Tn-m}$

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	p=As/bd	Ø	Total	Disposición
0.356	100.00	50.00	0.044	0.19	10.00	0.0020	5/8 "	11.31	Ø 5/8 @ 0.175



d.- Diseño de la viga perimetral o de arranque.

Diseño por tracción :

Se considera que la viga perimetral está sometida a tracción :

$$F_t = P / (2 \cdot p \cdot Tg \alpha)$$

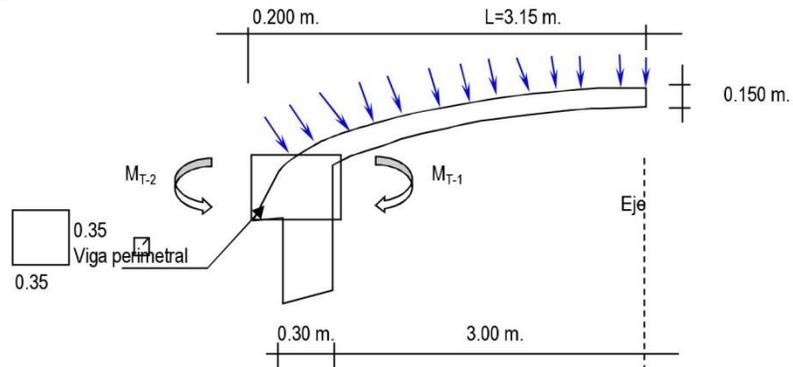
$$P = 12440.71 \text{ Kg.}$$

$$\alpha = 73.74^\circ$$

Reemplazando : $F_t = 577.50 \text{ Kg}$

$$A_s = F_t / f_s = F_t / (0.5 \cdot F_y) = 0.28 \text{ cm}^2$$

Diseño por torsión :



Para el presente diseño aplicaremos un factor de carga para peso propio = 1.40
factor por sobrecarga = 1.70

Metrado de Cargas :

Peso propio de viga	1.40 x 0.35 x 0.35 x 2.40 =	0.412 Ton/m
Peso propio de losa	1.40 x 0.150 x 2.40 =	0.504 Ton/m ²
Sobre carga	1.70 x 0.150 =	0.255 Ton/m ²

Carga Total por m ² de losa	=	0.759 Ton/m ²
Carga Total por ml de viga	[0.759 x (3.00 m.+ 0.35 /2)] + 0.41 =	2.821 Ton/ml

Cálculo de acciones internas :

Momento torsionante :

$$M_{T-1} = 0.759 \times 3.00^2 / 2 = 3.416 \text{ Tn-m}$$

$$M_{T-2} = 0.412 \times 0.20^2 / 2 = 0.008 \text{ Tn-m}$$

$$M_T = M_{T-1} / 2 - M_{T-2} = 3.416 / 2 - 0.008 = 1.700 \text{ Tn-m}$$

Momento flexionante :

$$M_F = W * L^2 / 2 = 2.821 \times 1.00^2 / 2 = 1.411 \text{ Tn-m}$$

Fuerza Cortante :

$$Q = W * L / 2 = 2.821 \times 1.00 / 2 = 1.411 \text{ Tn/m}$$

$$V_u = V_c / (\emptyset \times b \times h) = 13.548 \text{ Tn/m}^2$$

$\emptyset = 0.85$

Cálculo de acero :

Refuerzo transversal :

Por Fuerza Cortante :

$$V_u = 13.548 \text{ Tn/m}^2$$

$V_c > V_u$ No necesita acero por cortante

Cortante asumido por el concreto : $0.5 * (F'c)^{1/2}$

$$V_c = 72.457 \text{ Tn/m}^2$$

Por Torsión :

$$M_T = 1.700 \text{ Tn-m}$$

Momento resistente por el concreto :

$$M_c = \sum [b^2 h (f'c)^{1/2} / b^{1/2}] \quad (\text{viga + losa})$$

$$M_c = \frac{0.35^2 \times 0.35 \times 210^{1/2}}{0.35^{1/2}} + \frac{3.00^2 \times 15.00 \times 210^{1/2}}{3.00^{1/2}}$$

$$M_c = 105,021.9 + 1,129.49 = 106,151.36$$

$$M_c = 1.062 \text{ Ton-m}$$

$$\text{Se sabe que : } T_s = M_T - M_c = 1.700 + 1.062 = 0.638 \text{ Ton-m}$$

$$A_s / S = T_s / [\emptyset c * F_y * b_1 * d]$$

Siendo : $\emptyset c = 0.66 + 0.33 * (b_1/d) < 1.50$

$$\emptyset c = 0.9900 \quad \emptyset c < 1.5 \text{ Ok!}$$

S = Espaciamiento del acero

A_s = Area de acero por torsión.

Remplazando :

$$A_s / S = 0.0156 \text{ cm}^2 / \text{cm}$$

$$S = A_{\text{varilla}} / 0.0156$$

$$\text{Usando } \emptyset = 3/8 \quad A_{\text{varilla}} = 0.71 \text{ cm}^2 \quad S = 0.46 \text{ m.}$$

Usaremos : $\emptyset 3/8 @ 0.46\text{m}$

Se colocará $\emptyset 3/8 @ 0.30\text{m}$

Refuerzo Longitudinal :

Por Flexión : $As = MF / Fy * Z$ Siendo $Z = 0.90 * d = 28.23 \text{ cm}$
 $MF = W * L^2 / 8 = 2.821 \times 1.00^2 / 8 = 0.353 \text{ Tn-m}$
 Reemplazando :
 $As = 35267.81 / 4200 * 28.23 \text{ cm} = 0.297 \text{ cm}^2$
 $As \text{ min} = 0.002 * b * d = 2.196 \text{ cm}^2$

Por Torsión : Empleando la fórmula : $A1 = 2 * (As / S) * (b1 + d) = 1.96 \text{ cm}^2$
 Ahora por reglamento se tiene que la resistencia de la viga reforzada debe ser mucho mayor que la resistencia de la viga sin refuerzo, aplicaremos la siguiente formula :

$Trs = 0.6 * b^2 * h * fc^{1/2} = 3.728 \text{ Tn-m/m}$ $M_T = 1.700 \text{ Tn-m.}$
 Se tiene que $Trs > M_T$, Por lo tanto el porcentaje total de refuerzo por torsión debe ser menor que el siguiente valor:

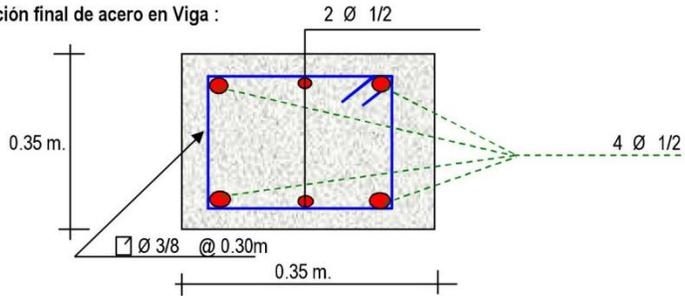
$Pit \leq 6.40 * (Fc / Fy)^{1/2} = 1.431$
 $Pit = A1 * (1 + 1/\phi_c) / (b * h)$ Siendo = $A1 = 1.96 \text{ cm}^2$
 $\phi_c = 0.9900$

Reemplazando, tenemos que : $Pit = 0.0032$
 Como se puede apreciar : $0.0032 < 1.431$ Ok!

