



EN LA UAP  
TÚ ERES PARTE  
DEL CAMBIO

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

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“ANÁLISIS DE LA NORMA OS 020 EN EL DISEÑO DE FILTROS  
LENTOS DE ARENA PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO  
DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE JOSÉ MARÍA  
ARGUEDAS, APURÍMAC 2022”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**ALEX ROJAS HUAMÁN**

**ORCID 0000-0002-8289-7354**

**ASESOR**

**MTR. ENRIQUE ESPINOZA MOSCOSO**

**ORCID 0000-0001-9535-6656**

**LIMA – PERÚ, 2022**

## **DEDICATORIA**

**A Dios:** quien me dio el don de la vida, la sabiduría y firmeza en el cumplimiento de mis metas propuestas, ya que, es el quien me guía y me condesciende poder cumplir con mis metas expuestas.

**A mis padres:** por brindarme su afecto y soporte absoluto durante el proceso de mi formación profesional, por su acompañamiento y por haberme enseñado excelentes valores, como el estar unidos en familia, luchar por nuestras metas propuesta hasta conseguirlo.

**A mi familia:** por haber puesto toda la confianza en mi persona durante toda la etapa de mi formación profesional y por brindarme su apoyo incondicional.

Alex Rojas Huamán

## **AGRADECIMIENTOS**

**A la UAP**, ya que me permite capacitarme y a todas las personas que, de modo directa o indirectamente involucradas en este desarrollo, y por haberme brindaron la oportunidad de poder acrecentar mis conocimientos relacionados a control y supervisión de obras, estructuras, vías de transporte y elaboración del presente trabajo de investigación.

**A mis docentes**; quienes a través de sus experiencias y sapiencias consiguieron infundir en cada sesión de clases de cada módulo sus conocimientos de manera clara y precisa en mi formación profesional.

**A mi asesor**: Mtr. Enrique Espinoza Moscoso por bríndame en cada etapa de la elaboración de mi trabajo de suficiencia profesional su guía de forma atinada y precisa hasta la culminación de la presente.

Alex Rojas Huamán

## RESUMEN

En el presente Trabajo de Suficiencia Profesional se indaga analizar la influencia que tiene la norma OS 020 en el diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas. Para ello se analizó la oferta hídrica en el lugar de la captación, se analizó la dotación habitante del agua para el correspondiente dimensionamiento del diseño y el caudal del diseño.

De acuerdo a la norma OS 020 plantas de tratamiento de agua potable; se analiza desde la calidad de agua, donde la turbiedad de agua cruda de la captación es menor que 50 UNT; el cual cumple con la norma OS 020 y así proseguir con los dimensionamientos correspondientes. Del mismo modo, el caudal aforo realizado por el método flotador del caudal aforado en la estación seca (noviembre 2016) aproximadamente es de 55.64 lt/seg, aplicando factor de corrección, en el análisis de dotación habitante la población al 2016 = 3,553 habitantes, del cual el tasa de crecimiento (% anual) = 2.63%, en caso del periodo de diseño (años) se trabajó con = 20 años, la población futura calculada mediante el método geométrico es de = 5,966 habitantes, dotación = 100 lt/hab./dia, consumo promedio anual = 7.314 lt/seg., consumo máximo diario = 9.51 lt/seg., consumo máximo horario = 14.63 lt/seg.

Y por último se analizó el dimensionamiento de los filtros lentos de arena, esto con los datos obtenidos por los cálculos realizados líneas arriba, donde las dimensiones a utilizar serán: largo 10.50 ml, ancho 6.50 ml y una altura de 2.87 ml.

**Palabras claves:** Norma OS 020, filtros lentos de arena, caudal de diseño, estudio hidrológico, factores fisicoquímicos y microbiológicos, dotación habitante.

## ABSTRACT

In the present work of Professional Sufficiency, the influence of the OS 020 standard on the design of slow sand filters for the drinking water treatment plant in the district of José María Arguedas was analyzed. For this purpose, the water supply in the catchment area was analyzed, as well as the inhabitant water supply for the corresponding design dimensioning and the design flow rate.

According to standard OS 020 drinking water treatment plants, the water quality was analyzed, where the turbidity of the raw water from the catchment is less than 50 UNT, which complies with standard OS 020 and thus continue with the corresponding sizing. Similarly, the flow gauging performed by the float method of the gauged flow in the dry season (November 2016) is approximately 55.64 lt/sec, applying correction factor, in the analysis of inhabitant endowment the population as of 2016 = 3,553 inhabitants, of which the growth rate (annual %) = 2.63%, in case of the design period (years) we worked with = 20 years, the future population calculated by the geometric method is = 5,966 inhabitants, endowment = 100 lt/inhab./day, average annual consumption = 7.314 lt/sec, maximum daily consumption = 9.51 lt/sec, maximum daily consumption = 9.51 lt/sec, maximum hourly consumption = 14.63 lt/sec.

And finally, the sizing of the slow sand filters was analyzed, this with the data obtained from the calculations made above, where the dimensions to be used will be: length 10.50 ml, width 6.50 ml and a height of 2.87 ml.

Key words: Standard OS 020, slow sand filters, design flow rate, hydrological study, physicochemical and microbiological factors, inhabitant capacity.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la población del centro poblado de Huancabamba del distrito de José María Arguedas tienen la problemática sobre la mala calidad de agua, ya que el agua de las captaciones existentes no tiene ningún tratamiento físico y químico; de la misma forma, las captaciones periódicamente sufren disminución de caudal que consume la población beneficiaria.

Por ello, la municipalidad distrital de José María Arguedas encamino el proyecto denominado “mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable, alcantarillado e instalación de planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Huancabamba del distrito de José María Arguedas, Andahuaylas, Apurímac”, ya que, mediante ello se busca optimizar la calidad de vida, contribuir y ampliar la cobertura de los servicios de agua potable, y las unidades básicas de saneamiento, mejorar la continuidad y sostenibilidad de los servicios a la población beneficiaria.

Así mismo, el presente informe de suficiencia profesional tiene como objetivo analizar como la norma OS 020 influirá en el diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable, donde se analiza la oferta hídrica en la captación, se analiza la dotación habitante del agua para el correspondiente dimensionamiento del diseño y el caudal del diseño para el diseño de filtros lentos de arena.

De acuerdo a los resultados de laboratorio, el agua debe ser potabilizada con tratamiento convencional; sin embargo, teniendo en consideración la época más crítica del año, en la que hay precipitaciones constantes y coincidentemente un incremento en los parámetros físico químico de la calidad del agua a tratar. Se ha planteado el diseño de un sistema de filtración lenta de arena.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>CARATULA</b>	i
<b>DEDICATORIA</b>	ii
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	iii
<b>RESUMEN</b>	iv
<b>ABSTRACT</b>	v
<b>INTRODUCCIÓN</b>	vi
<b>TABLA DE CONTENIDOS</b>	vii
<b>CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA.</b>	9
1.1. Antecedentes de la empresa	9
1.2. Perfil de la empresa.	9
1.3. Actividades de la empresa.	10
1.3.1. Misión.	10
1.3.2. Visión.	10
1.3.3. Proyectos Similares	10
<b>CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA</b>	12
2.1 Descripción de la Realidad Problemática	12
2.2 Formulación del Problema	12
2.2.1 Problema General	12
2.2.2 Problemas Específicos	12
2.3 Objetivos del Proyecto	13
2.3.1 Objetivo General	13
2.3.2 Objetivos Específicos	13
2.4 Justificación	13
2.5 Limitantes de la Investigación	14
<b>CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO</b>	15
3.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado	15
3.1.1 Requerimientos	15
3.1.2 Cálculos	15
3.1.3 Dimensionamiento	20
3.1.4 Equipos utilizados	23
3.1.5 Conceptos Básicos para el Diseño del Piloto	24
3.1.6 Estructura	26
3.1.7 Elementos y funciones	26
3.1.8 Planificación del proyecto	28
3.1.9 Servicios y Aplicaciones	29
<b>CAPITULO IV DISEÑO METODOLÓGICO</b>	43
4.1 Tipo y diseño de Investigación	43

4.2 Método de Investigación	43
4.3 Población y Muestra	43
4.4 Lugar de Estudio	44
4.5 Técnica e Instrumentos para la recolección de la información	45
4.6 Análisis y Procesamiento de datos	46
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>47</b>
5.1 Conclusiones	47
5.2 Recomendaciones	48
<b>CAPÍTULO VI: GLOSARIO DE TÉRMINOS y REFERENCIAS</b>	<b>50</b>
6.1 Glosario de Términos	50
6.2 Libros	50
6.3 Electrónica	51
<b>CAPÍTULO VII: ÍNDICES</b>	<b>52</b>
7.1 Índices de Gráficos	52
7.2 Índice de Tablas	52
7.3 Índice de Fotos	53
7.4 Índice de Direcciones Web	53
7.5 Índice de Elaboración Propia	53
<b>CAPÍTULO VIII: ANEXOS</b>	
ANEXO 1 – Costo Total de la Investigación e Instalación del Proyecto Piloto.	54
ANEXO 2 – Diapositivas utilizadas en la sustentación	54



# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **1.1. Antecedentes de la empresa**

Para este trabajo se toma a la municipalidad distrital de José María Arguedas como entidad (empresa), siendo esta la principal institución de administración pública del distrito en mención líneas arriba, el que, se encarga de fomentar el desarrollo integral y sostenible del distrito; asimismo, dentro de sus competencias se encarga de promover el estudio, ejecución de obras y proyectos tales como: infraestructura de diferentes tipos, instalaciones sanitarias, eléctricas, de vías; además proyectos productivos y todo los demás que se enmarcan dentro de su competencia.

### **1.2. Perfil de la empresa.**

La municipalidad de José María Arguedas es una entidad administrativa local constituida como persona jurídica pública con autonomía política, económica y administrativa en las materias de su competencia y cuyas actividades se encuentran reguladas por la Ley N° 27972 Ley Municipal.

El distrito José María Arguedas fue creado por disposición Legal N° 30295 el 15 de diciembre de 2014, está ubicado en la parte sur de la jurisdicción de Andahuaylas de la circunscripción de Apurímac. La dinámica de la población de José María Arguedas, sigue el curso de la evolución económica de la región. El distrito de

José María Arguedas, que abarca la zona sierra y tiene como capital del distrito la localidad de Huancabamba el cual está clasificada como zona urbana en la categoría de pueblo.

