



**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO  
MUNICIPAL DEL CANTÓN PALTAS**

“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA  
POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACOA Y LOS BARRIOS DE  
PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA,  
NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR,  
CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURON Y  
OPOLUCA”

**MEMORIA FORMATO SENPLADES**

***Lic. Jorge Luis Feijoó Valarezo***

**ALCALDE**

***Ing. Eduardo Fernando Carrión Coronel***

**CONSULTOR**

**PALTAS – ECUADOR**

**SEPTIEMBRE DE 2019**



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|        |                                                                                                                                |    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | DATOS INICIALES DEL PROYECTO .....                                                                                             | 4  |
| 1.1.   | NOMBRE DEL PROYECTO .....                                                                                                      | 4  |
| 1.2.   | ENTIDAD.....                                                                                                                   | 4  |
| 1.3.   | SECTOR SUBSECTOR Y TIPO DE INVERSIÓN .....                                                                                     | 4  |
| 1.4.   | PLAZO DE EJECUCIÓN.....                                                                                                        | 4  |
| 1.5.   | MONTO TOTAL .....                                                                                                              | 4  |
| 2.     | DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA.....                                                                                                    | 5  |
| 2.1.   | DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR, ÁREA O ZONA DE INTERVENCIÓN Y DE INFLUENCIA POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO..... | 5  |
| 2.1.1. | Localización.....                                                                                                              | 5  |
| 2.1.2. | Límites .....                                                                                                                  | 6  |
| 2.1.3. | Población .....                                                                                                                | 6  |
| 2.1.4. | Superficie y densidad poblacional.....                                                                                         | 9  |
| 2.1.5. | Educación .....                                                                                                                | 9  |
| 2.1.6. | Salud.....                                                                                                                     | 10 |
| 2.1.7. | Servicios básicos.....                                                                                                         | 11 |
| 2.1.8. | Vialidad .....                                                                                                                 | 12 |
| 2.1.9. | Características físicas, geográficas y ambientales .....                                                                       | 13 |
| 2.2.   | IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA .....                                                                   | 16 |
| 2.3.   | LÍNEA BASE DEL PROYECTO .....                                                                                                  | 20 |
| 2.3.1. | Superficie y densidad poblacional.....                                                                                         | 20 |
| 2.3.2. | Información socioeconómica.....                                                                                                | 20 |
| 2.3.3. | Actividades económicas.....                                                                                                    | 21 |
| 2.3.4. | Consumos, cobertura, calidad de servicio y tarifas del sistema actual de agua potable.....                                     | 22 |
| 2.3.5. | Situación sanitaria y hábitos higiénicos de la comunidad o del área de estudio.....                                            | 24 |
| 2.3.6. | Características físicas, geográficas y ambientales. ....                                                                       | 24 |
| 2.3.7. | Riesgos naturales.....                                                                                                         | 27 |
| 2.3.8. | Estudios geológicos.....                                                                                                       | 27 |
| 2.3.9. | Aspectos económicos y sociales.....                                                                                            | 28 |
| 2.4.   | ANÁLISIS DE OFERTA Y DEMANDA.....                                                                                              | 30 |
| 2.4.1. | Oferta.....                                                                                                                    | 30 |
| 2.4.2. | Demanda .....                                                                                                                  | 30 |
| 2.5.   | IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO .....                                                                | 31 |
| 2.6.   | UBICACIÓN GEOGRÁFICA E IMPACTO TERRITORIAL .....                                                                               | 31 |



|          |                                                                                                                     |                                      |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 3.       | MATRIZ DE MARCO LÓGICO.....                                                                                         | 31                                   |
| 3.1.     | OBJETIVOS.....                                                                                                      | 31                                   |
| 3.1.1.   | Objetivo general .....                                                                                              | 31                                   |
| 3.1.2.   | Objetivo específico .....                                                                                           | 32                                   |
| 3.2.     | INDICADORES DE RESULTADO.....                                                                                       | 32                                   |
| 3.3.     | MARCO LÓGICO.....                                                                                                   | 33                                   |
| 3.3.1.   | Anualización de las metas de los indicadores del propósito.....                                                     | 34                                   |
| 4.       | ANÁLISIS INTEGRAL .....                                                                                             | 35                                   |
| 4.1.     | VIABILIDAD TÉCNICA .....                                                                                            | 35                                   |
| 4.1.1.   | Descripción de la Ingeniería del Proyecto.....                                                                      | 36                                   |
| 4.1.1.1. | Parámetros de diseño para el sistema de agua potable.....                                                           | 38                                   |
| 4.1.1.2. | Diseño de los componentes del sistema de agua potable.....                                                          | 55                                   |
| 4.1.2.   | Especificaciones técnicas .....                                                                                     | 97                                   |
| 4.2.     | VIABILIDAD FINANCIERA FISCAL .....                                                                                  | 97                                   |
| 4.2.1.   | Metodología utilizada para el cálculo de la inversión total, costos de operación y mantenimiento e ingresos .....   | 97                                   |
| 4.2.2.   | Identificación y valoración de la inversión total, costos de operación y mantenimiento e ingresos .....             | 97                                   |
| 4.2.3.   | Flujo financiero fiscal .....                                                                                       | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 4.2.4.   | Indicadores financieros fiscales .....                                                                              | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 4.3.     | VIABILIDAD ECONÓMICA .....                                                                                          | <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b> |
| 4.3.1.   | Metodología utilizada para el cálculo de la inversión total, costos de operación y mantenimiento e ingresos .....   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 4.3.2.   | Identificación y valoración de la inversión total, costos de operación y mantenimiento, ingresos y beneficios ..... | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 4.3.3.   | Flujo económico .....                                                                                               | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 4.3.4.   | Indicadores económicos.....                                                                                         | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 4.4.     | VIABILIDAD AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD SOCIAL.....                                                                   | 124                                  |
| 4.4.1.   | Análisis de impacto ambiental.....                                                                                  | 124                                  |
| 4.4.2.   | Sostenibilidad social .....                                                                                         | 124                                  |
| 5.       | FINANCIAMIENTO Y PRESUPUESTO .....                                                                                  | 125                                  |
| 6.       | ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN.....                                                                                        | 125                                  |
| 6.1.     | ESTRUCTURA OPERATIVA .....                                                                                          | 125                                  |
| 6.2.     | ARREGLOS INSTITUCIONALES Y MODALIDAD DE EJECUCIÓN.....                                                              | 125                                  |
| 6.3.     | CRONOGRAMA VALORADO POR COMPONENTES Y ACTIVIDADES .....                                                             | 126                                  |
| 7.       | ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN.....                                                                         | 126                                  |
| 7.1.     | SEGUIMIENTO A LA EJECUCIÓN.....                                                                                     | 126                                  |
| 7.2.     | EVALUACIÓN DE RESULTADOS E IMPACTOS .....                                                                           | 127                                  |
| 7.3.     | ACTUALIZACIÓN DE LA LÍNEA BASE .....                                                                                | 127                                  |



“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACocha Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURÓN Y OPOLUCA”

## 1. DATOS INICIALES DEL PROYECTO

### 1.1. Nombre del Proyecto

“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACocha Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURÓN Y OPOLUCA”

### 1.2. Entidad

**Tabla 1. Entidad**

|                      |                                                              |
|----------------------|--------------------------------------------------------------|
| Entidad Ejecutora:   | Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Paltas          |
| Teléfono:            | 072683045                                                    |
| Dirección:           | Calles 25 de Junio e Independencia, frente al parque central |
| Persona Responsable: | Lic. Jorge Luis Feijoó Valarezo                              |
| Cargo:               | Alcalde del cantón Paltas                                    |
| email                |                                                              |

### 1.3. Sector Subsector y Tipo de Inversión

SECTOR 3: Saneamiento Ambiental

SUBSECTOR 3.1: Agua Potable

TIPO DE INTERVENCIÓN: Infraestructura

### 1.4. Plazo de Ejecución

El Plazo de ejecución es de: 24 meses calendario de acuerdo al cronograma establecido.

### 1.5. Monto total

| PRESUPUESTO REFERENCIAL |                                      |               |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------|
| ITEM                    | DESCRIPCIÓN                          | COSTO TOTAL   |
| 1                       | CONSTRUCCIÓN DE OBRA CIVIL           | 12'299.057,02 |
| 2                       | PLAN DE CONSERVACIÓN DE MICROCUENCAS | 545.474,02    |
| 3                       | PLAN DE MANEJO SOCIAL                | 35.459,00     |
|                         | SUBTOTAL                             | 12'879.990,04 |
| 4                       | FISCALIZACIÓN DE PROYECTO            | 797.235,74    |
|                         | COSTO TOTAL DEL PROYECTO             | 13'677.225,78 |



## 2. DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA

### 2.1. Descripción de la Situación Actual del Sector, Área o Zona de Intervención y de Influencia por el Desarrollo del Proyecto

#### 2.1.1. Localización

El área de estudio se encuentra ubicada en las parroquias Catacocha y Lourdes, en el cantón Paltas, provincia de Loja. Las parroquias tienen una extensión de 490 Km<sup>2</sup>, 12202 habitantes y una densidad poblacional de 24,9 Hab/Km<sup>2</sup> (Censo INEC, 2010).



Figura 1. Ubicación del cantón Paltas.

Elaborado por: Consultor. 2016

En la Tabla 2, se presenta la localización geográfica de los sitios que comprende el proyecto en sistema de referencia UTM, WGS 84, zona 17 Sur.



**Tabla 2.** Localidades a ser intervenidas con el Plan Maestro Regional de Agua Potable

| Nº | Localidad        | X      | Y       | Z    |
|----|------------------|--------|---------|------|
| 1  | PURITACA         | 659897 | 9560273 | 2058 |
| 2  | VELACRUZ         | 658169 | 9560137 | 1991 |
| 3  | SIGIRO           | 656460 | 9558838 | 1934 |
| 4  | LAS COCHAS       | 660069 | 9551647 | 1924 |
| 5  | AGUA RUSIA       | 655569 | 9557403 | 1841 |
| 6  | NARANJO PALTO    | 654511 | 9555239 | 2007 |
| 7  | EL PLACER        | 653640 | 9554072 | 1871 |
| 8  | LA SUPA          | 652808 | 9555351 | 1817 |
| 9  | SAN PEDRO MÁRTIR | 652317 | 9553913 | 1746 |
| 10 | CHAPANGO         | 651691 | 9553150 | 1740 |
| 11 | CATACocha        | 649889 | 9552188 | 1881 |
| 12 | RANCHO GRANDE    | 649697 | 9552886 | 1835 |
| 13 | EL SAUCE         | 648686 | 9554683 | 1268 |
| 14 | EL PURÓN         | 648497 | 9554232 | 1294 |
| 15 | OPOLUCA          | 646091 | 9554524 | 948  |

### 2.1.2. Límites

Los límites del cantón Paltas son:

Al Norte con los Cantones de Chaguarpamba y Olmedo; y, la Provincia de El Oro.

Al Sur con los Cantones de Calvas, Sozoranga y Celica.

Al Este con los Cantones de Gonzanamá y Catamayo, y

Al Oeste con el Cantón Puyango.

### 2.1.3. Población

De acuerdo a los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda, INEC 2010, Paltas tiene una población total de 23.801 habitantes, cuando se analiza la relación con la población de la provincia, Paltas representa el 5% de la población provincial que es de 448.966 habitantes, la misma que se desglosa de la siguiente forma: En el área urbana son 6.617 habitantes, lo que representa el 28% de la población total de la cabecera cantonal de Paltas y la población rural es de 17.184 habitantes, que representan el 72% de la población del Cantón, repartida en las parroquias de Cangonamá, Casanga, Guachanamá, Lauro Guerrero, Orianga, San Antonio, Yamana, Catacocha y Lourdes rural; Concluyéndose que mayoritariamente la población de Paltas es rural, lo que podría constituirse en una oportunidad para generar un modelo de desarrollo que potencie el sistema productivo del Cantón.