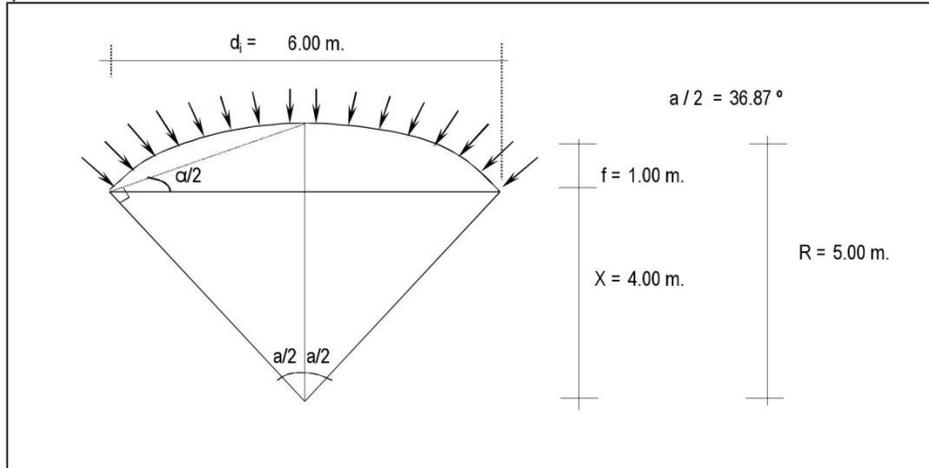
Solo se considera acero por Tracción y Flexión :

$As \text{ total} = As \text{ flexión} + As \text{ tracción} = 2.196 + 0.28 \text{ cm}^2 = 2.47 \text{ cm}^2$
 Usando : $1 \text{ } \phi \text{ } 1/2 + 2 \text{ } \phi \text{ } 1/2$ $A_{\text{total}} = 3.80 \text{ cm}^2$

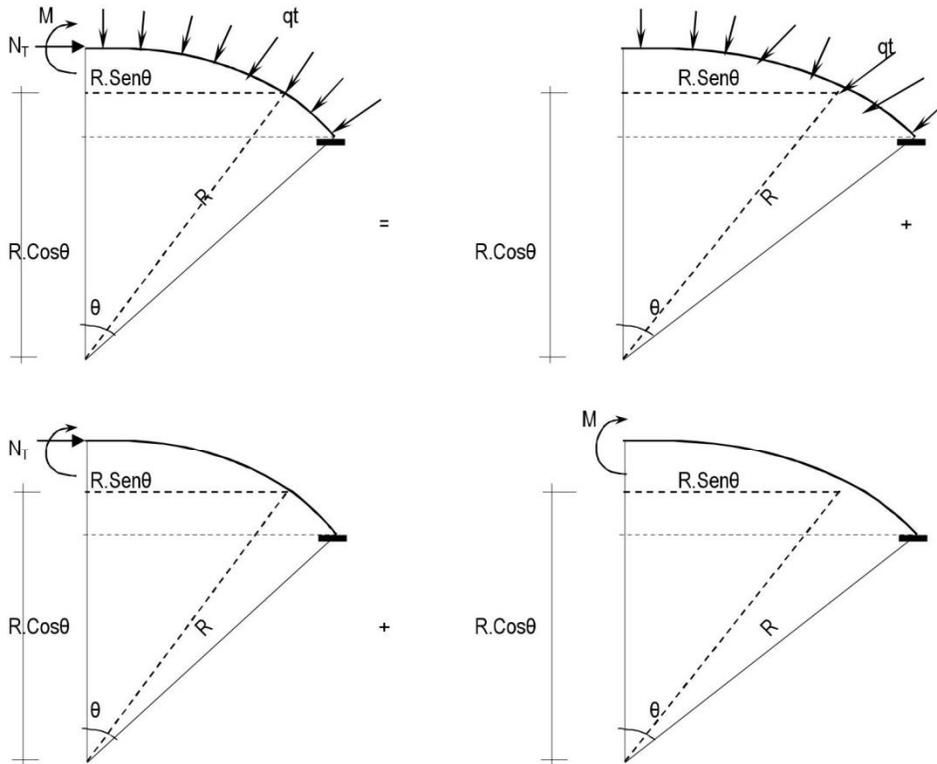
Disposición final de acero en Viga :



e.- Diseño de la cúpula :



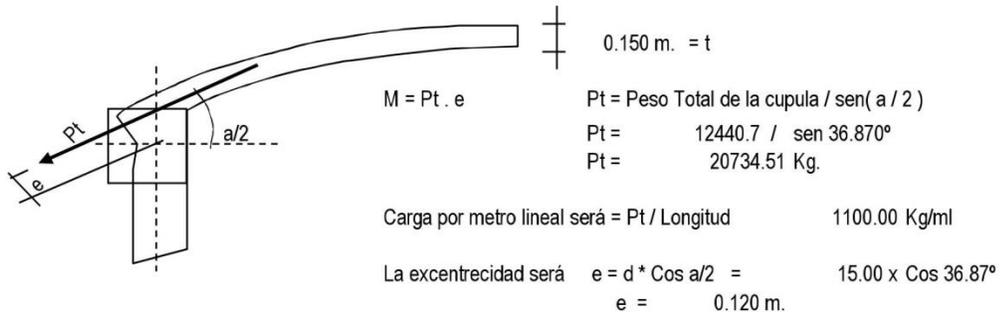
Se cortará por el centro, debido a que es simétrico, lo analizaremos por el método de las fuerzas :



Analizando la estructura se tiene que :

$$M = 0 ; \quad N_T = W \cdot r , \text{ Como se puede apreciar sólo existe esfuerzo normal en la estructura.}$$

El encuentro entre la cúpula y la viga producen un efecto de excentricidad, debido a la resultante de la cúpula y la fuerza transmitido por las paredes. Como podemos apreciar en la gráfica :



$$\text{Por lo tanto : } M = 1.10 \text{ Tn} \times 0.120 \text{ m} = 0.132 \text{ Tn-m / m}$$

$$\text{El esfuerzo actuante será } N_T = q_t \times r = 660.00 \times 5.00 \text{ m} = 3.30 \text{ Tn.}$$

Cálculo de acero :

* En muro o pared delgada, el acero por metro lineal no debe exceder a :
 $As = 30 * t * f_c / f_y$, siendo : $t =$ espesor de la losa = 0.150 m.
 Remplazando, tenemos : $As = 22.5 \text{ cm}^2$

* Acero por efectos de tensión (At) :
 $At = T / F_s = T / (0.5 * F_y) = 3.30 / (0.5 * 4200) = 1.57 \text{ cm}^2$

* Acero por efectos de Flexión (Af) :
 Para este caso se colocará el acero mínimo: $A_{f \text{ min}} = 0.002 * 100 * 12.50 = 2.50 \text{ cm}^2$