### **1.3. Actividades de la empresa.**

#### **1.3.1. Misión.**

El distrito José María Arguedas es una institución que promueve democrática y solidariamente el desarrollo integral a través de servicios de calidad, gestionando responsablemente los recursos públicos, gestionando el territorio del distrito y siguiendo los objetivos del plan común de desarrollo para satisfacer las necesidades de la ciudad.

#### **1.3.2. Visión.**

Hasta el 2022, el distrito de José María Arguedas será una unidad líder y moderna que brinde un servicio constante a toda la población y con ello un gobierno transparente y seguro que satisfaga las necesidades de los habitantes de José María Arguedas.

#### **1.3.3. Proyectos Similares**

Dentro de los proyectos similares se muestra como antecedentes los siguientes proyectos.

**Tabla 01**

Proyectos similares

<b>CUI</b>	<b>Descripción</b>	<b>Monto de inversión</b>
2531751	Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y alcantarillado de la av. las parhuas y calles transversales del centro poblado del Chumbao, distrito de Andahuaylas - provincia de Andahuaylas - departamento de Apurímac	508,399.74
2462304	Construcción de reservorio; en el(la) sistema de servicios de agua potable en el barrio mirador sol naciente distrito de Andahuaylas, provincia Andahuaylas, departamento Apurímac.	136,993.52
2089938	Mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Abancay.	95,192,038.42
2305409	Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable e instalación de unidades básicas / alcantarillado en las comunidades de Ccarayhuacho, Lahuani, Patario, Huancuri y Sausama, distrito de Challhuahuacho - Cotabambas – Apurímac.	17,223,695.00

Fuente: consulta amigable MEF

## **CAPÍTULO II**

### **REALIDAD PROBLEMÁTICA**

#### **2.1 Descripción de la Realidad Problemática**

La población beneficiaria de la localidad de Huancabamba carece de una calidad de agua y falta de abastecimiento, ya que, en épocas de estiaje (mediados de junio, julio, agosto y mediados de setiembre) se percibe una disminución de presión y continuidad en los sistemas, sumando a ello la mala calidad del agua, teniendo en cuenta que el agua de las captaciones existentes no tiene ningún estudio hidrológico y tratamiento Físicoquímicos y Microbiológicos.

#### **2.2 Formulación del Problema**

##### **2.2.1 Problema General**

¿Cómo la norma OS 020 influirá en el diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas, Apurímac 2022?

##### **2.2.2 Problemas Específicos**

a) ¿Cómo la oferta hídrica influirá en el diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas, Apurímac 2022?

- b) ¿Cómo la dotación habitante del agua influirá en el dimensionamiento del diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas, Apurímac 2022?
- c) ¿Cómo el caudal de diseño influirá en el diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas, Apurímac 2022?

## **2.3 Objetivos del Proyecto**

### **2.3.1 Objetivo General**

Analizar como la norma OS 020 influirá en el diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas, Apurímac 2022.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

- a) Analizar como la oferta hídrica influirá en el diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas, Apurímac 2022.
- b) Analizar cómo la dotación habitante del agua influirá en el dimensionamiento del diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas, Apurímac 2022.
- c) Analizar cómo el caudal de diseño influirá en el diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas, Apurímac 2022.

## **2.4 Justificación**

Según la encuesta realizada a los beneficiarios, la localidad de Huancabamba el 42 % de sus viviendas carecen de la prestación de agua tratada conectado a través de una red de repartición, de la misma forma, los sistemas no abastecen a las

poblaciones las 24 horas al día, debido a problemas de las captaciones individuales que año a año sufren disminución provocando un problema en los sistemas existentes construidos en los últimos años.

En épocas de estiaje (mediados de junio, julio, agosto y mediados de setiembre) se percibe una disminución de presión y continuidad en los sistemas, sumando a ello la mala calidad del agua, teniendo en cuenta que el agua de las captaciones existentes no tiene ningún estudio hidrológico y tratamiento Fisicoquímicos y Microbiológicos.

En la localidad de Huancabamba el consumo de agua por las poblaciones beneficiarias del proyecto varían entre 60 – 80 lt./hab./día., la cual está dada debajo de la dotación mínima de la población de la sierra.

## **2.5 Limitantes de la Investigación**

Durante el desarrollo del naciente informe de suficiencia profesional se encontraron limitaciones como: falta de información completa, limitado acceso hacia la zona de captación y el factor tiempo.

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado

Para este trabajo desarrollado denominado suficiencia profesional la principal norma a utilizar para definir la influencia del diseño de filtro de arena lenta en la planta donde se realiza el proceso de potabilización del elemento vital del distrito José María Arguedas será la Norma OS 020 (plantas de tratamiento de agua para uso humano) en el cual se analizará las variables que influyen en su diseño de filtros de arena lenta; iniciando con una oferta hídrica, dotación habitante y caudal del diseño.

##### 3.1.1 Requerimientos

###### Tabla 02

Normativa utilizada en el desarrollo del informe de suficiencia profesional

<b>Normativa aplicada</b>
- Norma OS.020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano, aprobado por DS N° 011-2006-vivienda del 08/05/2006
- Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano, Aprobado con, D.S. N° 031-2010-SA/ Ministerio de Salud
- Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, aprobado con RD N° 20-2011-MTC/14
- Reglamento Nacional de Edificaciones DS N° 011-2006-vivienda
- Norma Técnica I.S. 010 instalaciones sanitarias para edificaciones
- Reglamento Nacional de Construcciones del Perú (RNC- última edición)
- Manual de Normas de ACI. (Instituto americano de concreto).
- Manuales de Normas de ASTM (Sociedad Americana de pruebas y cargas)

Fuente: elaboración propia

##### 3.1.2 Cálculos

###### cálculo de aforo del río Huchuyhuancani

## cálculo de la velocidad

### Velocidad (m/seg)

$$v = \frac{d}{t}$$

#### Donde:

V = velocidad

d = distancia

t = tiempo

### caudal

$$Q = V * A$$

Q = caudal

V = velocidad

A = área

#### Tabla 03

Factor de corrección

Tipo de canal o río	Factor K
Canal revestido en concreto, profundidad del agua > 15 cm.	0.8
Canal de tierra, profundidad del agua > 15 cm	0.7
Río o riachuelo, profundidad del agua > 15 cm.	0.5
Ríos o canales de tierra, profundidad del agua < 15 cm	0.25 – 0.5

Fuente: hidrología ambiental<sup>40</sup> informe: métodos de estimación de caudales

## Cálculo de aforo

### Análisis de la dotación habitante mediante el RNE

#### Tabla 04

Dotación habitante según clima y población

Población	DOTACION POR CLIMA lt/hab./día		
	Frío	Templado	Cálido
Desde 2000 hab. hasta 10000 hab.	120	150	150
Desde 10000 hab. hasta 50000 hab.	150	200	200
A más de 50000 hab.	200	250	250

Fuente: RNE

#### Tabla 05

Dotación de agua por uso

Descripción	Lt/hab/día	%
Preparativo de subsistencias	12.50	12.50
Limpieza de menajes de cocina	15.50	12.50
Bebidas	5.00	5.00
Aseo personal	25.00	25.00
Lavado de ropaje	25.00	25.00
Retrete	20.00	20.00
Demás usos	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: reglamento nacional de edificaciones



**Tabla 06**

Consumo de instituciones en la localidad de Huancabamba

N° de instituciones	instituciones	Consumo según m3/mes	Consumo en lit/s.	Consumo total de agua lit/s.
2.00	comercial	30.00	0.0116	0.02
7.00	Estatal	100.00	0.0386	0.27
3.00	Industrial	100.00	0.0386	0.12
12.00		<b>Consumo total</b>		<b>0.409</b>

Fuente: reglamento de la calidad del agua para uso humano

**Cálculo de tasa de crecimiento de la población****Tabla 07**

tasa de variación poblacional

Población	Año del censo	población	Tasa de crecimiento "r" %
Distrito Andahuaylas	1993	25922	
Distrito Andahuaylas	2007	37260	2.63%
			102.63%

Fuente: INEI – IX censo de población y IV de vivienda 1993 Y 2007

**Tabla 08**

Cálculo de la población año 2016

LOCALIDAD	TASA DE CRECIMIENTO		POBLACION 2007	POBLACION AL 2016 CALCULADO
	n (años)	TC (%)		
Huancabamba	14	2.63	1894	2722
<b>Total (Habt.)</b>			<b>1894</b>	<b>2722</b>

Fuente: INEI censos nacionales 1993 y 2007

**Tabla 09**

Población asumida al 2016 y N° de conexiones existentes y proyectados

LOCALIDAD Huancabamba (barrios)	Pob. Al 2016 (asumido)	N° de conexiones al 2016	N° de conexión proyectado
Centro Huancabamba	821	268	298
Santa Anita	316	75	94
Huancasvilcas	695	42	104
Rayanniyocc	266	19	93
Ayaviri	690	27	134
Cruz pampa	765	78	155
Total (Habt.)	3553	508	878

Fuente: padrón de beneficiarios del 2016

**Proyección de la colectividad objetivo en el sector de incidencia****Ecuaciones para el cálculo poblacional****Método aritmético:** proyección de población futura – Huancabamba**Tasa de crecimiento**

$$r = \frac{P_{i+1} - P_i}{t_{i+1} - t_1}$$

## Población futura

$$P = P_0 + r * (t - t_0)$$

### En donde:

P= población futura

Po = poblado naciente del año base

r = tasa media de crecimiento según el INEI

t = tiempo en años

\*La tasa de crecimiento con el que se trabajará será 2.63%, esto según INEI del distrito de Andahuaylas.

## Método geométrico: proyección de población futura – Huancabamba

### tasa de crecimiento

$$r = \left( \sqrt[t_1+1-t_i]{\frac{p_{i+1}}{p_i}} - 1 \right) * 100$$

## Población futura

$$Pf = p_o(1 + r)^{(t-t_o)}$$

### En el que:

Pf = población futura

Po = población preliminar del año base

r = tasa media de crecimiento por el INEI

t = tiempo en años

\*La tasa de crecimiento con el que se trabajará será 2.63%, esto según INEI del distrito de Andahuaylas.