**Tabla 3: Población Total del cantón Paltas por Parroquias.**

| PARROQUIAS          | POBLACIÓN TOTAL    | POBLACIÓN URBANA | POBLACIÓN RURAL   | PARTICIP/POB TOTAL |
|---------------------|--------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| Cangonamá           | 1271 hab.          |                  | 1271 hab.         | 5,34%              |
| Casanga             | 1805 hab.          |                  | 1805 hab.         | 7,58%              |
| Guachanamá          | 2602 hab.          |                  | 2602 hab.         | 10,93%             |
| Lauro Guerrero      | 1825 hab.          |                  | 1825 hab.         | 7,67%              |
| Orianga             | 1763 hab.          |                  | 1763 hab.         | 7,41%              |
| San Antonio         | 1091 hab.          |                  | 1091 hab.         | 4,58%              |
| Yamana              | 1242 hab.          |                  | 1242 hab.         | 5,22%              |
| Catacocha y Lourdes | 12202 hab.         | 6617 hab.        | 5585 hab.         | 51,27%             |
| <b>Total</b>        | <b>23 801 hab.</b> | <b>6617 hab.</b> | <b>17184 hab.</b> | <b>100%</b>        |

Fuente: INEC, IV Censo de población y V de vivienda 2010,

### **Distribución de la Población por edad y sexo.**

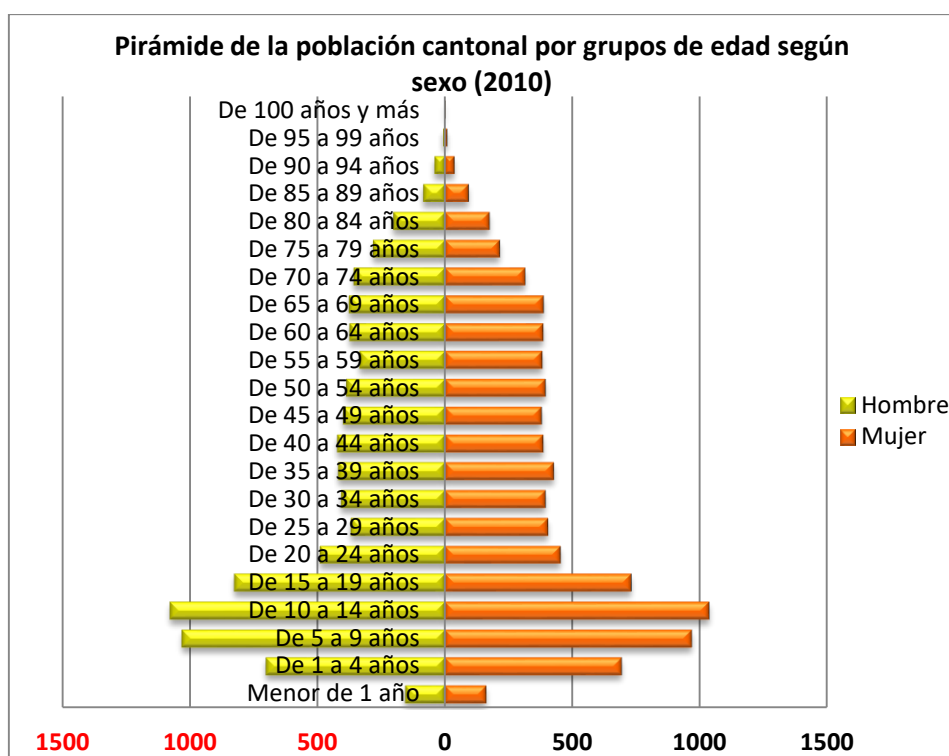
Cuando se analiza la población del cantón Paltas, se encuentra que su población es joven, o sea menor a diecinueve años; así lo demuestra el 42,7% de la población total del Cantón.

Mientras que si se analiza la variable de género existe un equilibrio de la población de hombres y mujeres. Al comparar con la realidad provincial se encuentra que existe una diferencia, mayor de población femenina en un 1,66%, dado que el número de hombres es 220,794 y de mujeres es de 228,172.

**Tabla 4: Población de Paltas distribuida por edad y sexo.**

| Edad              | Sexo          |               | Total         |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|
|                   | Hombre        | Mujer         |               |
| Menor de 1 año    | 221           | 210           | 431           |
| De 1 a 4 años     | 962           | 942           | 1,904         |
| De 5 a 9 años     | 1,369         | 1,318         | 2,687         |
| De 10 a 14 años   | 1,475         | 1,396         | 2,871         |
| De 15 a 19 años   | 1,187         | 1,085         | 2,272         |
| De 20 a 24 años   | 723           | 749           | 1,472         |
| De 25 a 29 años   | 558           | 628           | 1,186         |
| De 30 a 34 años   | 558           | 627           | 1,185         |
| De 35 a 39 años   | 584           | 644           | 1,228         |
| De 40 a 44 años   | 579           | 574           | 1,153         |
| De 45 a 49 años   | 566           | 572           | 1,138         |
| De 50 a 54 años   | 545           | 535           | 1,080         |
| De 55 a 59 años   | 450           | 547           | 997           |
| De 60 a 64 años   | 468           | 492           | 960           |
| De 65 a 69 años   | 457           | 489           | 946           |
| De 70 a 74 años   | 427           | 398           | 825           |
| De 75 a 79 años   | 341           | 281           | 622           |
| De 80 a 84 años   | 230           | 227           | 457           |
| De 85 a 89 años   | 112           | 124           | 236           |
| De 90 a 94 años   | 55            | 59            | 114           |
| De 95 a 99 años   | 12            | 16            | 28            |
| De 100 años y más | 2             | 7             | 9             |
| <b>Total</b>      | <b>11,881</b> | <b>11,920</b> | <b>23,801</b> |

Fuente: INEC, IV Censo de población y V de vivienda 1991, 2001, 2010,



**Figura 2.** Población de Paltas distribuida por edad y sexo.

Fuente: Censos INEC, 2010 - Elaborado por: IEE, 2013

La pirámide poblacional tiene una amplia base en los grupos quinquenales de niños, adolescentes y jóvenes, en el orden del 42,7%, que refleja una población joven se estrecha paulatinamente ya sea por un mayor control de natalidad o por la mortalidad creciente y acumulativa a medida que aumenta la edad de la población, a esto se debe añadir que la población adulta mayor a 65 años representa el 14% de la población total, la misma que se concentra mayoritariamente en la zona rural.

En el área urbana y rural de Catacocha y Lourdes la mayoría de la población es mestiza 87% (2069 familias), además se hallan que 2 familias indican que su etnia es blanca, 1 familia que indica que su etnia es indígena y un 13% (309 familias) que no indican a que grupo étnico pertenecen. En la siguiente figura se puede observar los porcentajes que ocupan cada grupo étnico.



#### 2.1.4. Superficie y densidad poblacional

El área de estudio se encuentra ubicada en las parroquias Catacocha y Lourdes, en el cantón Paltas, provincia de Loja. Las parroquias tienen una extensión de 490 Km2, 12202 habitantes y una densidad poblacional de 24,9 Hab/Km2 (Censo INEC, 2010).

#### 2.1.5. Educación

Dentro de los catorce barrios del sector rural que serán evaluados, se encuentran localizados siete establecimientos educativos, con un nivel de educación básica, de los cuales tres se encuentran prestando servicio, y los cuatros restantes han sido cerrados por falta de estudiantes, como se detalla en la tabla siguiente:

**Tabla 5.** Población estudiantil barrios de Puritaca, Velacruz, Sigiro, Las Cochas, Agua Rusia, Naranjo Palto, El Placer, La Supa, San Pedro Mártir, Chapango, Rancho Grande, El Sauce, El Purón y Opoluca.

| N° | DISTRITO | CÓDIGO AMIE | NOMBRE DE IE                                          | LOCALIDAD        | PARROQUIA | ESTADO IE | ESTUDIANTES |         |       | DOCENTES |         |       | PERSONAL ADMINIST | POBLACIÓN TOTAL |
|----|----------|-------------|-------------------------------------------------------|------------------|-----------|-----------|-------------|---------|-------|----------|---------|-------|-------------------|-----------------|
|    |          |             |                                                       |                  |           |           | HOMBRES     | MUJERES | TOTAL | HOMBRES  | MUJERES | TOTAL |                   |                 |
| 1  | 11D03    |             | NO EXISTE NINGUNA IE                                  | PURITACA         | LOURDES   |           |             |         |       |          |         |       |                   |                 |
| 2  | 11D03    | 11H01146    | ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA LUIS ALFREDO MARTÍNEZ     | VELACRUZ         | LOURDES   | INACTIVA  | 0           | 0       | 0     |          | 0       |       | 0                 | 0               |
| 3  | 11D03    |             | NO EXISTE NINGUNA IE                                  | SIGIRO           | LOURDES   |           |             |         |       |          |         |       |                   |                 |
| 4  | 11D03    | 11H01149    | ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA MONS FRANCISCO VALDIVIESO | LAS COCHAS       | LOURDES   | ACTIVA    | 32          | 23      | 55    | 2        | 5       | 7     | 0                 | 62              |
| 5  | 11D03    | 11H01148    | ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA CARLOS EDUARDO GONZALEZ   | AGUA RUSIA       | LOURDES   | ACTIVA    | 7           | 9       | 16    | 0        | 2       | 2     |                   | 18              |
| 6  | 11D03    | 11H01123    | ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA ALFREDO BAQUERIZO MORENO  | NARANJO PALTO    | LOURDES   | INACTIVA  | 0           | 0       | 0     |          | 0       | 0     | 0                 | 0               |
| 7  | 11D03    |             | NO EXISTE NINGUNA IE                                  | EL PLACER        | LOURDES   |           |             |         |       |          |         |       |                   |                 |
| 8  | 11D03    | 11H01132    | ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA PISACA                    | LA SUPA          | LOURDES   | INACTIVA  | 0           | 0       | 0     | 0        | 0       | 0     | 0                 | 0               |
| 9  | 11D03    | 11H01138    | ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA MANUEL RIOFRÍO            | SAN PEDRO MARTIR | LOURDES   | INACTIVA  | 0           | 0       | 0     | 0        | 0       | 0     | 0                 | 0               |
| 10 | 11D03    |             | NO EXISTE NINGUNA IE                                  | CHAPANGO         | LOURDES   |           |             |         |       |          |         |       |                   |                 |
| 11 | 11D03    |             | NO EXISTE NINGUNA IE                                  | RANCHO GRANDE    | CATACocha |           |             |         |       |          |         |       |                   |                 |
| 12 | 11D03    |             | NO EXISTE NINGUNA IE                                  | EL SAUCE         | CATACocha |           |             |         |       |          |         |       |                   |                 |
| 13 | 11D03    |             | NO EXISTE NINGUNA IE                                  | EL PURON         | CATACocha |           |             |         |       |          |         |       |                   |                 |
| 14 | 11D03    | 11H01168    | ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA MARCELINO CHAMPAGNAT      | OPOLUCA          | CATACocha | ACTIVA    | 29          | 23      | 52    | 1        | 3       | 4     | 0                 | 56              |

Así mismo dentro de la cabecera cantonal, existen siete instituciones educativas, que se encuentran dando servicio activamente, las cuales se detallan a continuación:



**Tabla 6.** Población estudiantil de la Cabecera Cantonal de Paltas

| N°            | DISTRITO | CÓDIGO AMIE | NOMBRE DE IE                                                   | LOCALIDAD              | PARROQUIA                   | ESTADO | ESTUDIANTES |         |       | DOCENTES |         |       | PERSONAL ADMINIST | POBLACIÓN TOTAL |
|---------------|----------|-------------|----------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|--------|-------------|---------|-------|----------|---------|-------|-------------------|-----------------|
|               |          |             |                                                                |                        |                             |        | HOMBRES     | MUJERES | TOTAL | HOMBRES  | MUJERES | TOTAL |                   |                 |
| 1             | 11D03    | 11H01114    | ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA "3 DE DICIEMBRE"                   | CATACOCOA              | CATACOCOA-CABECERA CANTONAL | ACTIVA | 180         | 159     | 339   | 9        | 11      | 20    | 1                 | 360             |
| 2             | 11D03    | 11H01157    | ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA "JOSÉ MARÍA VELASCO IBARRA"        | CATACOCOA              | CATACOCOA-CABECERA CANTONAL | ACTIVA | 94          | 89      | 183   | 6        | 9       | 15    | 1                 | 199             |
| 3             | 11D03    | 11H01160    | UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL "DOMINGO CELI"                  | CATACOCOA              | CATACOCOA-CABECERA CANTONAL | ACTIVA | 362         | 473     | 835   | 9        | 34      | 43    | 4                 | 882             |
| 4             | 11D03    | 11H01128    | CENTRO DE EDUCACIÓN INICIAL "SU MAJESTAD EL NIÑO"              | ECUADOR Y KENEDY       | LOURDES-CABECERA CANTONAL   | ACTIVA | 55          | 45      | 100   |          | 5       | 5     | 1                 | 106             |
| 5             | 11D03    | 11H01144    | UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL "MARISTA DE CATACOCOA"          | LOURDES BARRIO EL PINO | LOURDES-CABECERA CANTONAL   | ACTIVA | 492         | 452     | 944   | 23       | 28      | 51    | 9                 | 1004            |
| 6             | 11D03    | 11H01150    | UNIDAD EDUCATIVA "PALTAS"                                      | LOURDES EL PROGRESO    | LOURDES-CABECERA CANTONAL   | ACTIVA | 592         | 528     | 1120  | 22       | 46      | 68    | 9                 | 1197            |
| 7             | 11D03    | 11H01167    | ESCUELA DE EDUCACIÓN ESPECIALIZADA "JOSÉ BELIZARIO DÍAZ AGILA" | LOURDES                | LOURDES-CABECERA CANTONAL   | ACTIVA | 10          | 7       | 17    | 2        | 2       | 4     | 1                 | 22              |
| <b>TOTAL:</b> |          |             |                                                                |                        |                             |        | 1785        | 1753    | 3538  | 71       | 135     | 206   | 26                | 3770            |

### 2.1.6. Salud

Al analizar la cobertura de salud desde el 2012, se encuentra que existe una tasa promedio de casos de morbilidad estacionaria en el orden del 2,05%, y existe un leve crecimiento para los años 2013 y 2014, siendo los principales casos de atención las Infecciones Respiratorias agudas (faringitis aguda, amigdalitis aguda y Rinofaringitis), a continuación encontramos las enfermedades transmitidas por el agua (Parasitosis; Gastroenteritis aguda y Amebiasis); es importante mencionar que también dentro de las principales causas encontramos enfermedades crónicas como Hipertensión arterial y Diabetes (PDyOT Paltas, 2015).

La tasa de morbilidad para Catacocha en el 2010, fue del 21,69% (Samaniego y García, 2011). Dentro de las principales causas de morbilidad se encuentran, en su orden: Infecciones Respiratorias Agudas (faringitis aguda, amigdalitis aguda y rinofaringitis), Enfermedades Transmitidas por el Agua (Parasitosis; Gastroenteritis Aguda y Amebiasis), enfermedades crónicas como Hipertensión Arterial y Diabetes.

El cantón cuenta con 5 centros y subcentros de salud, 8 puestos de salud y dispensarios, y un hospital básico, dando un total de 14 casas de salud (Ministerio de Defensa Nacional y otros, 2013).



### 2.1.7. Servicios básicos

Catacocha cuenta con un sistema de agua potable proveniente de 4 vertientes y 8 pozos subterráneos. Los cuales en la época de estiaje permiten suministrar agua 2 horas diarias. El volumen mensual de agua que se necesita actualmente para la ciudad de Catacocha es de 32.070 m<sup>3</sup>, teniendo un déficit mensual de 4.675 m<sup>3</sup>.

El sistema de agua potable cuenta con 3 tanques de reserva de 200 m<sup>3</sup> cada uno, los mismos que están ubicados en el sector el Cruz del Calvario; 1 tanque de reserva de 50 m<sup>3</sup> está ubicado en la parte alta del barrio Colinas del Calvario, 1 tanque de reserva de 30 m<sup>3</sup> está ubicado en el barrio Progreso Alto y un tanque de 12 m<sup>3</sup> ubicado en el sitio Ayuma.

La cobertura de agua potable en la ciudad de Catacocha es aproximadamente del 97%. Según la procedencia del agua, el 64,54% de habitantes reciben el agua de la red pública; el 25,96% de río, vertiente, acequia o canal; el 7,34% de pozos, 1,10% de otras formas; y el 1,04% del carro repartidor.

**Tabla 7.** Procedencia principal del agua potable en el área Urbana de Catacocha

| Procedencia del agua            | Casos       | Porcentaje (%) |
|---------------------------------|-------------|----------------|
| Red pública                     | 2.051       | 64,54          |
| Pozo                            | 234         | 7,36           |
| Río, vertiente, acequia o canal | 825         | 25,96          |
| Carro repartidor                | 33          | 1,04           |
| Otro (Agua lluvia/albarrada)    | 35          | 1,10           |
| <b>Total</b>                    | <b>3178</b> | <b>100</b>     |
| <b>NSA</b>                      | <b>1310</b> |                |

**Fuente:** Ministerio de Defensa Nacional y otros, 2013

El servicio de abastecimiento de agua en el área rural mediante red pública es del 37,7 %, es decir un valor inferior al porcentaje que corresponde al abastecimiento mediante río, vertiente, acequia o canal que es del 53 % (Ministerio de Defensa Nacional y otros, 2013).

Respecto al porcentaje de viviendas con acceso a servicios básicos, en el 2001 el 32,10% de viviendas contaban con agua potable y en el 2010 incrementó al 37,10% (Ministerio de Defensa Nacional y otros, 2013).



El tipo de servicio que brinda la Empresa Eléctrica de Catacocha es bi y tri fasica según el sector en que se encuentre la vivienda, es decir si se encuentra dentro de la urbe o si son viviendas rurales. Cabe señalar que el alumbrado público se da a través de postes de hormigón de 10 m de alto y con una separación de 40 m aproximadamente (PDOT Paltas, 2015).

La cobertura de la energía eléctrica es mayor en los barrios urbanos de la ciudad de Catacocha, según datos del Censo 2010, el 98,39% cuenta con la dotación de la empresa eléctrica, el 0,06% la consiguen de otras formas, el 0% la obtienen de generadores, y el 1,55% no tiene el servicio (PDyOT Paltas, 2015).

Según el Censo de Población y Vivienda 2010, la cobertura de la población que tiene alcantarillado conectado a red pública es el 27,89%; conectado a pozo séptico el 26,93%; conectada a pozo ciego el 9,01%; con desagüe directo a ríos, lago o quebrada el 2,55%; a letrina el 8,57%; y el 25,06% no tienen.

La falta de este servicio es de interés comunitario prioritario, y se está constituyendo en un problema de alto riesgo en cuanto a salud se refiere. No existe un tratamiento adecuado de aguas hervidas y sanitarias hasta la actualidad.

En el área urbana de Catacocha y Lourdes existe una cobertura de alcantarillado del 66.82% y un déficit del 33.18%. En el área rural hay una cobertura del 0.93% y un déficit del 99.07% (PDyOT Paltas, 2015).

Respecto al servicio de recolección de residuos sólidos, el área urbana de las parroquias Catacocha y Lourdes cuenta con el servicio, mientras que en los barrios rurales de estas parroquias, aun no se ha implementado en su totalidad.

#### **2.1.8. Vialidad**

El sistema vial dentro y fuera de la ciudad está conformado por las siguientes vías: Vías Inter - urbanas, Vías Arteriales, Vías colectoras, Vías locales, Vías peatonales.



**Tabla 8.** Jerarquización vial de la ciudad de Catacocha.

| Jerarquía Vial | Longitud, m | %     | Superficie m <sup>2</sup> | %     |
|----------------|-------------|-------|---------------------------|-------|
| Arteriales     | 3.698,71    | 9,03  | 40.688,81                 | 12,98 |
| Colectoras     | 5.148,45    | 12,56 | 46.336,05                 | 14,78 |
| Locales        | 30.187,97   | 73,64 | 219.945,75                | 70,13 |
| Peatonales     | 1.957,12    | 4,77  | 6.654,63                  | 2,11  |
| TOTAL          | 40.991,25   | 100,0 | 313.625,24                | 100,0 |

Fuente: PDyOT cantón Paltas. 2015

**Tabla 9.** Características técnicas de las vías de la ciudad de Catacocha.

| Características        | Longitud, (m) | %     | Superficie, m <sup>2</sup> | %      |
|------------------------|---------------|-------|----------------------------|--------|
| Tierra o Suelo Natural | 9.681,16      | 30,93 | 67.041,63                  | 28,62  |
| Pavimento concreto     | 500,96        | 1,60  | 3.290,55                   | 1,40   |
| Adoquín                | 10.963,34     | 35,02 | 65.292,03                  | 27,87  |
| Asfalto                | 10.160,49     | 32,45 | 98.682,51                  | 42,11  |
| TOTAL                  | 31.305,95     | 100,0 | 234.306,72                 | 100,00 |

Fuente: PDyOT cantón Paltas 2015.

#### 2.1.9. Características físicas, geográficas y ambientales

Paltas se caracteriza por presentar una diversidad de montañas y riscos con valles profundos y laderas escarpadas. Además, el cantón Paltas presenta relieves como Coluvión Aluvial Antiguo, Coluvión Antiguo, Coluvión Reciente, Escarpe de Deslizamiento, Frente de Cuesta, Glacis de Erosión, Glacis de esparcimiento, Macizo rocoso, Relieve Colinado bajo, Relieve colinado muy bajo, Relieve Ondulado, Superficie de cono de deyección reciente, Superficie de cuesta, Superficie disectada de cuesta, Superficie ondulada, Terraza alta, Terraza baja y cauce actual, Terraza media, Valle fluvial y Vertiente abrupta (PDyOT Paltas, 2015).

Considerando la geomorfología de Paltas, el relieve montañoso cubre la mayor superficie del cantón (45,98%), mientras que el relieve escarpado cubre el 20,04% de la superficie, las vertientes irregulares cubren el 10,68%; las laderas coluviales el 2,85%; las terrazas bajas el 2,59% y otros relieves son menores al 1%.

En el cantón, el 76,93% representa suelos muy superficiales (<15cm); los suelos superficiales que van de 15 a 45cm, ocupa el segundo lugar con el 8,67%; los suelos profundo que va desde los 50 a 74cm posee el 8,67%; moderadamente profundo de 35 a 44 cm ocupan el 4,58% y finalmente los suelos muy profundos de 75 a 79cm ocupan el 1,16% de la superficie del Cantón (PDyOT Paltas, 2015).