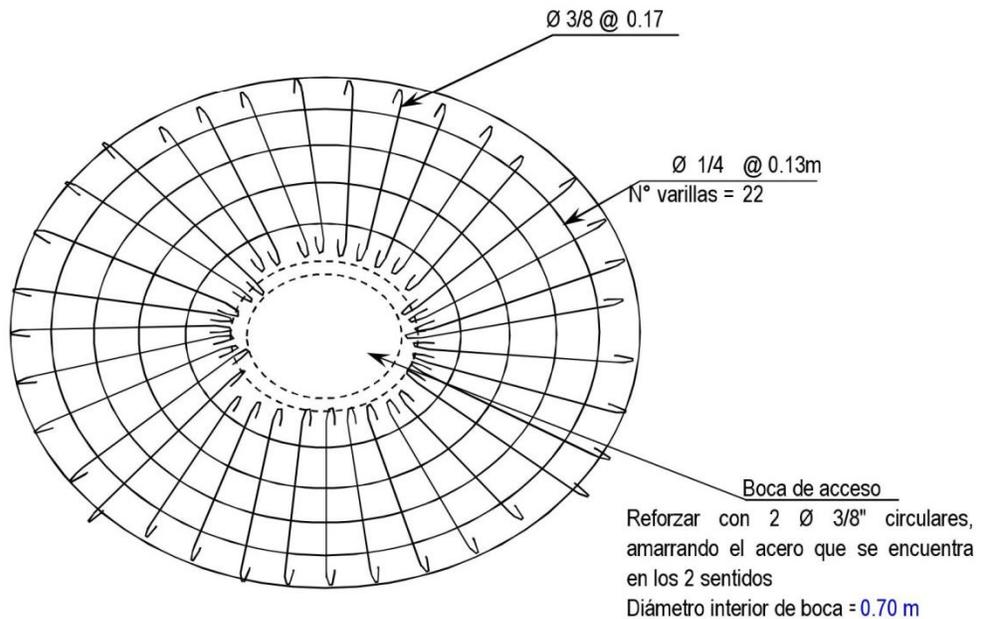
* Acero a tenerse en cuenta : $At + Af < 22.50 \text{ cm}^2$ $At + Af = 4.07 \text{ cm}^2$
 Como podemos apreciar : $At + Af < As \text{ max. OK!}$
 $6 \text{ } \varnothing \text{ } 3/8$ $A_{\text{total}} = 4.28 \text{ cm}^2$ **Si cumple con el acero requerido**
 $\varnothing \text{ } 3/8 @ 0.17\text{m}$

* Acero por efectos de la excentricidad :
 $M = 0.132 \text{ Tn-m}$
 recubrim= 2.5 cm

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	Ø	Total	Disposición
0.132	100.00	12.50	0.066	0.28	2.50	3/8 "	2.85	Ø 3/8 @ 0.25

* Acero de repartición :
 $As_r = 0.002 * 100 * 12.50 = 2.50 \text{ cm}^2$
 $8 \text{ } \varnothing \text{ } 1/4$ $A_{\text{total}} = 2.53 \text{ cm}^2$ **Si cumple con el acero requerido**
 $\varnothing \text{ } 1/4 @ 0.13\text{m}$

Disposición final de acero : En el acero principal se usará el mayor acero entre el $At + Af$ y Acero por excentricidad.



ANALISIS SISMICO DEL RESERVORIO :

Para el presente diseño se tendrá en cuenta las "Normas de Diseño sismo - resistente".

$$\text{FUERZA SISMICA} \rightarrow H = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C \cdot P}{R}$$

R = 7.5 Corresponde a la ductibilidad global de la estructura, involucrando además consideraciones sobre amortiguamiento y comportamiento en niveles proximos a la fluencia.

Reemplazando todos estos valores en la Formula general de "H", tenemos lo siguiente :

Factor de amplificacion sismica "C":

hn	3.60 m.
Cr	45
Tp	0.6

$T = hn/Cr =$	T =	0.080
$C = 2.5(Tp/T)^{1.25}$	C =	31.03
	C =	2.5

DATOS:	
Factor de suelo	1.20
factor de uso	1.50
factor de zona	0.40
factor de reduccion de la fuerza sismica	7.50
numero de niveles	1.00

Determinacion de la Fuerza Fa como T es: $T < 0.7$
 $Fa = 0$

Peso Total de la Estructura : P =

P = Peso de la edificación, para determinar el valor de H, se tendrá en cuenta 2 estados, Uno será cuando el reservorio se encuentra lleno y el otro cuando el reservorio se encuentra vacio.

RESERVORIO LLENO : P = Pm + Ps/c Para el peso de la sobre carga Ps/c, se considerará el 80% del peso del agua.

Pm =	193.4 Tn.	P agua =	90.48 Tn.
Ps/c =	72.4 Tn.	P =	265.78 Tn.

Reemplazando $H = 0.240 \times 265.78 = 63.8 \text{ Tn.}$
 FUERZA SISMICA: $\rightarrow H = 3.331$

Para un metro lineal de muro, Lm = 19.15 m.

RESERVORIO VACIO : P = Pm + Ps/c

Para el peso de la sobre carga Ps/c, se considerará el 50% de la estructura.

Pm =	193.40	-	90.5 Tn.	=	102.92
Ps/c =	51.46 Tn.			P =	154.39 Tn.

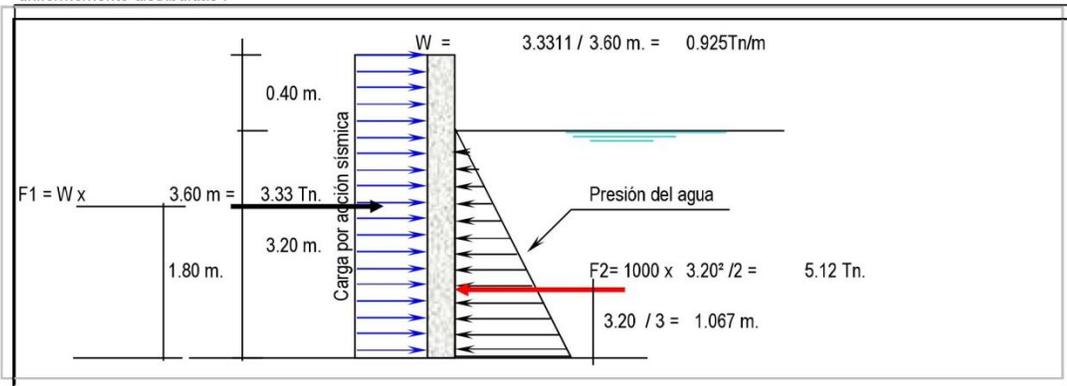
Reemplazando $H = 0.240 \times 154.39 = 37.05 \text{ Tn.}$
 FUERZA SISMICA: $\rightarrow H = 1.935$

DISEÑO SISMICO DE MUROS

Como se mencionaba anteriormente, se tendrán 2 casos, Cuando el reservorio se encuentra Lleno y Cuando está vacio.

Reservorio Lleno

El Ing° Oshira Higa en su Libro de Antisismica (Tomo I), indica que para el diseño sismico de muros las fuerzas sismicas sean consideradas uniformemente distribuidas :



M1= F1 x 1.80 m = 5.996 Tn-m.
M2= F2 x 1.07 m = 5.461 Tn-m.

Momento Resultante = M1 - M2 = 5.996 - 5.461 = 0.535
Mr = 0.535
Este momento es el que absorbe la parte traccionada por efecto del sismo.