## Determinación de los caudales de diseño

### Consumo medio diario anual (Qm)

Cuando se habla del consumo promedio diario del año, se define como el impacto de la evaluación del gasto para un residente del período de planificación futuro, se determina en lt/s. Según las tablas de la normativa nacional de edificación, la dotación del proyecto es de 100 litros/habitante/día.

$$Q_m = \frac{(P_f \times d)}{86400 \text{ s/día}}$$

### Donde:

Qm = caudal medio

Pf = población futura (habitantes)  
D = dotación

## Consumo máximo diario (Qmd) y consumo máximo horario (Qmh)

**Tabla 10**

Coeficientes k1, k2, k3

Coeficientes más usuales			
k1 (110% - 150%)	=	130.00 %	factor para hallar Qmd
k2 (180% - 250%)	=	200.00 %	factor para hallar Qmh
k3 (20% - 30%)	=	20.00 %	factor para hallar Volumen del Reservorio

Fuente: norma OS.030 acumulación de agua para uso humano

### Consumo máximo diario

Se dice consumo diario, al día de máximo gasto de acuerdo a un orden de lista examinados a lo largo de todo el transcurso del año. Para establecer el mencionado Qmd. requiere los registros de consumo o se determinar mediante la expresión siguiente:

$$Q_{md} = Q_m * K1$$

### Consumo máximo horario

El consumo horario máximo se define como la hora de consumo máximo en un día de horas punta. Y esta información se obtiene a partir de los datos horarios de un año o sustituyendo la siguiente expresión:

$$Q_{mh} = Q_m * K2$$

### Dimensionamiento de filtros lentos

#### Datos:

Dato inicial Qmd (1) = 9.51 lt/Sg

Caudal de diseño = 34.236 m<sup>3</sup>/h

Nº de unidades = 4 adi.

Velocidad = 0.13 m/h

$$As = \frac{Q}{N * V_i}$$

### Coeficiente de mínimo costo (adi)

$$k = \frac{2N}{N + 1}$$

**Largo de cada unidad (m)**

$$B = \sqrt{As * K}$$

**Ancho de cada unidad (m)**

$$A = \sqrt{\frac{As}{K}}$$

### **3.1.3 Dimensionamiento**

El proyecto denominado “Mejoramiento y ampliación de agua potable, sistema de drenaje y planta potabilizadora en la ciudad de Huancabamba en el distrito de José María Arguedas en Andahuaylas, Apurímac”, es un propósito de inversión donde se propone lo siguiente: construcción de captación a la salida de la laguna Huchuyhuancani, instalación de las líneas de conducción captación a la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) con 27+197 km, construcción del sistema de tratamiento del elemento vital con estructuras de filtros lentos de arena, construcción de reservorio de 60, 94 y 68 m<sup>3</sup> para los seis sectores de la localidad de Huancabamba e instalación de medidores y conexiones (800 unidades). Mientras tanto, la red de alcantarillado incluye la instalación de redes de alcantarillado (27+760 y 295 buzones) en la localidad de Huancabamba, la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y la instalación del emisor y tubería efluente al río respectivamente para la localidad.

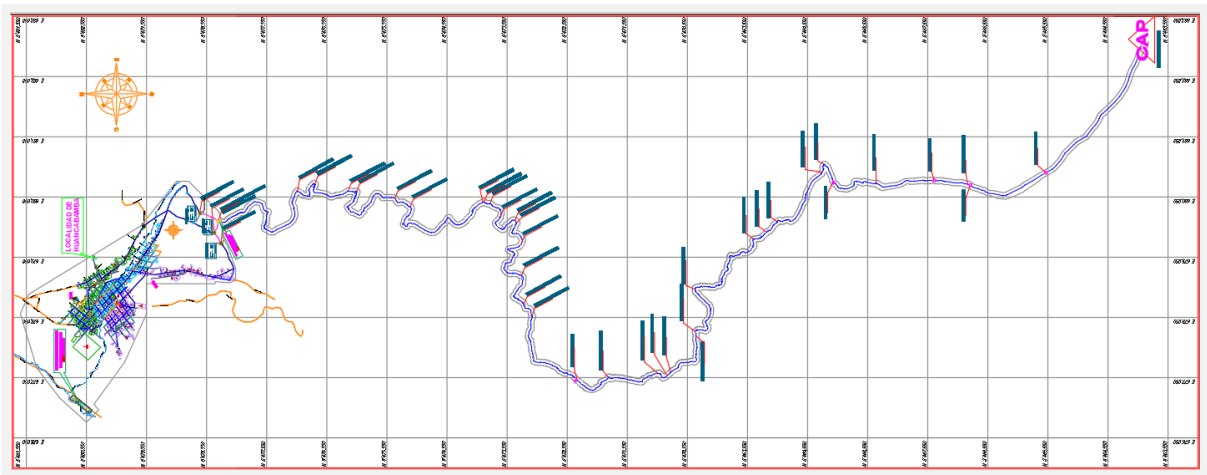
Los filtros lentos de arena estarán conformados por cuatro (04) unidades de filtración lenta que recibirán las aguas provenientes de la caja repartidora de caudales. La filtración será del tipo flujo vertical descendente; es decir el agua ingresa por la parte superior pasando por un espesor de arena de 1.00 m de altitud, lecho de grava de 0.32 m de elevación y un medio de soporte de concreto prefabricado con orificios

para finalmente pasar por el canal de fondo y ser recolectado por un vertedero de rebose ubicado a 1.17 del fondo.

En total se ha dimensionado 4 unidades de filtros lentos de arena con dimensiones de 10.50 m de largo y 6.50 de ancho; diseñados para una velocidad de filtración de 0.130 m/h. a pesar que la velocidad de filtración debe de estar dentro del rango de 0.10 – 0.20 m/h, ya que no existe prefiltración; este valor de 0.13 m/h es admisible ya que la captación cuenta con un desarenador, y que prácticamente este funciona como un sedimentador.

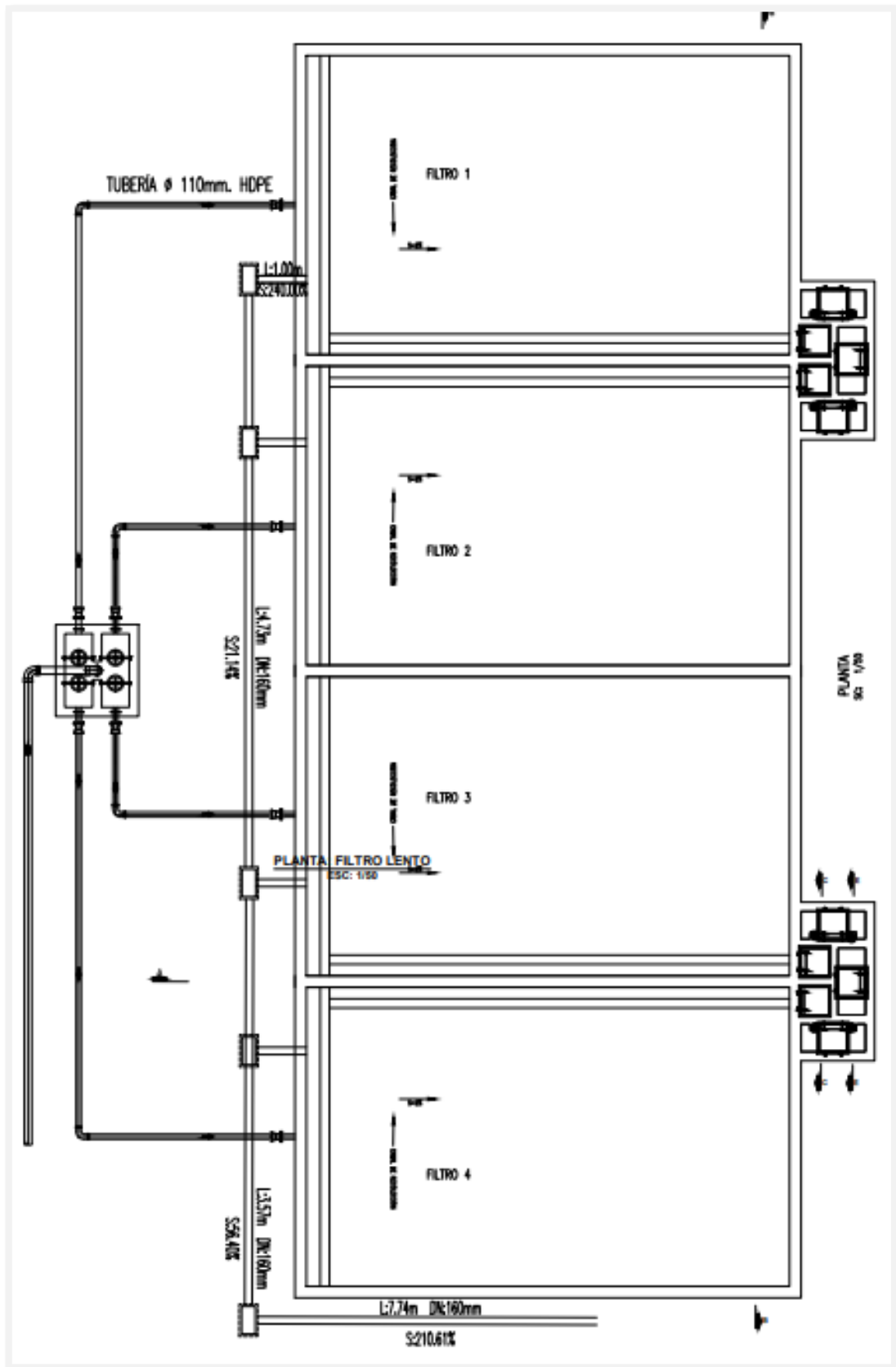
El líquido purificado se recolecta por la parte abajo y pasa hacia un canal central de recolección, donde se acumula hasta alcanzar el nivel del vertedero de salida y pasar por rebose hacia la última caja del cual será conducida hacia una caja de reunión para su cloración y posteriormente conducido hacia el reservorio de 60, 94 y 68 m<sup>3</sup> de capacidad.