De acuerdo a las clases texturales, los suelos del cantón Paltas se clasifican en suelos de textura liviana: Franco (Fo) – Arenoso (Ao) que es la que abarca la mayor superficie ocupando el 42.23%; los suelos de textura muy liviana: Arenoso (Ao) – Franco Arenoso (Ao –Fo) ocupa el 34.71%; los de textura moderadamente ligera: Arcillo – Arenoso (Ar Ao) – Franco Arcilloso (Fo Ar) con 8.67%; los suelos de textura ligera: Limoso (Lo) – Franco – Limoso (Fo Lo) ocupa el 8.66%; los de textura muy pesada: Arcillo – Limoso (Ar Lo) – Franco Arcillo Limoso (Fo Ar Lo) ocupa el 4.58%; y por último los suelos de textura pesada: Arcillosos (Ar) es la que abarca menor porcentaje con el 1.15% (PDyOT Paltas, 2015).

La red hidrográfica de Paltas está compuesta por ríos de tipo perenne e intermitente, entre los cuales los más importantes son el río Catamayo, Puyango y Playas (Quiroga, 2013).

Las microcuencas del cantón son:

- Las microcuencas de la Cordillera Occidental de los Andes que drenan sus aguas al río Puyango.
- Las microcuencas de las cordilleras occidental y del ramal Sigiro, Pisaquilla, Pisaca, Guanchuro, Suipira que drenan sus aguas al río Playas, y
- Las microcuencas del lado Este del cantón que drenan sus aguas al río Catamayo (Orozaul, 2014).

En base al mapa zoo geográfico del Ecuador, en el cantón se identifican dos pisos zoo geográfico:

- Piso Subtropical, corresponde a las estribaciones de la cordillera Occidental de los Andes, está representado por una gran diversidad de aves y de mamíferos de tamaños pequeños, entre otros colibríes, gavilanes, ardillas, murciélagos y guatusas.



- Piso Templado, corresponde a la parte meridional y Este del cantón, se caracteriza por la presencia de todas las clases de vertebrados, en especial aves y reptiles, como loras, chirocas, iguanas y una gran variedad de ofidios.

En general en estos ambientes se registran alrededor de 60 especies de aves, de las cuales el 20% son endémicas, alrededor del 70% son sensibles a cualquier interrupción antrópica y el 20% están amenazadas por la destrucción continua de sus hábitats (PDyOT Paltas, 2015).

Respecto a las formaciones vegetales, según la clasificación de Sierra, citado en el PDOT Paltas (2015), en el cantón se identifica las siguientes formaciones vegetales:

- Matorral seco montano (1.400-2.500 msnm), comprende el sector de la quebrada de El Cóndor, los árboles se encuentran dispersos y alcanzan hasta 8 m de altura con tallos sinuosos, las especies características son *Acacia macracantha* (faique) y *Crotonwagneri* (mosquera).
- Bosque semideciduo piemontano (300-1100 msnm), comprende las zonas bajas de Orianga y de las cuencas de los ríos Playas y Catamayo, la vegetación arbórea se encuentra dispersa, alcanza 20 m de altura con un estrato herbáceo denso de helechos y plantas nograminiformes, las especies características son *Triplaris cumingiana*, *Cedrela odorata* (cedro) y *Anthurium barclayanum* (anturio).
- Bosque semideciduo montano bajo (1100-1500 msnm), comprende los declives de lomas y cordilleras de Orianga, San Antonio, San Vicente, la vegetación es transicional entre los bosques húmedos y los bosques secos, los remanentes son muy escasos en los cuales las especies epífitas son muy abundantes, especies características: *Tabebuia chrysantha* (guayacán), *Cecropias* (guarumo), *Anturium* sp (anturio).
- Bosque de neblina montano (1.500-2.800 msnm), corresponde a las zonas Guachanamá y las Chinchas, la vegetación se caracteriza por la presencia de árboles cargados de abundantes epífitas, especialmente, helechos, orquídeas y bromelias, las especies características son *Anthurium lennarti* (anturio), *Lupinus* sp (ashpachocho), *Miconias* spp (colca).



## **2.2. Identificación, descripción y diagnóstico del problema**

El crecimiento demográfico, la falta de planificación, gestión y priorización, así como también la falta de recursos y supervisión, se han convertido en obstáculos para la implementación y/o ampliación de un servicio de agua potable acorde a las necesidades de la población.

El déficit de agua potable obliga a la población de la ciudad de Catacocha, a soportar fuertes racionamientos, limitándose el tiempo de servicio desde la red de distribución hasta 1 hora diaria en toda la ciudad. Sin embargo, a pesar que el suministro de agua desde la red pública es mínimo, en ese tiempo prácticamente la totalidad de los usuarios almacenan agua en tanques elevados domiciliarios de PVC cuyos volúmenes están comprendidos entre 0.5 – 1.0 m<sup>3</sup>, lo que les permite de una forma moderada, cubrir las necesidades de agua durante el día.

En la zona urbana existe un alto porcentaje de agua no contabilizada, debido a la gran cantidad de pérdidas físicas (fugas) y comerciales, el índice máximo de agua no contabilizada es de aproximadamente 40%.

Uno de los factores que inciden en las pérdidas físicas de agua, son las presiones excesivas que existen en varias zonas de la red de distribución, existen sectores con presiones superiores a los 70 mca, se requiere colocar válvulas reductoras de presión.

El servicio deficiente de agua potable ha llevado a que la población tenga que invertir mayor tiempo en el acarreo de agua y a que la misma este expuesta a enfermedades de origen hídrico producidas por el consumo de agua sin ningún tratamiento. A continuación se presenta la matriz de involucrados.



**Tabla 10.** Matriz de Involucrados.

| GRUPOS                                      | INTERESES                                                                                                                                                                     | PROBLEMAS PERCIBIDOS                                                                                                                                                                                                     | RECURSOS Y MANDATOS                                                                                              |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal | Dar solución a corto plazo al problema de servicio de agua potable                                                                                                            | Pocas conexiones de agua potable y exigencias de la población para la ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable.                                                                                             | Recursos económicos<br>Normativa, ordenanzas<br>Apoyo de la Comunidad                                            |
| Ciudad de Catacocha y 14barrios aledaños    | Abastecerse de agua de buena calidad a través de conexiones domiciliarias y abastecimiento continuo.<br><br>Disminuir los casos de enfermedades y los gastos por su atención. | Dificultades para abastecerse de agua de calidad para el consumo humano.<br>Incremento de casos de enfermedades como resultado del consumo de agua de mala calidad al no contar con un buen sistema de dotación de agua. | Recursos económicos<br>Normativa, ordenanzas<br>Planes y programas institucionales<br>Involucramiento de actores |
| Centros y Subcentros de atención médica     | Reducción de los casos de enfermedades en la población.                                                                                                                       | Incremento de los casos de enfermedades gastrointestinales, parasitarias, etc.<br>Falta de medicina y profesionales para la atención de las enfermedades de la población.                                                | Recursos económicos<br>Normativa, ordenanzas<br>Planes y programas institucionales<br>Involucramiento de actores |

Estos antecedentes plantean la necesidad de resolver la problemática de abastecimiento de agua, mediante los diseños y construcción del nuevo sistema, dentro de los términos y regulaciones ambientales que se exige para este tipo de proyectos.



Figura 3. Árbol de Problemas

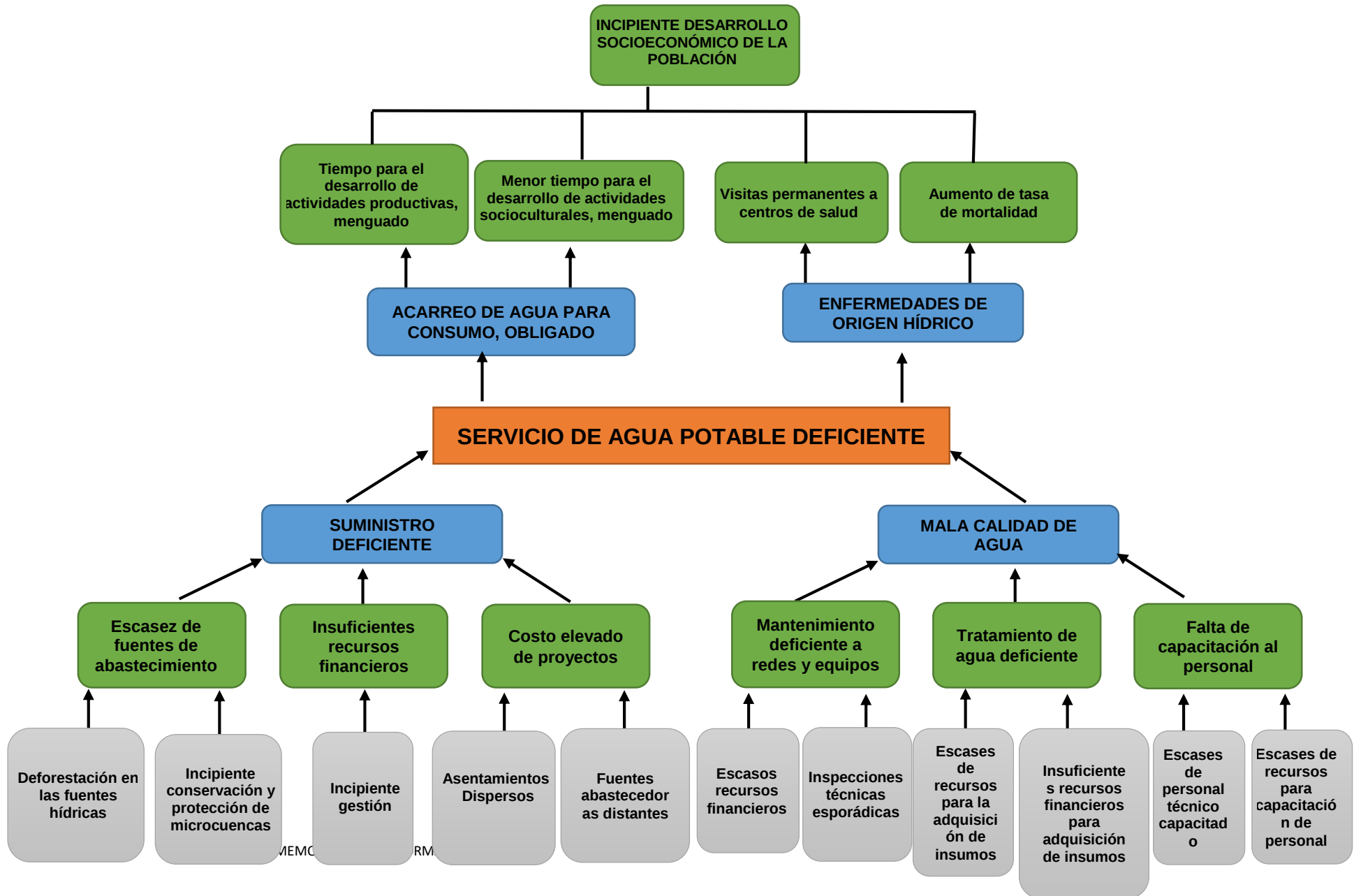
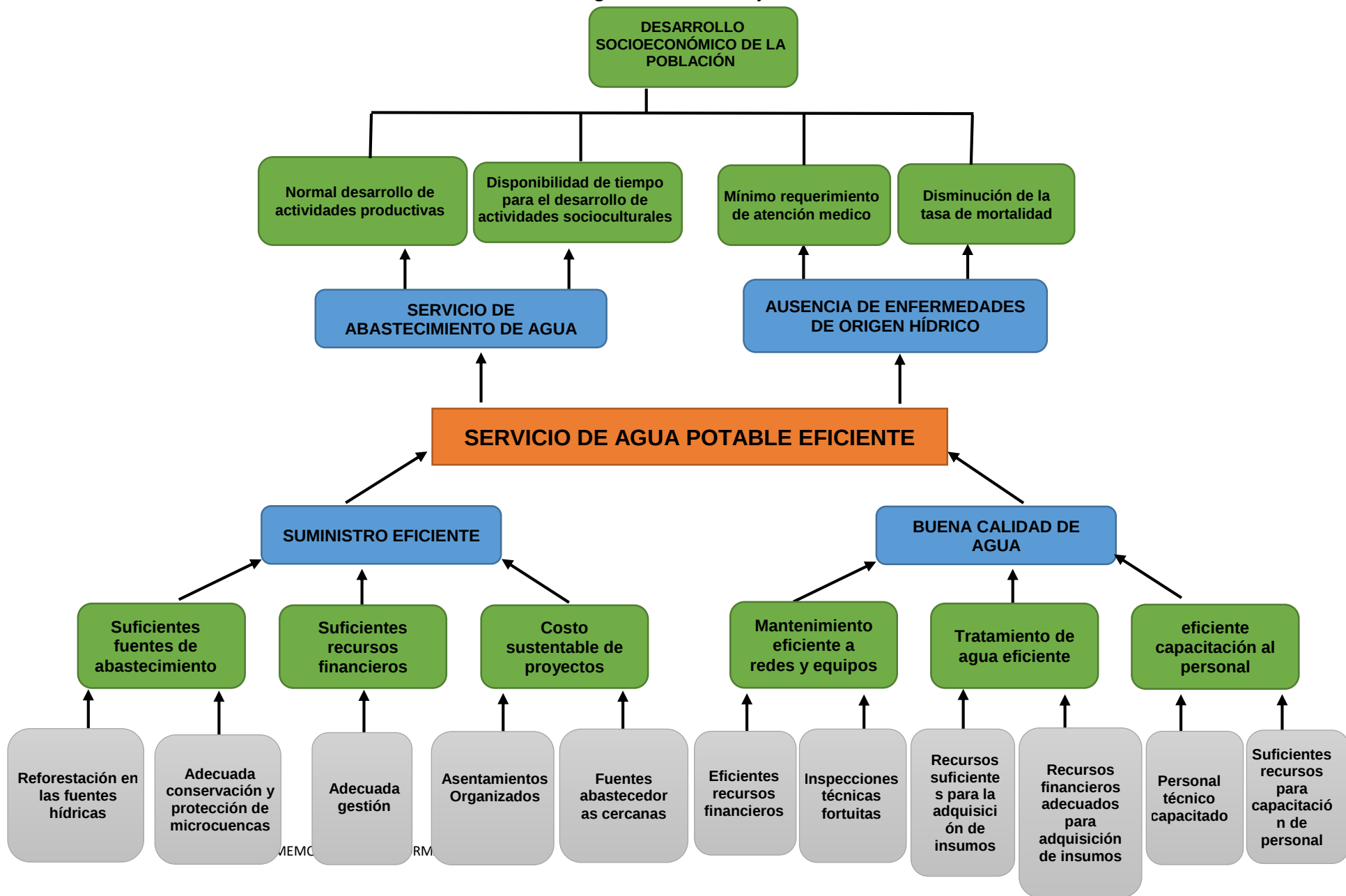