Importante : Chequeo de "d" con la cuantía máxima : $d_{max} = [0.53 \times 10^5 / (0.236 \times F'c \times b)]^{1/2} = 3.27 \text{ cm.}$
El valor de "d" con el que se está trabajando es mayor que el "d" máximo, Ok!.

Cálculo del acero Vertical

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm²)	As min	p=As/bd	5/8	Total	Disposición
0.535	100.00	25.00	0.133	0.57	5.00	0.0020	3	6.03	Ø 5/8 @ 0.33

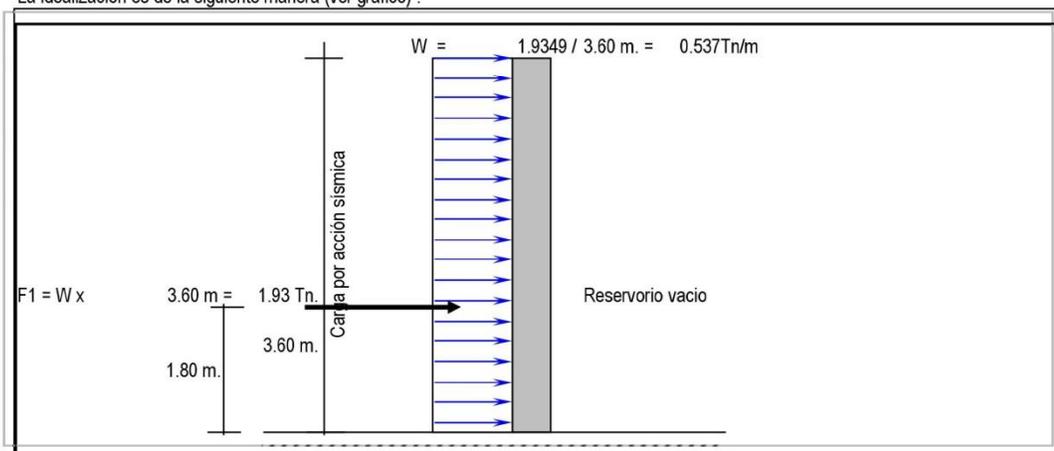
Cálculo del acero Horizontal :

Se considera el acero mínimo que es As = 5.00 cm²

1/2	Total	Disposición
4	5.07	Ø 1/2 @ 0.25

Reservorio Vacío

La idealización es de la siguiente manera (ver gráfico) :



M1= F1 x 1.80 m = 3.483 Tn-m = Mr Este momento es el que absorbe la parte traccionada por efecto del sismo.

Importante : Chequeo de "d" con la cuantía máxima : $d_{max} = [0.53 \times 10^5 / (0.236 \times F'c \times b)]^{1/2} = 3.27 \text{ cm.}$
El valor de "d" con el que se está trabajando es mayor que el "d" máximo, Ok!.

Cálculo del acero Vertical

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm²)	As min	p=As/bd	5/8	Total	Disposición
3.483	100.00	25.00	0.883	3.75	5.00	0.0020	3	6.03	Ø 5/8 @ 0.33

Cálculo del acero Horizontal :

Se considera como acero a As min = 5.00 cm²

1/2	Total	Disposición
4	5.07	Ø 1/2 @ 0.25

Disposición final de acero en los muros :

El diseño definitivo de la pared del reservorio verticalmente, se da de la combinación desfavorable; la cual es combinando el diseño estructural en forma de portico invertido; donde $M_u = 8.47 \text{ Tn-m}$ y un $A_s = 9.37 \text{ cm}^2$ Mientras que en la condición más desfavorable del diseño sísmico presenta un $M_u = 3.48 \text{ Tn-m}$ y un $A_s = 5.00 \text{ cm}^2$ correspondiendole la condición cuando el reservorio esta vacío finalmente se considera el momento máximo:

$M_M = \text{Momento Máximo} = 8.465 \text{ Tn - m}$

Con este Momento Total se calcula el acero que irá en la cara interior del muro.

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm²)	As min	p=As/bd	5/8	Total	Disposición
8.465	100.00	25.00	2.205	9.37	5.00	0.0037	6	12.07	Ø 5/8 @ 0.17

El acero Horizontal será el mismo que se calculó, quedando de esta manera la siguiente disposición de acero.

Así mismo el acero que se calculó con el M= 3.48Tn-m se colocará en la cara exterior de los muros.

Anexo N° 05: Diseño de la red de distribución.

PROYECTO: Diseño de la Red de Aducción y Distribución de Agua Potable COMUNIDAD: Centro Poblado Aynaca DEPARTAMENTO: Lima																					
DISEÑO HIDRAULICO RED DE DISTRIBUCION POR GRAVEDAD																					
NOTA: Nivel estático cota del tanque de distribución															NIVEL ESTÁTICO = 1582.2						
TRAMO	L Tomada (m)	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	% Incremento	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Diámetro Nominal (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tubería	Pérdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA		OBSERVACIONES	
		E	P.O											INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		INICIAL
LINEA DE ADUCCION																					
RESEV.	A	88.16	1582.2	1557.25	24.950	1.039	91.62	19	0.656	1 1/2	PVC. CLASE 10	150	0.958	0.58	1582.200	1581.242	0.000	23.992	0.000	24.950	
RED DE DIST. RAMAL 1																					
A	B	67.26	1557.25	1548.8	8.450	1.008	67.79	14	0.656	1	PVC. CLASE 10	150	5.107	1.29	1557.250	1552.143	0.000	3.343	24.950	33.400	
B	C	36.8	1548.8	1548.53	0.270	1.000	36.80	8	0.656	1	PVC. CLASE 10	150	2.772	1.29	1548.800	1546.028	0.000	-2.502	33.400	33.670	DESVIO RAMAL 2
C	E	10.23	1548.53	1548.77	-0.240	1.000	10.23	3	0.656	1	PVC. CLASE 10	150	0.771	1.29	1546.028	1545.257	-2.502	-3.513	33.670	33.430	DESVIO RAMAL 3
E	G	24.97	1548.77	1544.22	4.550	1.016	25.38	6	0.656	1	PVC. CLASE 10	150	1.912	1.29	1545.257	1543.345	-3.513	-0.875	33.430	37.980	DESVIO RAMAL 4
G	L	41.31	1544.22	1546.48	-2.260	1.001	41.37	9	0.656	1	PVC. CLASE 10	150	3.117	1.29	1543.345	1540.228	-0.875	-6.252	37.980	35.720	DESVIO RAMAL 5
L	P	66.16	1546.48	1531.17	15.310	1.026	67.91	14	0.656	1	PVC. CLASE 10	150	5.116	1.29	1540.228	1535.112	-6.252	3.942	35.720	51.030	
P	Q	54.73	1531.17	1523.27	7.900	1.010	55.30	12	0.656	1	PVC. CLASE 10	150	4.166	1.29	1535.112	1530.946	3.942	7.676	51.030	58.930	
Q	R	68.73	1523.27	1521.42	1.850	1.000	68.75	14	0.656	1	PVC. CLASE 10	150	5.180	1.29	1530.946	1525.766	7.676	4.346	58.930	60.780	
RED DE DIST. RAMAL 2																					
C	D	47.76	1548.53	1557.6	-9.070	1.018	48.61	10	0.656	3/4	PVC. CLASE 10	150	14.867	2.30	1548.530	1533.663	0.000	-23.937	33.670	24.600	
RED DE DIST. RAMAL 3																					
E	F	47.12	1548.77	1549.71	-0.940	1.000	47.13	10	0.656	3/4	PVC. CLASE 10	150	14.413	2.30	1548.770	1534.357	0.000	-15.353	33.430	32.490	
RED DE DIST. RAMAL 4																					
G	H	51.74	1544.220	1545.270	-1.050	1.000	51.75	11	0.656	1	PVC. CLASE 10	150	3.899	1.29	1544.220	1540.321	0.000	-4.949	37.980	36.930	
H	I	64.35	1545.270	1545.750	-0.480	1.000	64.35	13	0.656	1	PVC. CLASE 10	150	4.848	1.29	1540.321	1535.473	-4.949	-10.277	36.930	36.450	
H	J	24.28	1545.270	1540.330	4.940	1.020	24.78	5	0.656	1	PVC. CLASE 10	150	1.867	1.29	1535.473	1533.606	-9.797	-6.724	36.930	41.870	
J	K	64.7	1540.330	1541.470	-1.140	1.000	64.71	13	0.656	1	PVC. CLASE 10	100	10.322	1.29	1533.606	1523.284	-6.724	-18.186	41.870	40.730	
RED DE DIST. RAMAL 5																					
L	M	75.93	1546.480	1547.760	-1.280	1.000	75.94	16	0.656	1	PVC. CLASE 10	150	5.721	1.29	1546.480	1540.759	0.000	-7.001	35.720	34.440	
M	N	50.75	1547.760	1538.590	9.170	1.016	51.57	11	0.656	1	PVC. CLASE 10	150	3.885	1.29	1540.759	1536.874	-7.001	-1.716	34.440	43.610	
N	O	39.29	1538.590	1523.270	15.320	1.073	42.17	9	0.656	1	PVC. CLASE 10	150	3.177	1.29	1536.874	1533.697	-1.716	10.427	43.610	58.930	