**Gráfico 01:**  
Plano clave



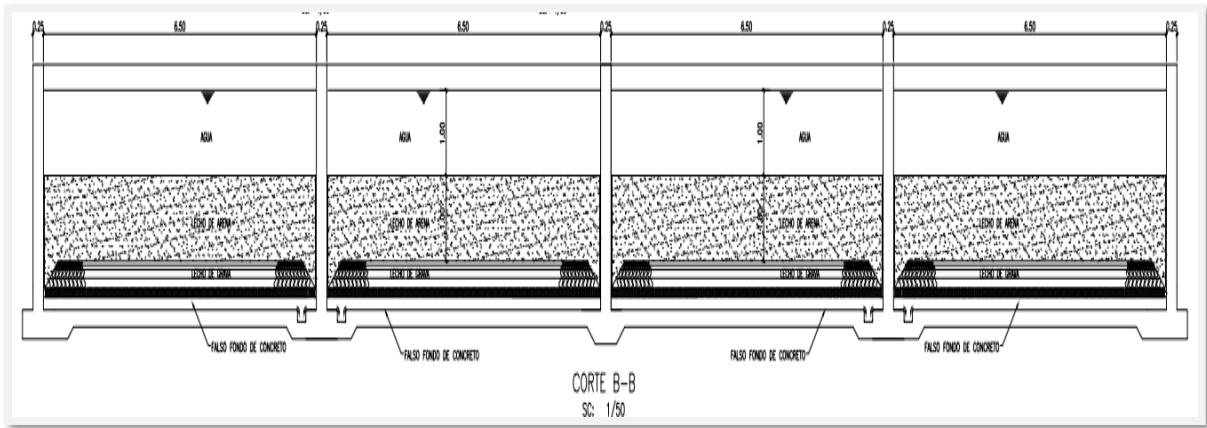
Fuente: expediente técnico

**Gráfico 02:**  
Características de las 04 unidades de filtros lentos de arena



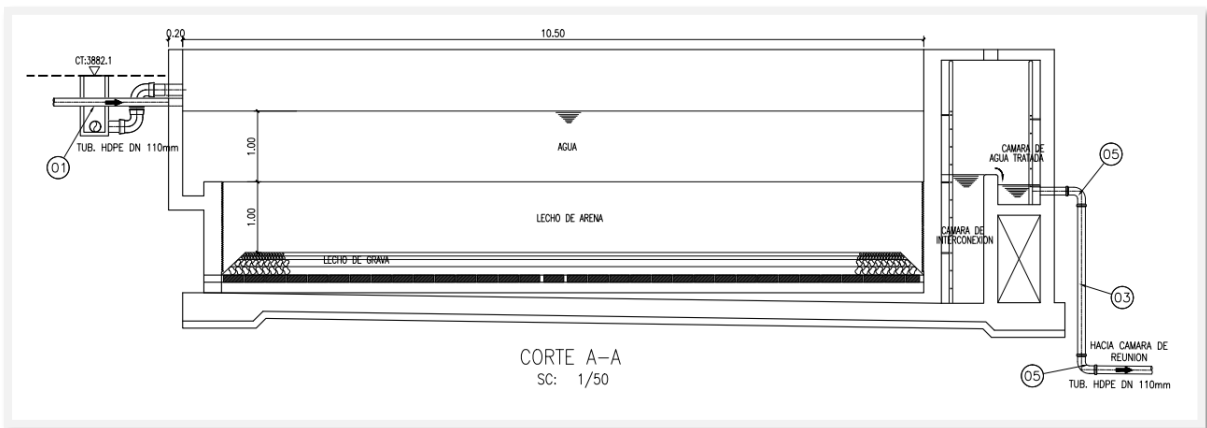
Fuente: expediente técnico

**Gráfico 03:**  
Característica de la estructura de los filtros de arena lentos en corte



Fuente: expediente técnico

**Gráfico 04:**  
Característica de la estructura de los filtros de arena lentos en corte



Fuente: expediente técnico

### 3.1.4 Equipos utilizados

En el siguiente trabajo de suficiencia profesional es de menester contar con materiales que a continuación se detalla:

**Tabla 11**

Equipos utilizados

<b>Equipo utilizado</b>	<b>Representación teórica</b>
Laptop portátil	Es una herramienta que nos permitirá realizar el procesamiento de información, para luego desarrollar de una manera adecuada el trabajo de suficiencia profesional.
Camioneta rural	Automóvil menor que el camión, empleado para el transporte; con ello nos transportaremos hacia la zona de captación del agua para recoger datos que son necesarios para el desarrollo del presente trabajo.
Hoja de cálculo Excel	Las plantillas de Microsoft Excel son plantillas prediseñadas que contienen en su hoja varios elementos gráficos, funciones, esquemas o estructuras. Dicha plantilla ayudará al usuario a no preocuparse por el diseño, consiguiendo centrarse exclusivamente en introducir contenido. En este caso las plantillas de Excel nos ayudarán para hacer los cálculos necesarios.
Cámara fotográfica	Equipos fotográficos de alta gama que permite realizar las mejores capturas con un equipo que se adapta a las necesidades en cuanto a la fotografía.
Impresora multifuncional	Equipo que incorpora las funciones de: una impresora, un escáner, copiadora y en algunos modelos puede inclusive tener la función de fax, tarjeta de memoria, disco duro y otros.

Fuente: elaboración propia

### **3.1.5 Conceptos Básicos para el Diseño del Piloto**

#### **Norma OS 020**

La norma OS 020 establece requisitos estrictos para comunidades de más de 2.000 habitantes, donde se deben implementar planes de drenaje y manejo de aguas destinadas al consumo humano.

#### **Filtros lentos de arena**

Un sistema de filtro lento de arena es un sistema que se utiliza específicamente para eliminar la turbidez del agua, siempre que se trate de indicadores medios (10-20 unidades de turbidez del nefelómetro), pero si se diseña y mantiene adecuadamente puede calificarse como un sistema de desinfección de agua. Del mismo modo, la filtración lenta en arena (FLA) consiste en una serie de procesos físicos y biológicos que destruyen los microorganismos patógenos que coexisten en aguas no aptas para el consumo humano. Gracias a esta función, puede considerarse una tecnología



limpia que limpia el agua sin crear una fuente adicional de contaminación para el medio ambiente y el consumidor. (Arboleda, 2000).

### **Caudal de agua**

El caudal o caudal de agua se refiere a la cantidad o volumen de agua que pasa por un pozo, canal o sección transversal de un canal de riego durante un tiempo determinado, se mide en metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s), también se puede expresar en litros por segundo, por minuto, etc.

### **Factores fisicoquímicos**

La calidad del agua está determinada por la presencia y cantidad de impurezas, factores físico-químicos como el pH y la conductividad, la cantidad de sales y la presencia de fertilizantes.

### **Factores microbiológicos**

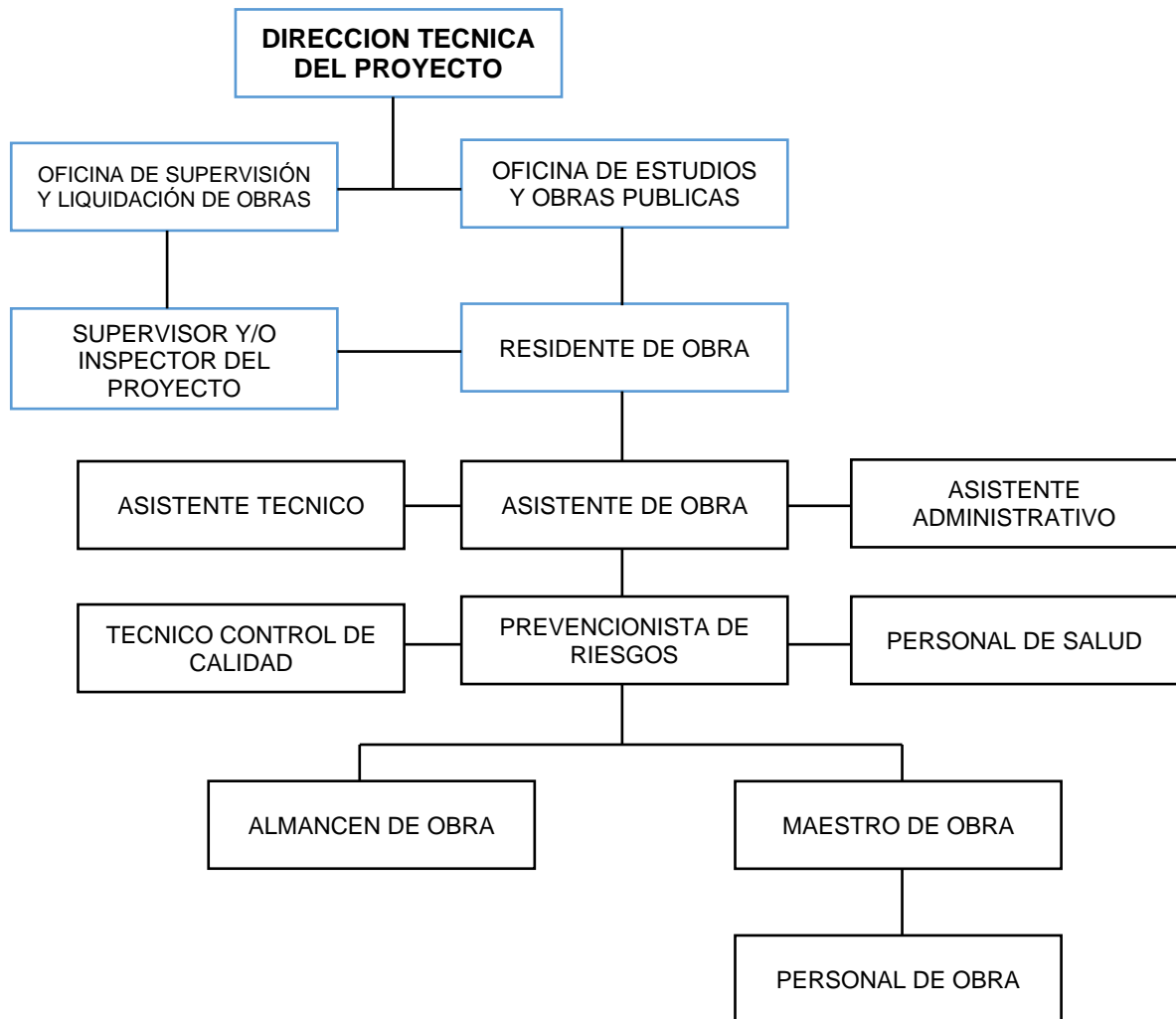
Hay muchos microorganismos diferentes en el agua, que más o menos afectan la calidad higiénica del agua, además de la flora normal que se encuentra en todos los cuerpos de agua (por ejemplo, Bacillus, Pseudomonas, etc.), puede haber otros microorganismos algunos de los cuales son patógenos para humanos y/u otros animales. Una de las principales fuentes de contaminación son las aguas residuales que contienen heces, que pueden actuar como medio de propagación de patógenos.