Figura 3.1 Árbol Objetivos





La problemática presentada en el "árbol de problemas", es producto del análisis efectuado en el sector, mediante la metodología de lluvia de ideas, ordenamiento sistemático de los problemas viales, definición y consensos entre grupos de trabajos, hasta obtener una visión global de la problemática central que enfrentan los moradores.

Una vez definido o identificado el problema central, se efectuó el análisis de las causas y efectos de éste problema. Las causas del problema central fueron colocadas en forma paralela debajo del problema central. De igual manera, los efectos esenciales del problema central, fueron colocados en forma paralela encima del problema central.

### 2.3. Línea Base del Proyecto

#### 2.3.1. Superficie y densidad poblacional.

El área de estudio se encuentra ubicada en las parroquias Catacocha y Lourdes, en el cantón Paltas, provincia de Loja. Las parroquias tienen una extensión de 490 Km<sup>2</sup>, 12202 habitantes y una densidad poblacional de 24,9 Hab/Km<sup>2</sup> (Censo INEC, 2010).

#### 2.3.2. Información socioeconómica

##### a) Población.

De la encuesta socioeconómica aplicada entre los meses de diciembre de 2015 y enero de 2016, la población actual determinada es la siguiente:

**Tabla 11: Población actual encuestada**

| Lugar             | Habitantes  |
|-------------------|-------------|
| Catacocha         | 7269        |
| Puritaca          | 40          |
| Velacruz          | 89          |
| Sigiro            | 49          |
| Las Cochas        | 366         |
| Agua Rusia        | 221         |
| Naranjo Palto     | 144         |
| EL Placer         | 43          |
| La Supa           | 84          |
| San Pedro Mártir  | 142         |
| Chapango          | 111         |
| Rancho Grande-(O) | 40          |
| EL Sauce - Purón  | 244         |
| Opoluca           | 443         |
| <b>TOTAL</b>      | <b>9285</b> |



### b) Índice de crecimiento

El índice de crecimiento para la ciudad de Catacocha según datos del INEC se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 12.** Índice de crecimiento.

| Período           | Tasa de crecimiento |
|-------------------|---------------------|
| Entre 1990 y 2001 | -0.50 %             |
| Entre 2001 y 2010 | <b>0.58 %</b>       |

Fuente: Censo INEC, 2010

### c) Población Futura.

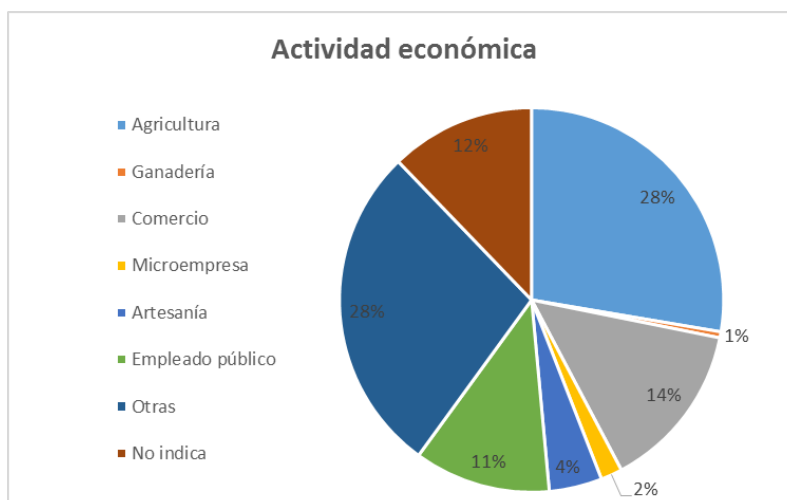
La población futura ha sido calculada para un periodo de diseño de 30 años, se considera como año base el 2020 y el año horizonte es el 2050.

**Tabla 13.** Resumen de población futura urbana y rural.

| Horizonte de diseño (año) | Población futura urbana (habitantes) | Población futura rural (habitantes) | Población total (habitantes) |
|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 2050                      | 10811                                | 2560                                | <b>13371</b>                 |

#### 2.3.3. Actividades económicas

Respecto a la actividad económica del área urbana y rural de las parroquias Catacocha y Lourdes, el 28% de la población se dedica a otras actividades no especificadas (660 casos), el 28% a la agricultura (657 casos), el 14% se dedican al comercio (335 casos), el 12% no indican su actividad económica (290 casos), otro 11% es empleado público (273 casos), el 4% se dedica a la artesanía (106 casos), el 2% se dedican a la microempresa (43 casos) y por último el 1% se dedica a la ganadería (12 casos).



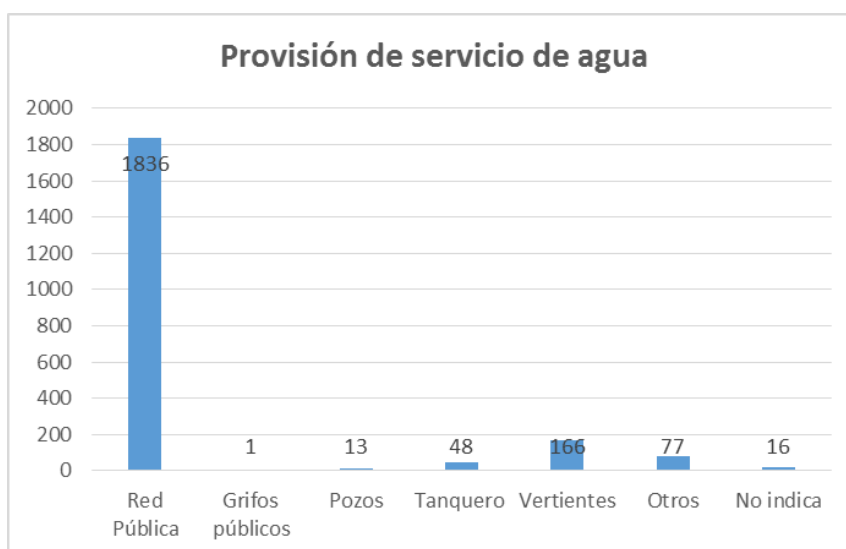
**Figura 4.** Actividad económica en el área urbana y rural de las parroquias Catacocha y Lourdes.



#### 2.3.4. Consumos, cobertura, calidad de servicio y tarifas del sistema actual de agua potable.

El sistema de abastecimiento de agua para la ciudad de Catacocha está compuesto por el aporte de cuatro vertientes y ocho pozos subterráneos que alimentan a las estaciones de bombeo de Pisaca y San Pedro Mártir, existen 11 tanques de distribución, a continuación se describe, se analiza y se evalúa cada uno de los componentes del sistema.

El 85% de viviendas urbanas y rurales de las Parroquias Catacocha y Lourdes se encuentra abastecido de agua mediante la red pública (1836 viviendas), mientras que el 15% están abastecidas de grifos públicos, pozos, tanquero, vertientes y otros.



**Figura 5.** Provisión de agua en el área urbana y rural de las parroquias Catacocha y Lourdes.

De las encuestas aplicadas, 642 personas (27%) indican que están satisfechas con el servicio de dotación de agua, mientras que 1392 personas dicen no estar satisfechas con el servicio (58%) y 349 personas no indican (15%).

Respecto a la calidad del agua en la encuesta se consultó si la calidad de agua que reciben es buena, a lo cual 1363 personas respondieron que no (57%), 671 personas (28%) respondieron que sí y 349 personas, es decir el 15 % no indicaron esta información.

El 65 % de las personas dicen que no reciben el agua en forma continua y en cantidad suficiente (1546 personas), el 21% indican que si la reciben (491 personas) y el 14% no indican esta información (346 personas).



De acuerdo a lo indicado en las encuestas socioeconómicas, el área urbana y rural de las Parroquia Catacocha y Lourdes existen 1842 medidores de agua, además existen 242 personas que no indican si tienen medidor y 300 personas que dicen no tener medidor. El 77% de la población cuenta con un medidor de agua.

El 56% de las familias no compran agua embotellada para beber (1323 familias), el 30% si lo hacen (718 familias); y el 14% no indican (1342 familias).