Anexo N° 06: Cálculo hidráulico de alcantarillado.

CALCULO HIDRAULICO ALCANTARILLADO SANITARIO

PROYECTO: RED DE SANEAMIENTO BASICO EN ZONAS RURALES (ENTRE 201 A 500 HABITANTES). CASO: CENTRO POBLADO AYNACA-OYÓN-LIMA
 Región: LIMA
 Provincia: COCHAMARCA
 Distrito: OYÓN
 Localidad: CENTRO POBLADO AYNACA
 Población Actual: 395 hab.
 Tasa de Crecimiento: 0.88% %
 Población Futura: 468 hab.
 Dotación: 60 l/hab/día
 Caudal Descarga Aguas Residuales: 0.68 l/s
 Numero de Buzones: 23 und
 Aporte por Infiltración Iluvias: 0.101157407 l/s
 Caudal de Diseño: 0.78 l/s
 Longitud Total: 1124.08 m
 Longitud Colectores: 1124.08 m
 Caudal Unitario: 0.0007 l/s/m

DIAMETRO	CAPACIDAD TUBERIAL LLENA		
	PENDIENTE	CAPACIDAD PLENA	
	MINIMA (Smm)	VELOCIDAD	CAUDAL
m	o/oo	m/s	l/s
0.7	6.53	0.53	4.20
0.2	4.35	0.57	10.00
0.2	3.27	0.60	18.70
0.3	2.61	0.62	30.40
0.3	2.18	0.64	45.10
0.4	1.87	0.65	63.00
0.4	1.63	0.67	84.20