### **Dotación habitante**

La dotación de población se define como la cantidad de agua asignada a cada habitante y representa el consumo de todos los servicios prestados en un año promedio, teniendo en cuenta las pérdidas. Expresado en litros/día residente.

#### **3.1.6 Estructura**

**Figura 01**  
Estructura del Personal del Proyecto.



### 3.1.7 Elementos y funciones

#### a) Residente de obra

Según Decreto Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado. En su artículo 179 dice:

- 179.1. Durante la ejecución de las obras, el contratista, previo consentimiento de la entidad, deberá, según la naturaleza de las obras, realizar la contratación de los servicios de un profesional para el permanente y continuo como residente de las obras, que podrá ser ingeniero o arquitecto, profesional colegiado al menos con

dos años de experiencia en el campo, dependiendo del tipo, tamaño y complejidad de la obra.

- 179.2. El residente, por su sola designación, representa al contratista como director técnico de la obra y no está autorizado para acordar modificaciones al contrato.
- 179.3. Un residente que trabaja no puede prestar servicios en más de un lugar de trabajo al mismo tiempo, a menos que se indique lo contrario en el número a continuación.
- 179.4. En el caso de una solicitud de paquete, la participación permanente, directa y exclusiva del residente se define en los documentos del procedimiento de selección del responsable, teniendo en cuenta la complejidad y volumen de las obras a ejecutar.

#### **b) Inspector o supervisor de obra**

De acuerdo al reglamento de la ley de Contrataciones del estado Ley N° 30225; dice en el artículo 186 sobre el inspector o supervisor de obra:

- 186.1. Durante la ejecución de la obra, si es necesario, está presente de forma continua y directa un inspector o un supervisor. Queda prohibida la aparición de ambos en una misma obra. Un inspector es un profesional, funcionario o funcionario designado especialmente por la entidad, mientras que un supervisor es una persona natural o jurídica especialmente contratada para tal fin. Si es una persona jurídica, designa a una persona física como supervisor permanente de la obra.
- 186.2. El perfil aprobado para el inspector o supervisor en la invitación de trámite corresponde al menos a la experiencia y calificaciones profesionales aprobadas para el residente de la obra. La contratación de un supervisor es obligatoria si el

costo del a realizar es igual o superior al monto estipulado en la ley de presupuesto del sector público para cada ejercicio fiscal.

- 186.3. El supervisor, si es una persona natural, o el supervisor, si el supervisor es una persona jurídica, no puede prestar servicios en más de un lugar de trabajo al mismo tiempo, salvo que se indique lo contrario en el número siguiente.
- 186.4. En el caso de invitaciones en paquete, la participación permanente, directa y exclusiva del inspector o supervisor se define en los documentos del procedimiento de selección del responsable, teniendo en cuenta la complejidad y alcance de la obra a ejecutar.

### **c) Asistente técnico**

El auxiliar técnico de obra es el responsable del perfecto funcionamiento de las obras o proyectos, además de redactar los informes correspondientes, realizando tareas auxiliares como archivo de obras, planificación y coordinación de actividades. Sus tareas son: ayudar al residente del campo de la construcción en la realización de trabajos, realizar trabajos de acuerdo con las especificaciones técnicas, preparar documentos técnicos y otros documentos, verificar el progreso diariamente y semanalmente.

### **d) Asistente administrativo**

Un auxiliar administrativo es un profesional cuya tarea es planificar, gestionar o coordinar todo lo relacionado con la gestión de la oficina, donde realiza las tareas de atención al público, redacción, recepción de documentos, etc.

### **3.1.8 Planificación del proyecto**

Para el proceso y análisis del presente trabajo de suficiencia profesional se proyectó y se estableció las actividades de la siguiente manera y se elaboró una programación,

manejando un cronograma donde se dirigió los tiempos necesarios para el desarrollo del trabajo.

**Tabla 12**

Cronograma de actividades para la elaboración del trabajo de suficiencia

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES/ACCIONES	semana 01					semana 02								
	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S
<b>I DOCUMENTACION</b>														
Análisis de estudios básicos de ingeniería														
Primera verificación, recolección y organización de información para la redacción del trabajo de suficiencia profesional.														
<b>II EVALUACION IN SITU</b>														
Visita al lugar de captación del agua cruda y lugar de la ubicación del PTAP.														
<b>III ANALISIS Y DESARROLLO DE LA INFORMACION</b>														
Revisión de la norma OS 020 plantas de tratamiento de agua para consumo humano														
Análisis de la oferta hídrica del río Huchuyhuancani														
Análisis del caudal del agua														
Verificación de la dotación habitante del agua para el diseño del filtro lento de arena														
Formulación de la matriz de problemas y objetivos														
<b>IV PRIMERA REVISION</b>														
Redacción de matriz de trabajo de suficiencia profesional														
Redacción del trabajo de suficiencia profesional hasta el capítulo II														
<b>V REDACCION FINAL</b>														
Elaboración y presentación del trabajo de suficiencia profesional para su revisión														

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.9 Servicios y Aplicaciones

#### a) Analizar la influencia de la oferta hídrica

La oferta del proyecta será por las precipitaciones. El cálculo del aforo se hizo en noviembre del 2016, obteniéndose los siguientes resultados.

La estructura de captación proyectada, se encuentra en UTM/WGS-84/18S Este (x): 682414.16, y Norte (y): 8464036.15 a un trayecto próxima de 27+197 km. de la población del centro poblado Huancabamba.

#### cálculo de aforo del río Huchuyhuancani

#### cálculo de la velocidad

**datos:**

Distancia de viaje del flotador = 1.80 m

**Tabla 13**

Tiempo de viaje de flotador

N° prueba	Tiempo (seg)
1	2.73
2	2.63
3	2.90
4	2.30
<b>Tiempo promedio</b>	<b>2.64</b>

Fuente: expediente técnico

**Velocidad (m/seg)**

$$v = \frac{d}{t}$$

**En el que:**

V = velocidad

d = distancia

t = tiempo

$$v = \frac{1.80 \text{ m}}{2.64 \text{ seg}}$$

$$v = 0.68 \text{ m/seg}$$

**Cálculo de la sección****Tabla 14**

Tiempo de viaje de flotador sección aguas arriba

<b>Sección aguas arriba</b>		
<b>Ancho de la sección (m) = 1.1</b>		
<b>Distancia (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
0.05	0.05	0.0025
0.20	0.09	0.01
0.40	0.12	0.02
0.80	0.08	0.04
1.00	0.05	0.01
1.10	0.05	0.01
<b>Área total</b>		<b>0.09</b>

Fuente: expediente técnico

**Tabla 15**

Tiempo de viaje de flotador sección aguas abajo

Sección aguas abajo		
Ancho de la sección (m) = 1.2		
Distancia (m)	Profundidad (m)	Área (m <sup>2</sup> )
0.00	0.05	0.00
0.20	0.10	0.02
0.40	0.12	0.02
0.80	0.10	0.04
1.00	0.08	0.02
1.20	0.05	0.01
<b>Área total</b>		<b>0.11</b>

Fuente: expediente técnico

**En donde:**Área promedio (m<sup>2</sup>) = 0.10

Por tanto, mediante la siguiente expresión se tiene los siguientes resultados

$$Q = V * A$$

Q = caudal

V = velocidad

A = área

cálculo de caudal (lt/seg) = 69.55

caudal (lt/seg) con factor de corrección 0.5 = 55.64

**Tabla 16**

Factor de corrección

Tipo de canal o río	Factor K
Canal revestido en concreto, profundidad del agua > 15 cm.	0.8
Canal de tierra, profundidad del agua > 15 cm	0.7
Río o riachuelo, profundidad del agua > 15 cm.	0.5
Ríos o canales de tierra, profundidad del agua < 15 cm	0.25 – 0.5

Fuente: hidrología ambiental 4º informe: métodos de estimación de caudales

Por ende, de acuerdo a los cálculos realizados se llega a concluir que el caudal aforo realizado por el método flotador el caudal aforado en época de estiaje (noviembre 2016) es de aproximadamente de 55.64 l/s, aplicando factor de corrección. Y un área de cuenca de 3.54 km<sup>2</sup>.

**Foto N° 01**

Medición del ancho de la sección, profundidad y distancia del río



Fuente: expediente técnico

**b) cálculo de la influencia de dotación habitante del agua**

Para el cálculo de la influencia de dotación habitante se analiza la distribución de la demanda de consumo de agua en diferentes regiones en función de los factores que influyen, y la organización de los fondos se basa en diferentes condiciones climáticas y diferentes regiones del país.



## Análisis de la dotación habitante mediante el RNE

**Tabla 17**

Dotación habitante según clima y población

DOTACION POR CLIMA lt/hab./día			
Población	Frío	Templado	Cálido
Desde 2000 hab. hasta 10000 hab.	120	150	150
Desde 10000 hab. hasta 50000 hab.	150	200	200
A más de 50000 hab.	200	250	250

Fuente: RNE

**Tabla 18**

Dotación de agua por uso

Descripción	Lt/hab/día	%
Preparativo de subsistencias	12.50	12.50
Limpieza de menajes de cocina	15.50	12.50
Bebidas	5.00	5.00
Aseo personal	25.00	25.00
Lavado de ropaje	25.00	25.00
Retrete	20.00	20.00
Demás usos	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: reglamento nacional de edificaciones

**Tabla 19**

Consumo de instituciones en la localidad de Huancabamba

N° de instituciones	instituciones	Consumo según m3/mes	Consumo en lit/s.	Consumo total de agua lit/s.
2.00	comercial	30.00	0.0116	0.02
7.00	Estatad	100.00	0.0386	0.27
3.00	Industrial	100.00	0.0386	0.12
12.00		<b>Consumo total</b>		<b>0.409</b>

Fuente: reglamento de la calidad del agua para uso humano

Para proveer a la población de agua razonable, es inevitable que cada parte del sistema compense las necesidades reales de la comunidad beneficiaria; cada estructura está diseñada para que los indicadores de consumo y sus fluctuaciones no destruyan todo el sistema, en el que no es posible un suministro de agua continuo y de alta calidad.