- *Consumo.*

El consumo promedio mensual de agua es de 5,17 m<sup>3</sup>

- *Cobertura*

La cobertura del sistema de agua potable se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 14.** Cobertura del sistema de agua potable.

| Lugar            | Cobertura | Déficit |
|------------------|-----------|---------|
| Catacocha        | 97.00 %   | 3.00%   |
| Puritaca         | 0.00%     | 100%    |
| Velacruz         | 94.00%    | 6.00%   |
| Sigiro           | 0.00%     | 100%    |
| Las Cochas       | 98.18%    | 1.82%   |
| Agua Rusia       | 6.98%     | 93.02%  |
| Naranjo Palto    | 0.00%     | 100%    |
| Placer           | 100%      | 0.00%   |
| La Supa          | 51.52%    | 48.48%  |
| San Pedro Mártir | 100%      | 0.00%   |
| Rancho Grande    | 91.67%    | 8.33%   |
| Sauce            | 100%      | 0.00%   |
| Purón            | 100%      | 0.00%   |
| Opoluca          | 95.38%    | 4.62%   |

- *Calidad*

El único tratamiento que se le da al agua de la ciudad de Catacocha es la desinfección por cloración.

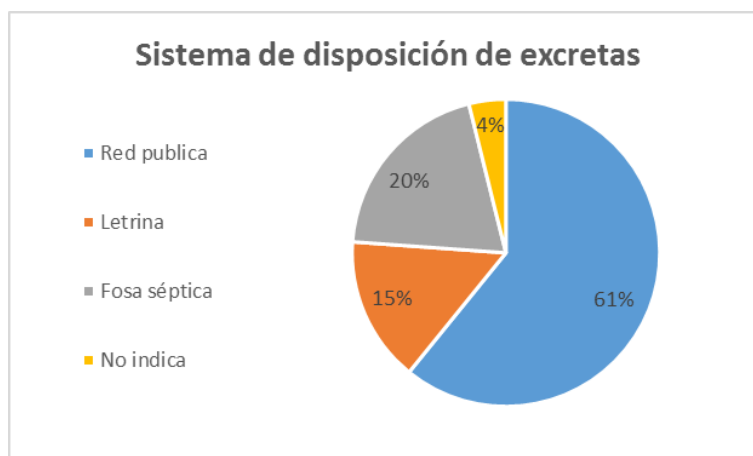


### ● *Tarifa*

La tarifa de consumo promedio mensual es de 2,02 USD.

#### 2.3.5. *Situación sanitaria y hábitos higiénicos de la comunidad o del área de estudio.*

El principal sistema de disposición de excretas en el área urbana y rural de las parroquias Catacocha y Lourdes es a través de la red pública con el 61% (1459 viviendas), seguido del 20% que utilizan fosa séptica (479 familias), el 15% utilizan letrinas (367 familias) y por ultimo un 4% que no indican su sistema de disposición de excretas (93 familias).



**Figura 6.** Sistema de disposición de excretas en el área urbana y rural de las parroquias Catacocha y Lourdes.

#### 2.3.6. *Características físicas, geográficas y ambientales.*

Paltas se caracteriza por presentar una diversidad de montañas y riscos con valles profundos y laderas escarpadas. Además, el cantón Paltas presenta relieves como Coluvión Aluvial Antiguo, Coluvión Antiguo, Coluvión Reciente, Escarpe de Deslizamiento, Frente de Cuesta, Glacis de Erosión, Glacis de esparcimiento, Macizo rocoso, Relieve Colinado bajo, Relieve colinado muy bajo, Relieve Ondulado, Superficie de cono de deyección reciente, Superficie de cuesta, Superficie disectada de cuesta, Superficie ondulada, Terraza alta, Terraza baja y cauce actual, Terraza media, Valle fluvial y Vertiente abrupta (PDyOT Paltas, 2015).



Considerando la geomorfología de Paltas, el relieve montañoso cubre la mayor superficie del cantón (45,98%), mientras que el relieve escarpado cubre el 20,04% de la superficie, las vertientes irregulares cubren el 10,68%; las laderas coluviales el 2,85%; las terrazas bajas el 2,59% y otros relieves son menores al 1%.

En el Cantón, el 76.93% representa suelos muy superficiales (<15cm); los suelos superficiales que van de 15 a 45cm, ocupa el segundo lugar con el 8.67%; los suelos profundo que va desde los 50 a 74cm posee el 8.67%; moderadamente profundo de 35 a 44 cm ocupan el 4.58% y finalmente los suelos muy profundos de 75 a 79cm ocupan el 1.16% de la superficie del Cantón (PDyOT Paltas, 2015).

De acuerdo a las clases texturales, los suelos del cantón Paltas se clasifican en suelos de textura liviana: Franco (Fo) – Arenoso (Ao) que es la que abarca la mayor superficie ocupando el 42.23%; los suelos de textura muy liviana: Arenoso (Ao) – Franco Arenoso (Ao –Fo) ocupa el 34.71%; los de textura moderadamente ligera: Arcillo – Arenoso (Ar Ao) – Franco Arcilloso (Fo Ar) con 8.67%; los suelos de textura ligera: Limoso (Lo) – Franco – Limoso (Fo Lo) ocupa el 8.66%; los de textura muy pesada: Arcillo – Limoso (Ar Lo) – Franco Arcillo Limoso (Fo Ar Lo) ocupa el 4.58%; y por último los suelos de textura pesada: Arcillosos (Ar) es la que abarca menor porcentaje con el 1.15% (PDyOT Paltas, 2015).

La red hidrográfica de Paltas está compuesta por ríos de tipo perenne e intermitente, entre los cuales los más importantes son el río Catamayo, Puyango y Playas (Quiroga, 2013).

Las microcuencas del cantón son:

- Las microcuencas de la Cordillera Occidental de los Andes que drenan sus aguas al río Puyango.
- Las microcuencas de las cordilleras occidental y del ramal Sigiro, Pisaquilla, Pisaca, Guanchuro, Suipira que drenan sus aguas al río Playas, y
- Las microcuencas del lado Este del cantón que drenan sus aguas al río Catamayo (Orozaul, 2014).



En base al mapa zoo geográfico del Ecuador, en el cantón se identifican dos pisos zoo geográfico:

- Piso Subtropical, corresponde a las estribaciones de la cordillera Occidental de los Andes, está representado por una gran diversidad de aves y de mamíferos de tamaños pequeños, entre otros colibríes, gavilanes, ardillas, murciélagos y guatusas.
- Piso Templado, corresponde a la parte meridional y Este del cantón, se caracteriza por la presencia de todas las clases de vertebrados, en especial aves y reptiles, como loras, chirocas, iguanas y una gran variedad de ofidios.

En general en estos ambientes se registran alrededor de 60 especies de aves, de las cuales el 20% son endémicas, alrededor del 70% son sensibles a cualquier interrupción antrópica y el 20% están amenazadas por la destrucción continua de sus hábitats (PDyOT Paltas, 2015).

Respecto a las formaciones vegetales, según la clasificación de Sierra, citado en el PDOT Paltas (2015), en el cantón se identifica las siguientes formaciones vegetales:

- Matorral seco montano (1.400-2.500 msnm), comprende el sector de la quebrada de El Cóndor, los árboles se encuentran dispersos y alcanzan hasta 8 m de altura con tallos sinuosos, las especies características son *Acacia macracantha* (faique) y *Crotonwagneri* (mosquera).
- Bosque semideciduo piemontano (300-1100 msnm), comprende las zonas bajas de Orianga y de las cuencas de los ríos Playas y Catamayo, la vegetación arbórea se encuentra dispersa, alcanza 20 m de altura con un estrato herbáceo denso de helechos y plantas nograminiformes, las especies características son *Triplaris cumingiana*, *Cedrela odorata* (cedro) y *Anthurium barclayanum* (anturio).
- Bosque semideciduo montano bajo (1100-1500 msnm), comprende los declives de lomas y cordilleras de Orianga, San Antonio, San Vicente, la vegetación es transicional entre los bosques húmedos y los bosques secos, los remanentes son muy escasos en los cuales las especies epífitas son muy abundantes,



especies características: *Tabebuiachrysantha* (guayacán), *Cecropiasp* (guarumo), *Anturiumsp* (anturio).

- Bosque de neblina montano (1.500-2.800 msnm), corresponde a las zonas Guachanamá y las Chinchas, la vegetación se caracteriza por la presencia de árboles cargados de abundantes epífitas, especialmente, helechos, orquídeas y bromelias, las especies características son *Anthuriumlennarti* (anturio), *Lupinuspp* (ashpachocho), *Miconiaspp* (colca).

### 2.3.7. Riesgos naturales.

El 80 % del territorio del cantón Paltas esta propenso a siete amenazas; cuatro corresponden a amenazas naturales – climáticas: la de movimientos en masa, inundaciones, sequias y heladas, y tres corresponden a amenazas antrópicas: incendios forestales, erosión hídrica y contaminación de aguas (PDyOT Paltas, 2015).

En base a las amenazas de inundaciones y movimientos en masa, en el cantón Paltas el 14.72% del territorio del Cantón (17 033.45 has.) está expuesto a riesgos, principalmente en la cabecera cantonal de Paltas, áreas productivas aledañas a los Ríos Playas y Catamayo, Guachanama y Orianga (PDyOT Paltas, 2015).

Del área expuesta a riesgos, el 21.85 % (3 7721.90) del territorio presentan un riesgo muy alto, ubicado principalmente las zonas productivas aledañas al Rio Catamayo y Rio Playas, Guachanama, partes altas de la Parroquia Lauro Guerrero y Yamana; el 32.20 % (5 485.09 ha) está expuesto a un riesgo alto, entre los sectores que tienen este tipo de riesgo destacan, Catacocha, Orianga, Guachanama, Yamana y San Antonio; el 25.83 % (4 400.28 ha) está expuesto a un riesgo medio alto, ubicado principalmente en los márgenes del Rio Playas y parte baja de la Parroquia Orianga; el 20.11 % (3 426.18) está expuesto a un riesgo medio y está ubicado en la Ciudad de Catacocha y Sectores aledaños al Rio Playas (PDyOT Paltas, 2015).

### 2.3.8. Estudios geológicos

La estructura principal es el Graben de Catacocha-Cariamanga, delimitado por fallas que forman un sistema de bloques que se hunden hacia el Oeste, con una inclinación hacia el este; dicho graben está cubierto por rocas volcánicas de la Formación



Sacapalca (K6-7, hojas 38-39), formando relieves de tipo Tectónico erosivo, como relieves montañosos de cima aguda, vertientes irregulares y poco recubrimiento vegetal.

La falla regional Portovelo muy importante desde el punto de vista estructural ya que separa la Formación Celica que ocupa gran porcentaje del área del proyecto, de la serie Tahuín; caracterizada como subvertical tiene una orientación cercana a E-O a lo largo de la cual afloran esquistos cristalinos y gneises de edad precámbrica, recalando que el cambio brusco de litología representa un cambio en las propiedades geomecánicas de las rocas, factor muy importante en la estabilidad de las obras, así como también el grado de tectonismo por el que han sido afectados reduce el factor mencionado.

Muy importante la falla probablemente de gravedad, la falla Río Playas que dio origen a la depresión de la cuenca Río Playas caracterizada por algunos autores como cuenca Pullapart (Litherland, 1993) representada por la formación del Río Playas que geomorfológicamente se caracteriza por representar relieves colinados medios a bajos, cimas redondeadas, y vertientes convexas con poca cobertura vegetal, esta formación aflora a lo largo del río Playas.

La cordillera de El Oro (cordillera de Tahuín), denominada así para una mayor comprensión del lector, conformada por rocas metamórficas, aumentando el grado de metamorfismo de Sur a Norte, pasando de los esquistos de Capiro hasta los gneises de San Roque en los cuales el plegamiento y metamorfismo son fuertes, probablemente aumentando la dureza de la roca, el rumbo de esta foliación es Noreste-Sureste, dato estructural muy importante para la cimentación de las obras.