BUZON PROYECTADO	23
BUZON EXISTENTE	0
BUZON A REEMPLAZAR	0
TOTAL=	23

Kilómetro	Tipo Colector (°)	Jiron/Calle/Avenida	Buzón de Inicio			Buzón de Llegada			Longitud del Tramo (m)	pendiente (mm)	Caudal Tramo				Diametro de diseño (mm)	pendiente sistema (mm)	SECCION LLENA			CALCULOS					Condiciones	Tipo de material	Altura Promedio (m)		
			Buzón N°	Cota Terreno (mm)	Cota de Fondo (mm)	Altura (m)	Buzón N°	Cota de Terreno (mm)			Cota de Fondo (mm)	Altura (m)	Caudal Tramo (lps)	Caudal Anterior (lps)			Caudal Aporte adicional (lps)	Caudal Real de Paso (lps)	Caudal Diseño del tramo (lps)	Q II (lps)	V II (l/s)	Relación Q max / Q II	Velocidad real (m/s)	Relación y/D				Tensión Tractiva	Velocidad critica (m/s)
1.00	1	CA. SANTA	BZ-09	1557.850	1556.850	1.00	BZ-10	1549.000	1548.000	1.00	78.78	0.11234	0.05			0.05	1.50	160	0.005396	78.90	3.92	0.02	1.52	0.10	10.67	1.85	si cumple	PVC-UF	1.00
2.00	2	PJE. PALCOS	BZ-13	1557.000	1556.900	1.00	BZ-14	1549.700	1548.700	1.00	45.03	0.17980	0.03			0.03	1.50	160	0.005396	99.84	4.90	0.02	1.80	0.09	15.40	1.76	si cumple	PVC-UF	1.00
3.00	3	CA. BARRIOS ALTOS	BZ-14	1549.700	1548.700	1.00	BZ-12	1548.500	1547.500	1.00	38.03	0.03155	0.03	0.03		0.06	1.50	160	0.005396	41.82	2.08	0.04	0.98	0.13	4.01	2.14	si cumple	PVC-UF	1.00
4.00	4	CA. BALTA	BZ-10	1549.000	1548.000	1.00	BZ-02	1548.500	1547.000	1.50	68.94	0.01451	0.05	0.03		0.07	1.50	160	0.005396	28.35	1.41	0.05	0.75	0.16	2.19	2.33	si cumple	PVC-UF	1.25
5.00	4	CA. BALTA	BZ-10	1549.000	1548.000	1.00	BZ-12	1548.500	1547.500	1.00	37.48	0.01334	0.03	0.03		0.05	1.50	160	0.005396	27.19	1.35	0.06	0.72	0.16	2.04	2.34	si cumple	PVC-UF	1.00
6.00	5	PJE. NARANJAL	BZ-15	1548.070	1547.070	1.00	BZ-16	1547.000	1546.000	1.00	52.04	0.02056	0.04			0.04	1.50	160	0.005396	33.75	1.68	0.04	0.84	0.14	2.87	2.24	si cumple	PVC-UF	1.00
7.00	6	QUINTA PACHON	BZ-06	1540.700	1539.700	1.00	BZ-04	1540.820	1539.020	1.80	60.01	0.01133	0.04			0.04	1.50	160	0.005396	25.06	1.25	0.06	0.68	0.16	1.80	2.39	si cumple	PVC-UF	1.40
8.00	7	PJE. LAS TOTORAS	BZ-02	1548.500	1547.000	1.50	BZ-03	1545.550	1544.550	1.00	10.34	0.23694	0.01	0.07		0.08	1.50	160	0.005396	114.59	5.70	0.01	1.98	0.08	19.09	1.70	si cumple	PVC-UF	1.25
9.00	7	PJE. LAS TOTORAS	BZ-03	1545.550	1544.550	1.00	BZ-04	1540.820	1539.020	1.80	23.64	0.23393	0.02	0.08		0.10	1.50	160	0.005396	113.85	5.66	0.01	1.97	0.08	18.84	1.70	si cumple	PVC-UF	1.40
10.00	7	PJE. LAS TOTORAS	BZ-04	1540.820	1539.020	1.80	BZ-05	1538.750	1537.750	1.00	16.00	0.07937	0.01	0.14		0.15	1.50	160	0.005396	66.32	3.30	0.02	1.35	0.10	8.14	1.92	si cumple	PVC-UF	1.40
11.00	8	CA. AVENTURA	BZ-01	1539.500	1538.500	1.00	BZ-05	1538.750	1537.750	1.00	35.01	0.02142	0.02			0.02	1.50	160	0.005396	34.45	1.71	0.04	0.85	0.14	2.95	2.23	si cumple	PVC-UF	1.00
12.00	8	CA. AVENTURA	BZ-05	1538.750	1537.750	1.00	BZ-08	1537.700	1536.700	1.00	54.21	0.01937	0.04	0.17		0.21	1.50	160	0.005396	32.76	1.63	0.05	0.82	0.15	2.74	2.26	si cumple	PVC-UF	1.00
13.00	8	CA. AVENTURA	BZ-08	1537.700	1536.700	1.00	BZ-18	1537.000	1535.500	1.50	71.97	0.01667	0.05	0.21		0.26	1.50	160	0.005396	30.40	1.51	0.05	0.78	0.15	2.44	2.30	si cumple	PVC-UF	1.25
14.00	9	CA. LAS FLORES	BZ-03	1545.550	1544.550	1.00	BZ-07	1544.290	1543.290	1.00	60.55	0.02081	0.04			0.04	1.50	160	0.005396	33.96	1.69	0.04	0.85	0.14	2.90	2.24	si cumple	PVC-UF	1.00
15.00	9	CA. LAS FLORES	BZ-07	1544.290	1543.290	1.00	BZ-17	1548.000	1542.500	1.50	54.75	0.01443	0.04	0.04		0.08	1.50	160	0.005396	28.28	1.41	0.05	0.74	0.16	2.18	2.33	si cumple	PVC-UF	1.25
16.00	10	CA. 28 DE JULIO	BZ-11	1556.000	1555.000	1.00	BZ-12	1548.500	1547.500	1.00	31.01	0.24186	0.02			0.02	1.50	160	0.005396	115.77	5.75	0.01	1.99	0.08	19.31	1.70	si cumple	PVC-UF	1.00
17.00	10	CA. 28 DE JULIO	BZ-12	1548.500	1547.500	1.00	BZ-16	1547.000	1546.000	1.00	10.03	0.14955	0.01	0.13		0.14	1.50	160	0.005396	91.03	4.52	0.02	1.68	0.09	13.31	1.79	si cumple	PVC-UF	1.00
18.00	10	CA. 28 DE JULIO	BZ-16	1547.000	1546.000	1.00	BZ-17	1544.000	1543.000	1.00	16.41	0.18282	0.01	0.17		0.18	1.50	160	0.005396	100.65	5.00	0.01	1.80	0.08	15.52	1.75	si cumple	PVC-UF	1.00
19.00	10	CA. 28 DE JULIO	BZ-17	1544.000	1542.500	1.50	BZ-18	1537.000	1536.000	1.00	41.42	0.15693	0.03	0.26		0.29	1.50	160	0.005396	93.25	4.64	0.02	1.71	0.09	13.85	1.78	si cumple	PVC-UF	1.25
20.00	10	CA. 28 DE JULIO	BZ-18	1537.000	1535.500	1.50	BZ-19	1528.500	1527.530	1.00	74.01	0.10769	0.05	0.55		0.60	1.50	160	0.005396	77.25	3.84	0.02	1.50	0.10	10.35	1.86	si cumple	PVC-UF	1.25
21.00	10	CA. 28 DE JULIO	BZ-19	1528.500	1527.550	1.00	BZ-20	1522.640	1521.640	1.00	50.05	0.11808	0.03	0.60		0.64	1.50	160	0.005396	80.89	4.02	0.02	1.56	0.09	11.16	1.84	si cumple	PVC-UF	1.00
22.00	10	CA. 28 DE JULIO	BZ-20	1522.640	1521.140	1.50	BZ-21	1521.000	1520.000	1.00	60.11	0.01897	0.04	0.64		0.69	1.50	160	0.005396	32.42	1.61	0.05	0.82	0.15	2.68	2.26	si cumple	PVC-UF	1.25
23.00	10	CA. 28 DE JULIO	BZ-21	1521.000	1520.000	1.00	BZ-22	1517.000	1516.000	1.00	68.14	0.05870	0.05	0.69		0.74	1.50	160	0.005396	57.03	2.83	0.03	1.21	0.11	6.46	1.99	si cumple	PVC-UF	1.00
24.00	10	CA. 28 DE JULIO	BZ-22	1517.000	1516.000	1.00	BZ-23	1513.000	1512.000	1.00	66.12	0.06050	0.05	0.74		0.78	1.50	160	0.005396	57.90	2.88	0.03	1.23	0.11	6.60	1.98	si cumple	PVC-UF	1.00
									1124.08			0.78																	

Anexo N° 07: Diseño de tanque imhoff.

DISEÑO TANQUE IMHOFF

LOCALIDAD

CENTRO POBLADO AYNACA

A PARAMETROS DE DISEÑO

		VALORES
1.- Población actual	395.00	
2.- Tasa de crecimiento (%)	0.88	
3.- Período de diseño (años)	20.00	
4.- Población futura	468.00	habitantes
5.- Dotación de agua, l/(habx día)	60.00	L/(hab x día)
6.- Factor de retorno	0.80	
7.- Altitud promedio, msnm	1510.00	m.s.n.m.
8.- Temperatura mes más frío, en °C	18.00	°C
9.- Tasa de sedimentación, m ³ /(m ² xh)	0.6	m ³ /(m ² x h)
10.- Período de retención, horas	2.50	(1.5 a 2.5)
11.- Borde libre, m	0.30	m
12.- Volumen de digestión, l/hab a 15°C	70.00	L/hab a 15°C
13.- Relación L/B (teórico)	45.60	> a 3
14.- Espaciamiento libre pared digestor al sedimentador, metros	1.51	1.0 mínimo
15.- Angulo fondo sedimentador, radianes	53.00	(50° - 60°)
	0.93	radianes
16.- Distancia fondo sedimentador a altura máxima de lodos (zona neutra), m	0.80	m
17.- Factor de capacidad relativa	0.82	
18.- Espesor muros sedimentador, m	0.20	m
19.- Inclinación de tolva en digestor	20.00	(15° - 30°)
	0.35	radianes
20.- Número de troncos de pirámide en el largo	2.00	
21.- Número de troncos de pirámide en el ancho	1.00	
22.- Altura del lodos en digestor, m	2.20	m
23.- Requerimiento lecho de secado	0.10	m ² /hab.