### c) Análisis de la influencia del caudal de diseño

#### Cálculo de tasa de crecimiento poblacional

**Tabla 20**  
tasa de crecimiento poblacional

Población distrital	Año del censo	población	Tasa de crecimiento "r" %
Distrito Andahuaylas	1993	25922	
Distrito Andahuaylas	2007	37260	2.63%
			102.63%

Fuente: INEI – IX censo de población y IV de vivienda 1993 Y 2007

**Tabla 21**  
Cálculo de la población año 2016

LOCALIDAD	TASA DE CRECIMIENTO		POBLACION 2007	POBLACION AL 2016 CALCULADO
	n (años)	TC (%)		
Huancabamba	14	2.63	1894	2722
<b>Total (Habt.)</b>			<b>1894</b>	<b>2722</b>

Fuente: INEI censos nacionales 1993 y 2007

**Tabla 22**  
Población asumida al 2016 y N° de conexiones existentes y proyectados

LOCALIDAD Huancabamba (barrios)	Pob. Al 2016 (asumido)	N° de conexiones al 2016	N° de conexión proyectado
Centro Huancabamba	821	268	298
Santa Anita	316	75	94
Huancasvilcas	695	42	104
Rayanniyocc	266	19	93
Ayaviri	690	27	134
Cruz pampa	765	78	155
<b>Total (Habt.)</b>	<b>3553</b>	<b>508</b>	<b>878</b>

Fuente: padrón de beneficiarios del 2016

## Proyección de la población objetivo en la zona de influencia

### Ecuaciones para el cálculo poblacional

**Método aritmético:** proyección de población futura – Huancabamba

#### Tasa de crecimiento

$$r = \frac{P_{i+1} - P_i}{t_{i+1} - t_1}$$

#### Población futura

$$P = P_0 + r * (t - t_0)$$

#### En el cual:

P= población futura

Po = poblado naciente del año base

r = tasa media de crecimiento según el INEI

t = tiempo en años

\*La tasa de crecimiento con el que se trabajará será 2.63%, esto según INEI del distrito de Andahuaylas.

**Datos:**

Pf = ?

Pi = 3,553 hab. Población al año 2016 (año base, población inicial)

r = 2.63 %

t = 20 años

Reemplazando se tiene:

$$P = P_0 + r * (t - t_0)$$

$$P = 3553 + 2.63 * (20 - 1)$$

$$P = 3606 \text{ hab.}$$

Entonces, al año 2036 se tendrá una población de 3606 hab. Esto, según el cálculo realizado mediante el método aritmético. A continuación, se tiene los habitantes calculados para cada año tomando como punto de inicio el año 2007 y como año base al año 2016; donde, la población asumida es según el padrón de beneficiarios de la localidad de Huancabamba.

**Tabla 23**  
Proyección de población futura – Huancabamba

<b>Año</b>	<b>Proy. INEI hab/año</b>
2007	1894 hab.
2008	1897 hab.
2009	1899 hab.
2010	1902 hab.
2011	1905 hab.
2012	1907 hab.
2013	1910 hab.
2014	1912 hab.
2015	1915 hab.
2016	3553 hab.
2017	3556 hab.
2018	3558 hab.
2019	3561 hab.
2020	3564 hab.
2021	3566 hab.
2022	3569 hab.
2023	3571 hab.
2024	3574 hab.
2025	3577 hab.
2026	3579 hab.
2027	3582 hab.
2028	3585 hab.
2029	3587 hab.
2030	3590 hab.
2031	3592 hab.
2032	3595 hab.
2033	3598 hab.
2034	3600 hab.
2035	3603 hab.
2036	3606 hab.

Fuente: INEI CPV – 2007

El año y población de diseño calculado mediante el método aritmético viene a ser:  
3606 habitantes al año 2036.

**Método geométrico:** proyección de población futura – Huancabamba

**tasa de crecimiento**

$$r = \left( \sqrt[t_{1+1}-t_i]{\frac{p_{i+1}}{p_i}} - 1 \right) * 100$$

**Población futura**

$$Pf = p_o(1 + r)^{(t-t_o)}$$

**En el que:**

Pf = población futura

Po = población preliminar del año base

r = tasa media de crecimiento por el INEI

t = tiempo en años

\*La tasa de crecimiento con el que se trabajará será 2.63%, esto según INEI del distrito de Andahuaylas.

**Datos:**

Pf = ?

Pi = 3,553 hab. Población al año 2016 (año base, población inicial)

r = 2.63 %

t = 20 años

reemplazando se tiene:

$$Pf = p_o(1 + r)^{(t-t_o)}$$

$$Pf = 3553 * (1 + 2.63)^{(20-1)}$$

$$Pf = 5966 \text{ hab.}$$

Entonces, al año 2036 se tendrá una población de 5966 hab. Esto, según el cálculo realizado mediante el método geométrico. A continuación, se tiene los habitantes calculados para cada año tomando como punto de inicio el año 2007 y como año base al año 2016; donde, la población asumida es según el padrón de beneficiarios de la localidad de Huancabamba.

**Tabla 24**

Proyección de población futura – Huancabamba

<b>Año</b>	<b>Proy. INEI hab/año</b>
2007	1894 hab.
2008	1944 hab.
2009	1995 hab.
2010	2047 hab.
2011	2101 hab.
2012	2156 hab.
2013	2213 hab.
2014	2271 hab.
2015	2330 hab.
2016	3553 hab.
2017	3646 hab.
2018	3742 hab.
2019	3840 hab.
2020	3941 hab.
2021	4045 hab.
2022	4151 hab.
2023	4260 hab.
2024	4372 hab.
2025	4486 hab.
2026	4604 hab.
2027	4725 hab.
2028	4849 hab.
2029	4976 hab.
2030	5107 hab.
2031	5241 hab.
2032	5379 hab.
2033	5520 hab.
2034	5665 hab.
2035	5814 hab.
2036	5966 hab.

Fuente: INEI CPV – 2007

El año y población de diseño obtenido es: 5966 habitantes al año 2036.

Habiendo realizado los cálculos correspondientes de población futura tanto por el método aritmético y geométrico, se trabajará con el resultado obtenido por el método geométrico del cual se tiene los resultados:

**Tabla 25**

Resultados obtenidos del cálculo de población futura

<b>Descripción</b>	<b>Datos obtenidos</b>
Población total al año 2016	3553 habitantes
Tiempo inicial (to)	2016
Tiempo futuro (t)	2036
Tasa de crecimiento (r)	2.36 %
<b>Población futura al 2036 (pf)</b>	<b>5966 habitantes</b>

Fuente: elaboración propia

## Determinación de los caudales de diseño

### Consumo medio diario anual (Qm)

Cuando se habla del consumo promedio diario del año, se define como el impacto de la evaluación del gasto para un residente del período de planificación futuro, se determina en lt/s. Según las tablas de la normativa nacional de edificación, la dotación del proyecto es de 100 litros/habitante/día.

$$Q_m = \frac{(P_f \times d)}{86400 \text{ s/día}}$$

**En donde:**

Qm = caudal medio

Pf = población futura (hab.)

D = dotación

**Datos:**

Qm = ?

Pf = 5966 habitantes

D = 100 lt./hab./día

Reemplazando se tiene:

$$Q_m = \frac{(P_f * d)}{86400 \text{ s/día}}$$

$$Q_m = \frac{(5966 * 100)}{86400 \text{ s/día}}$$

$$Q_m = 7.314 \text{ lt/Sg}$$

$$Q_m = 0.00734 \text{ m}^3/\text{Sg}$$

**Consumo máximo diario (Qmd) y consumo máximo horario (Qmh)**

**Tabla 26**

Coeficientes k1, k2, k3

Coeficientes más usuales			
k1 (110% - 150%)	=	130.00 %	factor para hallar Qmd
k2 (180% - 250%)	=	200.00 %	factor para hallar Qmh
k3 (20% - 30%)	=	20.00 %	factor para hallar Volumen del Reservorio

Fuente: norma OS.030 acumulación de agua para uso humano

### **Consumo máximo diario**

Se dice consumo diario, al día de máximo gasto de acuerdo a un orden de lista examinados a lo largo de todo el transcurso del año. Para establecer el mencionado Qmd. requiere los registros de consumo o se determinar mediante la expresión siguiente:

$$Q_{md} = Q_m * K1$$

#### **En el cual:**

$$Q_m = 7.31 \text{ lt/Sg}$$

$$K1 = 130.00 \%$$

#### **Reemplazando se tiene:**

$$Q_{md} = Q_m * K1$$

$$Q_{md} = 7.314 * 130 \%$$

$$Q_{md} = 7.314 * 1.3$$

$$Q_{md} = 9.51 \text{ lt/Sg}$$

$$Q_{md} = 0.0095 \text{ m}^3/\text{Sg}$$

### **Consumo máximo horario**

El consumo horario máximo se define como la hora de consumo máximo en un día de horas punta. Y esta información se obtiene a partir de los datos horarios de un año o sustituyendo la siguiente expresión:

$$Q_{mh} = Q_m * K2$$

#### **En donde:**

$$Q_m = 7.31 \text{ lt/Sg}$$

$$K1 = 200.00 \%$$

#### **Reemplazando se tiene:**

$$Q_{mh} = Q_m * K2$$



$$Q_{mh} = 7.31 * 200 \%$$

$$Q_{mh} = 7.31 * 2$$

$$Q_{mh} = 14.6287 \text{ lt/Sg}$$

$$Q_{mh} = 0.0146 \text{ m}^3/\text{Sg}$$

Por tanto, según los cálculos realizados se llegó a los siguientes resultados:

- De acuerdo a los análisis realizados por la línea de conducción se transportará un  $Q_{md} = 9.51 \text{ lt/Sg}$
- Mientras por la línea de distribución principal se transportará un  $Q_{mh} = 14.63 \text{ lt/Sg}$

### **Dimensionamiento de filtros lentos**

#### **Datos:**

Dato inicial  $Q_{md} (1) = 9.51 \text{ lt/Sg}$

Caudal de diseño =  $34.236 \text{ m}^3/\text{h}$

Nº de unidades = 4 adi.