#### *2.3.9. Aspectos económicos y sociales.*

La población en edad de trabajar (PET) en el cantón es del 78.9%. La población económicamente activa (PEA) es de 8574 habitantes y la población económicamente inactiva es de 10253 (PDyOT Paltas, 2015).

La agricultura, ganadería, silvicultura y pesca representan el 51.48% del PEA del cantón, seguida de actividades no declaradas que constituyen el 11.81%, comercio al por mayor y menor el 7.62% y la enseñanza con el 6.46%.

Según Uyuguari y Andrade (2012), en el cantón Paltas el 82.85% de personas tienen un ingreso per cápita familiar mensual de hasta \$ 250, mientras que el 3.13% poseen un



ingreso superior a \$ 985. En general, apenas el 17.15% de personas perciben un ingreso que supera los \$ 250. El ingreso per cápita familiar mensual promedio del cantón en el año 2012 fue de 153.41 dólares, \$ 173.08 en la zona urbana y de \$ 133.69 en la zona rural.

La población del cantón tiene el 83.1% de pobreza por NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas), ubicándose en el puesto número 88 a nivel nacional de los cantones más pobres del país.

La parroquia de Catacocha la de menor porcentaje esto con un 71,1%. Las parroquias más pobres de acuerdo al nivel de pobreza tenemos: Orianga con 98,6%, Guachanama con el 98,1%, Cangonama con el 98,0%, San Antonio 96,5%, Lauro Guerrero con el 96,3%, Casanga con el 91,7% y Yamana con el 87,9%.

El promedio de personas es de 3,12 habitantes por vivienda (PDyOT Paltas, 2015). Respecto a la educación, según el censo de población y vivienda del INEC (2010).

Para realizar un análisis del índice de analfabetismo en el Cantón, se hace una comparación entre los censos de población y vivienda del 2001 y 2010, encontrándose una reducción en el orden del 1,6% (PDyOT Paltas, 2015).

La población analfabeta del cantón Paltas, según el censo de Población y Vivienda 2010, esta representa el 6,65% de la población mayor a quince años; si se compara con la población analfabeta del Ecuador que es del 6,8%; y con el 5,8% de la población que es analfabeta de la provincia de Loja, se encuentra que Paltas está entre los promedios nacional y provincial, esto debido a que esta población es adulta del sector rural que es renuente y vive en sectores agrestes que imposibilitan su acceso a los programas de alfabetización, que no permite disminuir considerablemente este indicador (PDyOT Paltas, 2015). La cobertura del sistema de educación pública es de 95,0 (Censo de población y vivienda, 2010).



## **2.4. Análisis de oferta y demanda**

### **2.4.1. Oferta**

En la actualidad, la ciudad de Catacocha cuenta con una capacidad instalada de producción de agua potable, el caudal mínimo registrado en los aforos del año 2015 realizados por UMAPAP, es de 10.53 L/s (7.38 L/s provenientes de los 8 pozos profundos existentes y 3.15 L/s provenientes de las 4 vertientes)

Algunos de los barrios rurales considerados en el presente proyecto cuentan con sistemas particulares de abastecimiento de agua que podrían reutilizarse, sin embargo, para el cálculo de la demanda futura total de agua se ha considerado que el nuevo sistema abastecerá a todas las poblaciones consideradas dentro del estudio.

### **2.4.2. Demanda**

#### **- Población de referencia**

Se considera como población de referencia al número total de habitantes del cantón Paltas publicado por el INEC censo 2010, 23801 habitantes

#### **- Población Demandante Potencial**

Se considera como población demandante efectiva al número total de habitantes de las parroquias Catacocha y Lourdes del Cantón Paltas publicado por el INEC censo 2010, 12202 habitantes

#### **- Población Demandante Efectiva**

Corresponde a la población urbana de la ciudad de Catacocha y a la población rural de los barrios Puritaca, Velacruz, Sigiro, Las Cochas, Agua Rusia, Naranjo Palto, El Placer, La Supa, San Pedro Mártir, Chapango, Rancho Grande, El Sauce, El Purón y Opoluca.

#### **○ Proyección de la demanda**

La población futura total proyectada para el periodo de diseño de 30 años es de 13371 habitantes.



## - Estimación del déficit o demanda insatisfecha (Oferta - Demanda)

En función de la población y dotación proyectadas, la Demanda Máxima Diaria (QMD) de la ciudad de Catacocha y los 14 barrios aledaños, crecerá de 24.29 L/s en el año 2016 a 35.35 L/s en el año 2050.

Tabla: 15 Resumen de proyecciones de demanda QMD (L/s)

|                          | 2016         | 2020         | 2030         | 2040         | 2050         |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Zona urbana<br>Catacocha | 20.79        | 22.07        | 25.19        | 28.26        | 30.90        |
| Barrios rurales          | 3.5          | 3.64         | 4.03         | 4.45         | 4.45         |
| <b>Total</b>             | <b>24.29</b> | <b>25.71</b> | <b>30.97</b> | <b>32.71</b> | <b>35.35</b> |

Fuente: Informe Fase 1, Evaluación y diagnóstico

## 2.5. Identificación y Caracterización de la Población Objetivo

Corresponde a la población urbana de la ciudad de Catacocha y a la población rural de los barrios Puritaca, Velacruz, Sigiro, Las Cochas, Agua Rusia, Naranjo Palto, El Placer, La Supa, San Pedro Mártir, Chapango, Rancho Grande, El Sauce, El Purón y Opoluca.

## 2.6. Ubicación geográfica e impacto territorial

El área de estudio se encuentra ubicada en las parroquias Catacocha y Lourdes, en el cantón Paltas, provincia de Loja.

## 3. MATRIZ DE MARCO LÓGICO

### 3.1. Objetivos

#### 3.1.1. Objetivo general

- Mejorar la salubridad de las comunidades dotándolas de un sistema óptimo de agua potable para que brinde un servicio de calidad, con cobertura adecuada y que esté al acceso de todos los habitantes.



### 3.1.2. Objetivos específicos

- Contribuir al mejoramiento urbanístico del sector beneficiado, favoreciendo al desarrollo socioeconómico y turístico.
- Disminuir la insalubridad de la población y por ende reducir los gastos médicos.
- Mejorar la actividad productiva, social e industrial.

### 3.2. Indicadores de Resultado

| INDICADOR                                                                                 | CANTIDAD                                                                                               | CALIDAD                                                                                          | TIEMPO O PERIODO                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Disminución de las necesidades básicas insatisfechas.                                     | Disminución de las necesidades básicas insatisfechas en 12,5 % en el año 2 del horizonte del proyecto. | Agua potable efectivamente tratada y con buena cobertura                                         | A partir de la operación del sistema de agua potable.        |
| Porcentaje de incidencia de enfermedades de origen hídrico en la población.               | Reducir la tasa de incidencia de enfermedades diarreicas y parasitosis del 33% al 10%, al año 2.       | Buenos hábitos de higiene y abastecimiento de agua potable a través de conexiones domiciliarias. | A partir de la operación del sistema de agua potable.        |
| Porcentaje de cobertura de servicio de agua potable a través de conexiones domiciliarias. | 100% de cobertura de servicio de agua potable en el año 2.                                             | Buena cobertura del sistema de agua potable a través de conexiones domiciliarias                 | A partir de la ejecución del proyecto y puesto en operación. |
| Porcentaje de familias capacitadas en hábitos de higiene.                                 | 100% de capacitaciones en hábitos de higiene en el año 2.                                              | Ejecutadas a través de un técnico capacitado.                                                    | A partir de la ejecución del proyecto y puesto en operación. |



### 3.3. Marco Lógico

**Tabla 16.** Matriz de Marco Lógico.

| Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                  | Indicadores                                                                                                                                            | Medios de Verificación                                                                          | Supuestos                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>FIN</b><br>Mejorar las condiciones de vida promoviendo un ambiente sano y sustentable, y garantizar el acceso a agua, aire y suelos seguros.                                                                                                                            | Disminución de las necesidades básicas insatisfechas.                                                                                                  | Encuestas a hogares                                                                             | La población cumple con las prácticas de higiene y mantiene adecuadamente la infraestructura a lo largo del tiempo.                                                   |
| <b>PROPÓSITO</b><br>Mejorar la salud de ciudad de Catacocha y los 14 barrios aledaños dotándola de un sistema nuevo de agua potable que brinde un servicio de calidad, con cobertura adecuada y que esté al acceso de todos los habitantes.                                | Porcentaje de incidencia de enfermedades de origen hídrico en la población.                                                                            | Encuestas.<br>Informes de monitoreo.<br>Informes de salud.                                      | Participación activa de la población, organizaciones y sectores.                                                                                                      |
| <b>COMPONENTES</b><br>Consumo de agua segura.<br>Adecuados hábitos y prácticas de higiene.                                                                                                                                                                                 | Porcentaje de cobertura de servicio de agua potable a través de conexiones domiciliarias.<br>Porcentaje de familias capacitadas en hábitos de higiene. | Evaluación inmediata del proyecto.<br>Evaluación ex-post del proyecto.                          | Unidad Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Paltas (UMAPAP) asume su responsabilidad de la gestión del proyecto.<br>Ejercicio de buenas prácticas de higiene |
| <b>ACTIVIDADES</b><br>Elaboración del proyecto<br>Ampliación y mejoramiento del servicio de agua potable.<br>Abastecimiento de servicio de agua potable continúa. A través de conexiones domiciliarias.<br>Implementar un programa de capacitación de educación sanitaria. | Implementación del sistema de agua potable<br>Obra concluida.<br>Porcentaje de familias capacitadas                                                    | Actas de entrega de obra.<br>Encuestas a las familias.<br>Informe de monitoreo de capacitación. | Participación de la población en la ejecución del proyecto.<br>Coordinación Efectiva entre el GAD Municipal y la población.                                           |



### 3.3.1. Anualización de las metas de los indicadores del propósito

**Tabla17.** Anualización de metas e indicadores de propósito.

|                                                                                                                                                            | Unidad de medida                  | Meta Propósito | Ponderación (%) | Año 1       | Año 2       | Total     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|-------------|-------------|-----------|
| Indicador 1:<br>Disminución de las necesidades básicas insatisfechas en 12.5%.                                                                             | Población                         | 9285           | 50              | 5000        | 4285        | 9285      |
|                                                                                                                                                            | Meta anual ponderada              |                |                 | <b>27</b>   | <b>23</b>   | <b>50</b> |
| Indicador 2:<br>Reducir la tasa de incidencia de enfermedades diarreicas y parasitosis del 33% al 10%, al año 2.                                           | Familias afectadas según encuesta | 778            | 20              | 400         | 378         | 778       |
|                                                                                                                                                            | Meta anual ponderada              |                |                 | <b>10.3</b> | <b>9.7</b>  | <b>20</b> |
| Indicador 3:<br>El 100% de las 2383 viviendas de ciudad de Catacocha y los 14 barrios aledaños, contarán con el sistema de agua potable.                   | Número viviendas                  | 2383           | 20              | 1200        | 1183        | 2383      |
|                                                                                                                                                            | Meta anual ponderada              |                |                 | <b>10.1</b> | <b>9.9</b>  | <b>10</b> |
| Indicador 4:<br>100% de alumnos y padres de familia de los centros escolares de la comunidad aplican prácticas de salud preventiva, a partir del año 2017. | Número de familias capacitadas    | 2383           | 10              | 1200        | 1183        | 2383      |
|                                                                                                                                                            | Meta anual ponderada              |                |                 | <b>5.04</b> | <b>4.96</b> | <b>10</b> |

Nota: Meta anual ponderada= (Meta año \* ponderación) / meta propósito



## **4. ANÁLISIS INTEGRAL**

### **4.1. Viabilidad Técnica**

En el proceso de validación técnica del proyecto se analizaron tres alternativas de solución con su respectiva evaluación comparativa en términos costo-beneficio, el objetivo principal del análisis de alternativas fue analizar, comparar y seleccionar la alternativa óptima que sea la más conveniente desde el punto de vista técnico, económico, social y ambiental, y que permita abastecer la demanda de agua de la población de la ciudad de Catacocha y de los 14 barrios aledaños hasta el año 2050 y que a su vez permita prescindir del caudal de agua subterránea de los pozos existentes.