VALORES

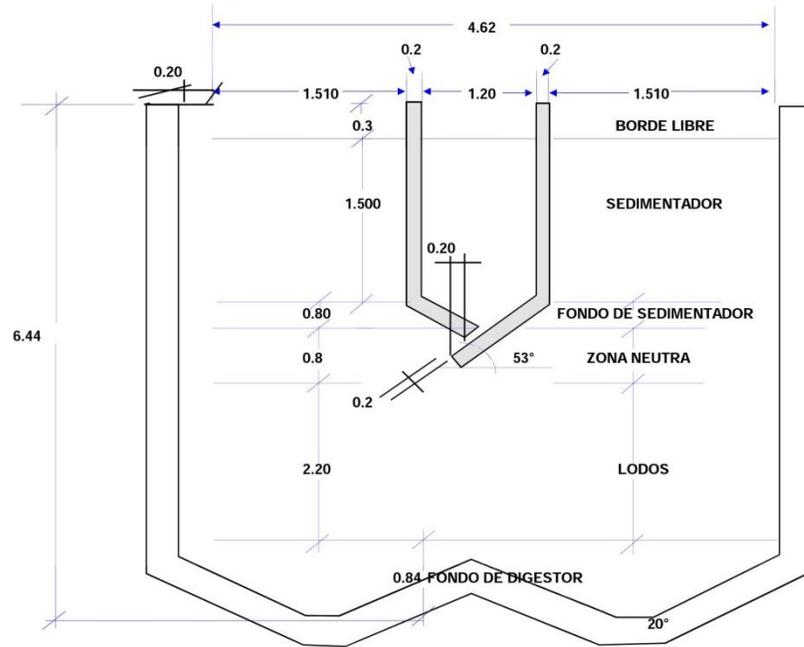
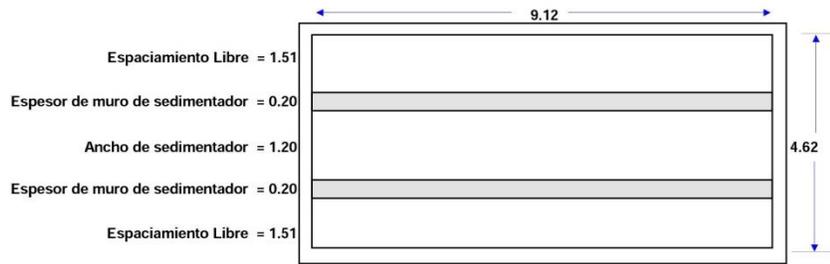
Factores de capacidad relativa y tiempo de digestión de lodos

Temperatura °C	Tiempo digestión (días)	Factor capacidad relativa
5	110	2
10	76	1.4
15	55	1
20	40	0.7
> 25	30	0.5

B RESULTADOS

24.- Caudal medio, l/día	22.46	m ³ /día
25.- Área de sedimentación, m ²	1.56	m ²
26.- Ancho zona sedimentador (B), m	1.20	m
27.- Largo zona sedimentador (L), m	9.12	m
28.- Prof. zona sedimentador (H), m	1.50	m
29.- Altura del fondo del sedimentador	0.80	m
30.- Altura total sedimentador, m	2.60	m
31.- Volumen de digestión requerido, m ³	27.00	m ³
32.- Ancho tanque Imhoff (Bim), m	4.62	m
33.- Volumen de lodos en digestor, m ³	110.00	m ³
34.- Superficie libre, %	65%	(min. 30%)
35.- Altura del fondo del digestor, m	0.84	m
36.- Altura total tanque imhoff, m	6.44	m
37.- Área de lecho de secado, m ²	93.40	02 LECHOS DE SECADO DE 9.77x4.78

Se deberá modificar las celdas: Relación L/B (teórico)(fila 13), Espaciamiento libre pared digestor al sedimentador (fila 14) y Altura de lodos en digestor(fila 22) de tal forma que Volumen de lodos en digestor (fila 31) sea > o igual a Volumen de digestión requerido (fila 33).



Anexo N° 08: Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TEMA: RED DE SANEAMIENTO BASICO EN ZONAS RURALES (ENTRE 201 A 500 HABITANTES). CASO: CENTRO POBLADO AYNACA-OYÓN-LIMA.					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA	DISEÑO DE LA INVESTIGACION
Problema General ¿De qué manera la implementación de un modelo de proyecto de saneamiento rural mejora la calidad de vida de los pobladores en el ámbito de salud y contaminación?	Objetivo General Proponer un modelo de proyecto de saneamiento rural que mejore la calidad de vida del Centro Poblado Aynaca.	Hipotesis General La implementación de un modelo de proyecto de saneamiento rural mejorará la calidad de vida del Centro Poblado Aynaca.	Variable Independiente Modelo de proyecto de saneamiento. Variable Dependiente Calidad de vida de los pobladores.	EXPLICATIVA O EXPERIMENTAL: Cuando se estudia la relación entre una variable como causa (X) y otra como efecto (Y).	El presente estudio dada la naturaleza de las variables materia de investigación, responde al de una investigación por objetivos: 1. Poblacion: La poblacion de estudio esta conformado por 2'700,067 pobladores, siendo esta 8,892 localidades rurales de 201 a 500 habitantes. 2. Muestra: De la poblacion señalada se ha tomado como muestra al Centro Poblado Aynaca con 395 pobladores. 3. Tecnicas: Encuestas, ubicacion de los componetes del proyecto de saneamiento, estudio de suelos, topografia, calculos de la red de agua potable, alcantarillado y planta de tratamiento.
Problema Especifico 1: ¿Permitiría el diseño de la red de agua potable y alcantarillado reducir el déficit de saneamiento?	Objetivo Especifico 1: Diseñar la red de agua potable y alcantarillado, permitirá disminuir el déficit de saneamiento.	Hipotesis Especifica 1: Si se diseña la red de agua potable y alcantarillado entonces disminuirá el déficit de saneamiento.	Variable Independiente Red de agua potable y alcantarillado. Variable Dependiente Deficit de saneamiento.		
Problema Especifico 2: ¿Contribuyen los proyectos de saneamiento a disminuir los índices de enfermedades diarreicas y dérmicas?	Objetivo Especifico 2: Desarrollar un proyecto de saneamiento contribuye en reducir los índices de enfermedades diarreicas y dérmicas.	Hipotesis Especifica 2: El desarrollo de un proyecto de saneamiento reducen los índices de enfermedades diarreicas y dérmicas.	Variable Independiente Proyecto de saneamiento Variable Dependiente Índices de enfermedades diarreicas y dérmicas.		
Problema Especifico 3: ¿Permitiría el diseño de una planta de tratamiento reducir contaminación ambiental?	Objetivo Especifico 3: Diseñar la planta de tratamiento que permitirá disminuir la contaminación ambiental.	Hipotesis Especifica 3: Si se diseña la planta de tratamiento entonces disminuira la contaminación ambiental.	Variable Independiente Planta de tratamiento. Variable Dependiente Contaminación Ambiental		
Problema Especifico 4: ¿Es posible que un proyecto de saneamiento permita retroalimentar la educación sanitaria de la población?	Objetivo Especifico 4: Retroalimentar la educación sanitaria de los pobladores con un proyecto de saneamiento.	Hipotesis Especifica 4: Demostrar que si es posible retroalimentar la educación sanitaria de los pobladores con un proyecto de saneamiento.	Variable Independiente Proyecto de saneamiento Variable Dependiente Educacion Sanitaria.		