Velocidad =  $0.13 \text{ m/h}$

$$A_s = \frac{Q}{N * V_i}$$

$$A_s = \frac{34.236}{4 * 0.13}$$

$$A_s = 65.84$$

$$A_{st} = 263.35$$

#### **Coefficiente de mínimo costo (adi)**

$$k = \frac{2N}{N + 1}$$

$$k = \frac{2(4)}{4 + 1}$$

$$k = 1.60$$

#### **Largo de cada unidad (m)**

$$B = \sqrt{As * K}$$

$$B = \sqrt{65.84 * 1.60}$$

$$B = 10.26$$

Para el diseño se asumirá 10.50 m de largo

#### **Ancho de cada unidad (m)**

$$A = \sqrt{\frac{As}{K}}$$

$$A = \sqrt{\frac{65.84}{1.60}}$$

$$A = 6.41$$

Para el diseño se asumirá 6.50 m de ancho.

Por lo tanto, las dimensiones a utilizar serán: largo 10.50 m, ancho 6.50 m y una altura de 2.87 m

De los cálculos realizados se tiene los siguientes resultados: caudal aforo realizado por el método flotador el caudal aforado en época de estiaje (noviembre 2016) es de aproximadamente de 55.64 lt/seg, aplicando factor de corrección, población al 2016 = 3,553 habitantes, tasa de crecimiento (% anual) = 2.63%, periodo de diseño en años = 20 años, población futura = 5,966 habitantes, dotación = 100 litros/habitante/día, consumo promedio anual = 7.314 litros/segundo., consumo máximo diario = 9.51 litros/segundo., consumo máximo horario = 14.63 litros/segundo.

## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **4.1 Tipo y diseño de Investigación**

El presente trabajo de suficiencia profesional según el tipo de investigación viene a ser una investigación básica ya que, se basa en la obtención de nuevos conocimientos acerca de fenómenos y hechos observables sin darle ninguna aplicación.

Del mismo modo, según su diseño de investigación es una investigación no experimental, porque no requiere la modificación de las variables.

#### **4.2 Método de Investigación**

El método de investigación del presente informe viene a ser un método deductivo; puesto que, utiliza el razonamiento y expone la realidad partiendo de leyes o teorías generales.

#### **4.3 Población y Muestra**

En fin, en el presente trabajo de suficiencia profesional la población viene a ser sistema de agua potable, alcantarillado e instalación de planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Huancabamba del distrito de José María Arguedas; y mientras la muestra corresponde a los filtros lentos de arena del sistema de tratamiento de agua potable.

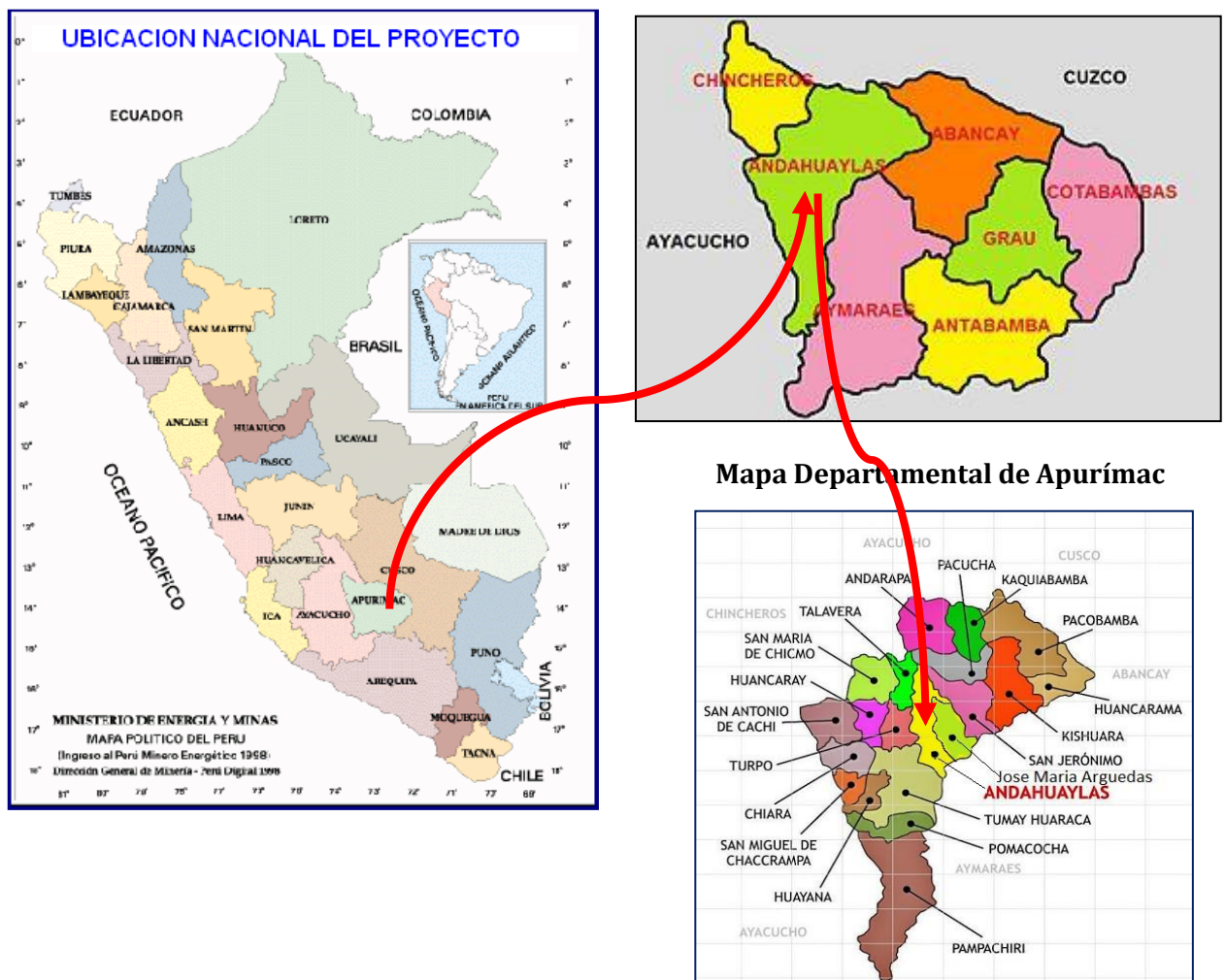
## 4.4 Lugar de Estudio

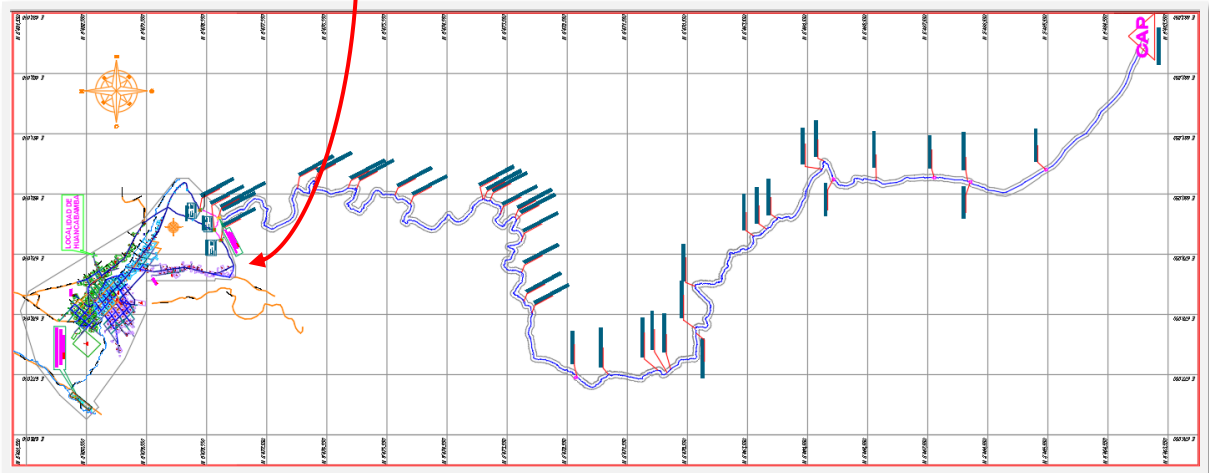
### Ubicación.

El presente proyecto con el que se trabaja se ubica en:

Región : Apurímac  
Departamento : Apurímac  
Provincia : Andahuaylas  
Distrito : José María Arguedas

**Gráfico 05**  
Área de intervención





## 4.5 Técnica e Instrumentos para la recolección de la información

### a) Técnicas

Las técnicas manejadas en este trabajo de suficiencia profesional es la observación y el análisis de contenido.

### b) Instrumentos

En cuanto a análisis de contenido se tiene: Cuadro de registro y clasificación de las categorías y en la observación se tiene; Estructurada; Lista de cotejo, ficha de observación, escala de estimación.

#### 4.6 Análisis y Procesamiento de datos

##### MATRIZ DE CONSISTENCIA – PROYECTO TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL “Análisis de la norma OS 020 en el diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas, Apurímac 2022”

PROBLEMA	OBJETIVOS	METODOLOGÍA
<p><b>1. PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>a) ¿Cómo la norma OS 020 influirá en el diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas, Apurímac 2022?</p>	<p><b>1. OBEJETIVO GENERAL</b></p> <p>a) Analizar como la norma OS 020 influirá en el diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas, Apurímac 2022.</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b> Básica; No experimental</p> <p><b>Diseño de la Investigación</b> Correlacional - Transversal</p> <p><b>Ámbito de Estudio</b> - Distrito de José María Arguedas</p>
<p><b>2. PROBLEMA ESPECIFICAS</b></p> <p>a) ¿Cómo la oferta hídrica influirá en el diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas, Apurímac 2022?</p> <p>b) ¿Cómo la dotación habitante del agua influirá en el dimensionamiento del diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas, Apurímac 2022?</p> <p>c) ¿Cómo el caudal de diseño del agua influirá en el diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas, Apurímac 2022?</p>	<p><b>2. OBJETIVOS ESPECIFICOS</b></p> <p>a). Analizar cómo la oferta hídrica influirá en el diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas, Apurímac 2022.</p> <p>b) Analizar cómo la dotación habitante del agua influirá en el dimensionamiento del diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas, Apurímac 2022.</p> <p>c) Analizar cómo el caudal de diseño del agua influirá en el diseño de filtros lentos de arena para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de José María Arguedas, Apurímac 2022.</p>	<p><b>Población</b> - sistema de agua potable, alcantarillado e instalación de planta de tratamiento de aguas residuales</p> <p><b>Muestra</b> - filtros lentos de arena del sistema de tratamiento de agua potable.</p> <p><b>Técnicas de recolección de datos</b> - observación y el análisis de contenido</p> <p><b>Instrumentos</b> Observación: Estructurada; Lista de cotejo, ficha de observación, escala de estimación. Análisis de contenido: Cuadro de registro y clasificación de las categorías</p>

Fuente: elaboración propia

# CAPÍTULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

En este trabajo de suficiencia profesional se llegó a las siguientes conclusiones.

#### **Sobre el objetivo general**

Se llega a la conclusión que la norma OS 020 plantas de tratamiento de agua potable; analizando desde la calidad de agua, donde la turbiedad es menor que 50 UNT; el cual cumple con la norma OS 020 y así proseguir con los dimensionamientos correspondientes. Del mismo modo, el caudal aforo realizado por el método flotador se tiene que el caudal aforado en época de estiaje (noviembre 2016) es de aproximadamente de 55.64 lt/seg, aplicando factor de corrección, población al 2016 = 3,553 habitantes, tasa de crecimiento (% anual) = 2.63%, del mismo modo el periodo de diseño (años) es de = 20 años, población futura calculado viene a ser = 5,966 habitantes, dotación determinado es de = 100 lt/hab./dia, el consumo promedio anual = 7.314 litros/segundo., consumo máximo diario = 9.51 litros/segundo., consumo máximo horario = 14.63 litros/segundo.

#### **Sobre los objetivos específicos**

- a) Para la determinación de la oferta hídrica, se analizó el aforo del agua en el río Huchuyhuancani, donde, de acuerdo a los cálculos realizados se llega a concluir que el caudal aforo realizado por el método flotador el caudal aforado en época de estiaje (noviembre 2016) es de aproximadamente de 55.64 l/s, aplicando factor de corrección.
- b) Sobre la dotación habitante del agua, se analizó la dotación habitante del reglamento nacional de edificaciones donde se toma como dotación = 100 lt/hab./dia, el cual, se enmarca a la sierra peruana.

c) Sobre el caudal de diseño, se analizó el cálculo de tasa de crecimiento poblacional, donde se trabajó con 2.63%, el año y población de diseño calculado mediante el método aritmético viene a ser: 3606 habitantes al año 2036, de la misma forma al año 2036 se tendrá una población de 5966 hab. esto, según el cálculo realizado mediante el método geométrico. Como año base considerado es el año 2016; donde, la población asumida es según el padrón de beneficiarios de la localidad de Huancabamba.

Por otro lado, se analizó la determinación de los caudales de diseño llegando a los siguientes resultados por la línea de conducción se transportará un  $Q_{md} = 9.51$  lt/Sg y por la línea de distribución principal se transportará un  $Q_{mh} = 14.63$  lt/Sg.

Y por último se analizó el dimensionamiento de los filtros lentos de arena, esto con los datos obtenidos por los cálculos realizados líneas arriba, donde las dimensiones a utilizar serán: largo 10.50 ml, ancho 6.50 ml y una altura de 2.87 ml.

## **5.2 Recomendaciones**

En el proceso del trabajo de suficiencia profesional se llegó a las siguientes Recomendaciones.

### **Sobre el objetivo general**

Que para temas de proyectos de planta de tratamiento de agua potable se debe realizar un estudio de calidad del agua cruda para poder realizar su respectivo sistema de potabilización dentro de los lineamientos de la norma OS 020.

### **Sobre los objetivos específicos**

a) para la determinación de la oferta hídrica donde en el presente trabajo se hizo el cálculo de aforo del agua mediante el método flotante, se debe realizar una inspección adecuada del lugar donde se va a desarrollar dicho estudio para una mejor recojo de datos.



- b)** Sobre la dotación habitante del agua, se recomienda trabajar si en caso no se cuenta con un registro de dotación de habitante con el reglamento nacional de edificaciones.
- c)** Sobre el caudal de diseño, se recomienda hacer los cálculos de población futura por el método geométrico, ya que, con relación al método aritmético estima una población mayor y ello nos ayuda a hacer los dimensionamientos más adecuados.

# CAPÍTULO VI

## GLOSARIO DE TÉRMINOS y REFERENCIAS

### 6.1 Glosario de Términos

**Afluente:** El agua que ingresa a una unidad de tratamiento o inicia una etapa o todo el proceso de tratamiento se denomina afluente.

**Agua potable:** Agua apta para el uso humano.

**Caja de filtro:** La estructura donde se ubican la capa de soporte y medios filtrantes, sistema de drenaje, sistema de recolección de agua de lavado, etc.

**Efluente:** El agua que sale del tanque completa el tratamiento o todo el proceso de limpieza.

**Filtración:** Es un proceso final que elimina sólidos o sustancias coloidales más finas del agua que no fueron eliminadas por procesos anteriores.

**Resedimentadores:** Un dispositivo de sedimentación natural (sin el uso de productos químicos) diseñado para eliminar partículas de más de 1  $\mu$ .

**Tratamiento de agua:** Todos los componentes objetables del agua se eliminan mediante métodos naturales o artificiales para lograr los objetivos definidos en las normas de calidad del agua doméstica.

**Turbiedad de origen coloidal:** Turbidez medida a partir de una muestra de agua después de 24 horas de sedimentación.

**Sedimentación:** El proceso de eliminación de partículas separadas bajo la influencia de la gravedad.

### 6.2 Libros

Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, aprobado mediante DS

N° 031/2010/SA, publicado el 26 de setiembre de 2010 – dirección general de salud ambiental DIGESA

Norma OS.020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano, aprobado por DS N° 011-2006-vivienda del 08/05/2006

Expediente Técnico: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO E INSTALACION DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA LOCALIDAD DE HUANCABAMBA DEL DISTRITO DE JOSE MARIA ARGUEDAS - ANDAHUAYLAS - APURIMAC"

Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano, Aprobado con, D.S. N° 031-2010-SA/ Ministerio de Salud

Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, aprobado con RD N° 20-2011-MTC/14

Reglamento Nacional de Edificaciones DS N° 011-2006-vivienda

Norma Técnica I.S. 010 instalaciones sanitarias para edificaciones

Reglamento Nacional de Construcciones del Perú (RNC- última edición)

### **6.3 Electrónica**

# CAPÍTULO VII

## ÍNDICES

### 7.1 Índices de Gráficos

<b>Gráfico 01:</b> Plano clave	21
<b>Gráfico 02:</b> Características de las 04 unidades de filtros lentos de arena	22
<b>Gráfico 03:</b> Característica de los filtros de arena lentos en corte	23
<b>Gráfico 04:</b> Característica de los filtros de arena lentos en corte	23
<b>Gráfico 05:</b> Área de intervención	44

### 7.2 Índice de Tablas

<b>Figura 01</b> Estructura del Personal del Proyecto.	26
--	----

### 7.3 Índice de Tablas

<b>Tabla 01:</b> Proyectos similares	11
<b>Tabla 02:</b> Normativa utilizada en el desarrollo del informe	15
<b>Tabla 03:</b> Factor de corrección	16
<b>Tabla 04:</b> Dotación por climas y número de habitantes	16
<b>Tabla 05:</b> Determinación de la dotación	16
<b>Tabla 06:</b> Consumo de instituciones en la localidad de Huancabamba	17
<b>Tabla 07:</b> tasa de crecimiento poblacional	17
<b>Tabla 08:</b> Cálculo de la población año 2016	17
<b>Tabla 09:</b> Población asumida al 2016 y N° de conexiones existentes	17
<b>Tabla 10:</b> Coeficientes k1, k2, k3	19
<b>Tabla 11:</b> Equipos utilizados	24
<b>Tabla 12:</b> Cronograma de actividades para la elaboración del TP	29

<b>Tabla 13:</b> Tiempo de viaje de flotador	30
<b>Tabla 14:</b> Tiempo de viaje de flotador sección aguas arriba	30
<b>Tabla 15:</b> Tiempo de viaje de flotador sección aguas abajo	31
<b>Tabla 16:</b> Factor de corrección	31
<b>Tabla 17:</b> Dotación por climas y número de habitantes	33
<b>Tabla 18:</b> Determinación de la dotación	33
<b>Tabla 19:</b> Consumo de instituciones en la localidad de Huancabamba	33
<b>Tabla 20:</b> tasa de crecimiento poblacional	34
<b>Tabla 21:</b> Cálculo de la población año 2016	34
<b>Tabla 22:</b> Población asumida al 2016 y N° de conexiones existentes y p.	34
<b>Tabla 23:</b> Proyección de población futura – Huancabamba	36
<b>Tabla 24:</b> Proyección de población futura – Huancabamba	38
<b>Tabla 25:</b> Resultados obtenidos del cálculo de población futura	38
<b>Tabla 26:</b> Coeficientes k1, k2, k3	39

#### **7.4 Índice de Fotos**

<b>Foto N° 01:</b> Medición del ancho de la sección, profundidad y distancia del río	32
--	----

#### **7.5 Índice de Direcciones Web**

#### **7.6 Índice de Elaboración Propia**

## **CAPÍTULO VIII**

### **ANEXOS**

**ANEXO 1 – Costo Total de la Investigación e Instalación del Proyecto Piloto.**

**ANEXO 2 – Diapositivas utilizadas en la sustentación**