Anexo N° 09: Operacionalización de variables.

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES			
TEMA: RED DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DEL CP AYNACA, PROVINCIA DE OYÓN, REGION LIMA			
HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DIMENSION
Hipotesis General La implementación de un modelo de proyecto de saneamiento rural mejorará la calidad de vida del Centro Poblado Aynaca.	Variable Independiente Modelo de proyecto de saneamiento.	Red de Agua Potable	Metros Lineales
	Variable Dependiente Calidad de vida de los pobladores.	Red de Alcantarillado	Metros Lineales
Hipotesis Especifica 1: Si se diseña la red de agua potable y alcantarillado entonces disminuirá el deficit de saneamiento.	Variable Independiente Red de agua potable y alcantarillado.	Estadísticas	Datos Numericos
	Variable Dependiente Deficit de saneamiento.		
Hipotesis Especifica 2: El desarrollo de un proyecto de saneamiento reducen los índices de enfermedades diarreicas y dérmicas.	Variable Independiente Proyecto de saneamiento	Estadísticas	Datos Numericos
	Variable Dependiente Indices de enfermedades diarreicas y dermicas.		
Hipotesis Especifica 3: Si se diseña la planta de tratamiento entonces disminuira la contaminacion ambiental.	Variable Independiente Planta de tratamiento.	Planta de tramiento	Metros Cuadrados
	Variable Dependiente Contaminacion Ambiental		
Hipotesis Especifica 4: Demostrar que si es posible retroalimetar la educacion sanitaria de los pobladores con un proyecto de saneamiento.	Variable Independiente Proyecto de saneamiento	Estadísticas	Datos Numericos
	Variable Dependiente Educacion Sanitaria.		

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto N°1: Pileta de agua potable por gravedad sin tratamiento.



Foto N°2: Vista de las viviendas del centro poblado.



Foto N°3: Vista de la I.E. Virgen del Rosario N° 20096.



Foto N°4: Vista del puesto de salud de Aynaca.



Foto N°5: Vista de la calicata C-2 dentro del centro poblado.

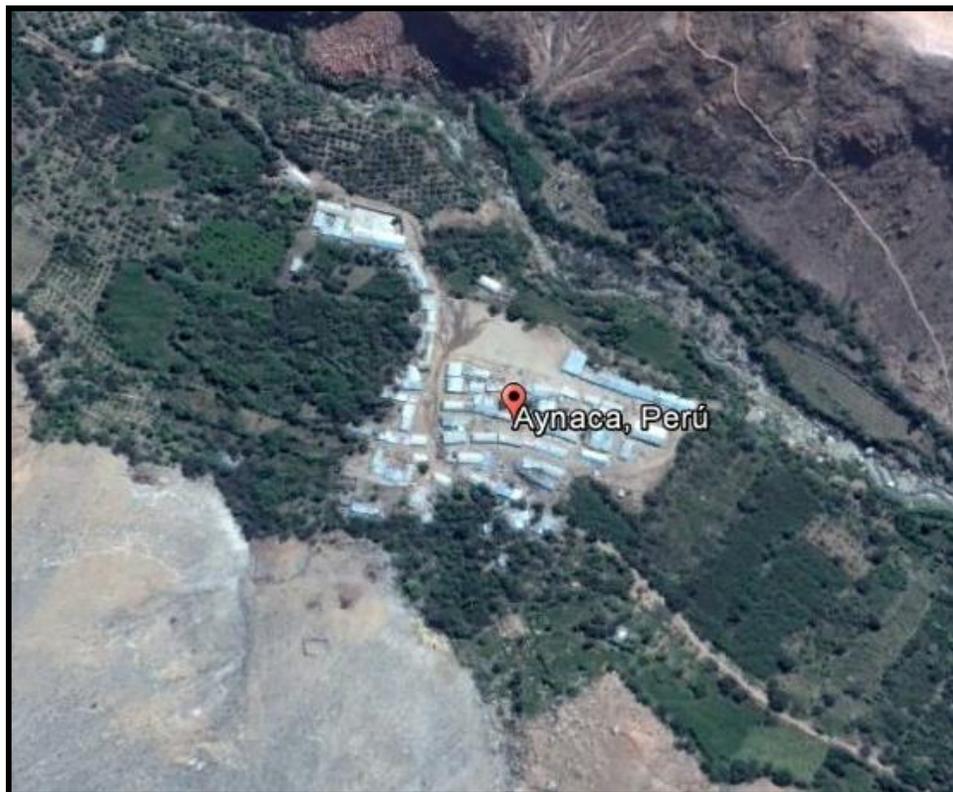


Foto N°6: Vista Panorámica de la zona de estudio.

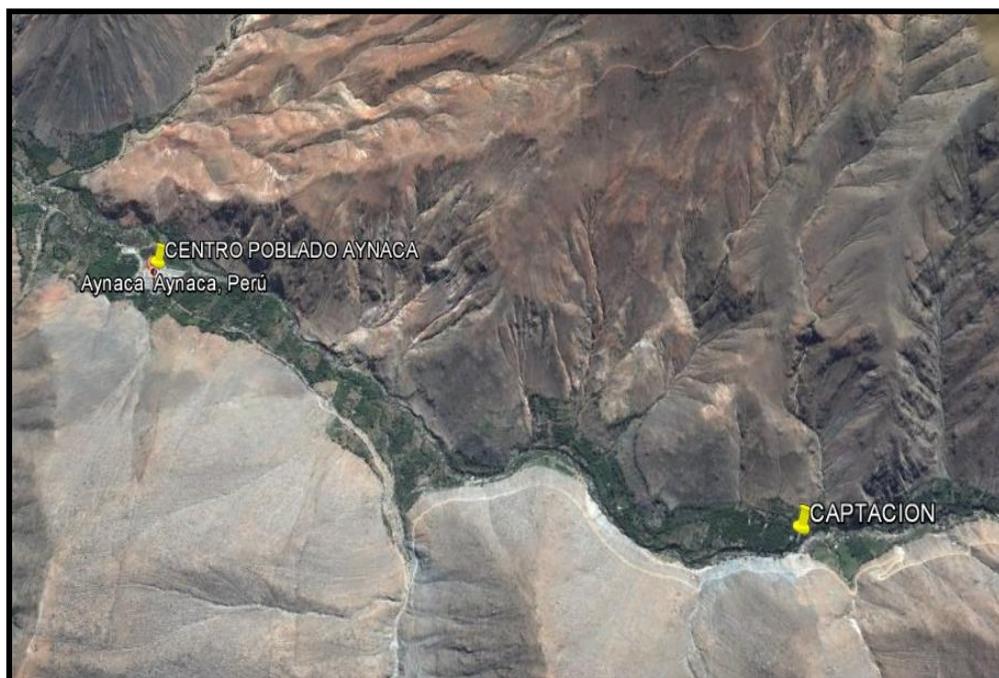


Foto N°7: Vista por google earth de la captación.



Foto N°8: Medición de caudal del ojo de agua.



FOTO N°9: Vista por google earth del reservorio.