Las alternativas planteadas para los componentes del sistema de abastecimiento se diferenciaron básicamente en el estudio hidrológico y garantía de abastecimiento de las fuentes de captación de agua superficial así como el trazado y características geológico – geotécnicas de las líneas de conducción para cada caso. Los componentes restantes como: estructuras de captación, planta de tratamiento, reservas y redes de distribución, tienen una sola alternativa que sería la que pasa a diseño definitivo.

Las fuentes de agua superficial utilizadas para la comparación y análisis de alternativas, fueron las recomendadas en el numeral 2.4 de los términos de referencia del presente proyecto, estas son:

- Fuentes de agua superficial sector Landapo, quebradas (Landapo Izquierda, Landapo Derecha, Honda, Tushe)
- Fuentes de agua superficial del sector río San Luis, cuenca alta del Río Puyango, quebradas Payana 1 y 2, Río San Luis.

De los pre diseños realizados, se concluye que la alternativa óptima es la N°1 correspondiente a la captación y conducción de agua superficial desde las quebradas ubicadas en el sector Lauro Guerrero, cantón Paltas, provincia de Loja, dicha alternativa reúne características, condiciones técnicas y operativas que aseguran el cumplimiento de metas y objetivos del proyecto. Los componentes que lo conforman, como son obras de captación, desarenador, sistema de conducción, planta de tratamiento, tanques de reserva y redes de distribución, han sido diseñados en base a normativas técnicas vigentes y experiencias de los profesionales que trabajaron en su ejecución.

En los estudios y diseños de Infraestructura Sanitaria se aplicaron las siguientes normas:



CPE INEN 5. Parte 9 – 1: 1992.

CPE INEN 5. Parte 9 – 2: 1997.

NTE INEN 1108: 2011 Cuarta Revisión.

Las soluciones propuestas cubren de forma integral el requerimiento de agua potable de los habitantes de la ciudad de Catacocha y barrios aledaños dentro del periodo de diseño de 30 años

Los costos directos de la construcción de las obras han sido analizados, son razonables y reflejan la situación actual del mercado.

#### **4.1.1. Descripción de la Ingeniería del Proyecto**

La alternativa óptima seleccionada para realizar el diseño definitivo de las obras que conformarán el nuevo sistema regional de agua potable para la ciudad de Catacocha y barrios aledaños, comprende un sistema totalmente a gravedad, desde la captación hasta la planta de tratamiento de agua potable.

*A pesar de que en la alternativa óptima seleccionada no se ha considerado reutilizar vertientes o pozos profundos existentes del actual sistema de abastecimiento de agua de la ciudad de Catacocha, es recomendable que en base a la evaluación y diagnóstico realizado en la primera fase del presente proyecto, se de mantenimiento y repotenciación a las siguientes fuentes de captación que se consideran más importantes desde el punto de vista de cantidad de caudal:*

| <b>Fuente de captación existente</b> | <b>Caudal promedio (L/s)</b> |
|--------------------------------------|------------------------------|
| Vertiente Palto                      | 3.0                          |
| Pozo1 Conzacola                      | 2.51                         |
| Pozo2 Chapango                       | 1.85                         |
| Pozo 3 San Pedro Mártir              | 1.14                         |
| Pozo 6 san Pedro Mártir              | 1.83                         |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>10.33</b>                 |

*Las fuentes de captación existentes indicadas anteriormente, suman un caudal promedio de aproximadamente 10 L/s, valor considerable y que puede servir para situaciones de emergencia que puedan ocurrir durante la vida útil del nuevo sistema de agua potable proyectado, por ello es de suma importancia que se mantengan activos y*



*se les dé un mantenimiento de una periodicidad no mayor a los 6 meses. Las fuentes de captación mencionadas, actualmente se encuentran funcionando de tal manera que podrán incorporarse con facilidad al nuevo sistema.*

Las fuentes de agua superficial seleccionadas para captar el caudal necesario son 5 quebradas de montaña cuyos nombres son: “Landapo Izquierda, Landapo Derecha, Honda, Tushe y Chinchal”, las cual presentan características cualitativas y cuantitativas adecuadas para cumplir con el propósito del presente proyecto.

Las quebradas anteriormente mencionadas, se encuentran en las microcuencas del sector Lauro Guerrero perteneciente al cantón Paltas, estas presentan lechos de tipo rocoso lo cual garantiza la estabilidad de las obras de captación, además los sitios de captación seleccionados se encuentra a una altura que permite conducir a gravedad el caudal hasta la planta de tratamiento de agua potable ubicada en el sector Jatumpamba.

La línea de conducción que aproximadamente tiene una longitud de 42Km, se considera el componente más importante del proyecto, el diámetro de la tubería es de 355mm, el 80% es de Polietileno de alta densidad (PEAD) y el 20% es de acero, ha sido proyectada de tal manera que en lo posible se aproveche los caminos existentes, con el fin de evitar al máximo daños ambientales. El trazado de la conducción se ha realizado considerando que este pase lo más cerca posible de los 14 barrios que forman parte del proyecto, es así que el primer punto obligado para el trazado es el barrio Velacruz, en donde se hace la primera derivación de caudal, desde este punto se continúa hasta la planta de tratamiento.

La planta de tratamiento se ubicará a una altura promedio aproximada de 2011msnm desde la cual se distribuirá el agua potable a gravedad al 99% de la población beneficiaria del proyecto. La distribución de agua potable no es 100% a gravedad debido a que existen unas pocas viviendas de los barrios Velacruz y Naranjo Palto que se encuentran en una cota superior a la planta de tratamiento, para lo cual se debe bombear hacia un tanque de cota adecuada que permita distribuir el agua a gravedad.

El abastecimiento de agua para los barrios que están ubicados entre la planta de tratamiento y la ciudad de Catacocha, se hará mediante tramos de conducción que abastecerán a cada uno de los tanques de reserva existentes en cada barrio y desde estos se realizará la distribución a la red correspondiente.

Para el abastecimiento de la ciudad de Catacocha se ha considerado alimentar desde la PTAP a tres tanques de reserva, dos nuevos ubicados en los sectores Ayuma y



Colinas del Calvario y uno existente ubicado en Cruz del Calvario, de igual manera se ha subdividido la red de distribución en tres zonas, cada una de estas será alimentada por un tanque de reserva. La zona 1 será abastecida por el tanque ubicado en Colinas del Calvario, la zona 2 por el tanque de Cruz del Calvario y la zona 3 por el tanque de Ayuma.

Por la topografía irregular y los desniveles existentes en la ciudad de Catacocha, en cada zona de la red de distribución se han considerado válvulas reductoras de presión, con lo cual se ha logrado mantener las presiones adecuadas.

Para los barrios que se encuentran ubicados luego de la ciudad de Catacocha, junto a la vía que va a Macará, se ha considera que sean abastecidos desde el tanque ubicado en el sector Colinas del Calvario, desde el cual saldrán tramos de tuberías que alimentarán a cada uno de los tanques de reserva existentes.

#### **4.1.1.1. Parámetros de diseño para el sistema de agua potable**

##### *a) Período y etapas de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable.*

##### *- Período de diseño*

El período de diseño es de 30 años, considerando como año base el 2020.

##### *- Dotación de agua potable*

La dotación actual determinada en función de los consumos registrados por la UMAPAP durante el año 2015, es de **130 L/hab/día**.

La dotación futura proyectada para el periodo de diseño, es la siguiente:

| <b>Urbana (L/hab/día)</b> | <b>Rural (L/hab/día)</b> |
|---------------------------|--------------------------|
| 190                       | 100                      |

##### *- Demanda o consumo de agua*

En un período de 30 años, considerando el 2020 como año base, se determina una población al 2050 de 13371 habitantes.



**Tabla18.** Resumen de población futura urbana y rural.

| Horizonte de diseño (año) | Población futura urbana (habitantes) | Población futura rural (habitantes) | Población total (habitantes) |
|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 2050                      | 10811                                | 2560                                | <b>13371</b>                 |

- *Caudales de diseño*

En base a las recomendaciones de la Norma de Diseño INEN (NORMA CO 10.7 – 601 y 602), se adoptan los siguientes factores de consumo:

**Coficiente de día de máximo consumo**

| Zona Urbana | Zona Rural |
|-------------|------------|
| 1.3         | 1.25       |

**Coficiente de hora de máximo consumo**

| Zona Urbana | Zona Rural |
|-------------|------------|
| 2           | 3          |

Los caudales de diseño definidos son los siguientes:

**Tabla19.** Caudales de diseño.

| Caudal (L/s)          | Primera etapa (año 2050) |       |              | Segunda etapa (año 2080) |       |              |
|-----------------------|--------------------------|-------|--------------|--------------------------|-------|--------------|
|                       | Urbano                   | Rural | Total        | Urbano                   | Rural | Total        |
| Medio diario Qmd      | 23.77                    | 3.56  | 27.33        | 27.84                    | 5.29  | 33.13        |
| Máximo diario QMD     | 30.90                    | 4.45  | <b>35.35</b> | 36.19                    | 6.61  | <b>42.80</b> |
| Máximo horario QMH    | 47.54                    | 10.68 | 58.22        | 55.68                    | 15.87 | 71.55        |
| De captación          | 37.08                    | 5.34  | 42.42        | 43.43                    | 7.93  | 51.36        |
| De conducción         | 33.99                    | 4.9   | <b>38.89</b> | 39.81                    | 7.27  | <b>47.08</b> |
| Planta de tratamiento | 33.99                    | 4.9   | 38.89        | 39.81                    | 7.27  | 47.08        |
| Red de distribución   | 57.54                    | 10.68 | 68.22        | 65.68                    | 15.87 | 81.55        |

- *Volumen de reserva o almacenamiento*

La planta de tratamiento de agua potable ha sido diseñada para un caudal de **40 L/s**.

**Tabla20.** Volumen de reserva o almacenamiento.

| Volumen              | (año 2050)    |               |               |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|
|                      | Urbano        | Rural         | Total         |
| Regulación           | 513.43        | -             |               |
| Contra incendio      | 164.4         | -             |               |
| Emergencia           | 128.36        | -             |               |
| <b>Total Reserva</b> | <b>806.19</b> | <b>153.79</b> | <b>959.98</b> |



Se ha proyectado construir dos nuevos tanques de reserva en la ciudad de Catacocha, cada uno tendrá una capacidad de 500 m<sup>3</sup>, el primero se ubicará en el sector Ayuma y el segundo en Colinas del calvario.

#### b) Estudios topográficos

Los estudios topográficos, por la extensión del proyecto se presentan en el anexo A.

#### c) Fuentes de abastecimiento

### Características de la fuente de captación

Las fuentes de captación son cuerpos de agua superficial que se encuentran dentro de las microcuencas del sector Lauro Guerrero, no cuentan con estaciones hidrométricas ni pluviográficas por lo tanto no existe un registro estadístico de aforos, por lo que los caudales han sido generados en función de precipitaciones mensuales registradas en las estaciones más cercanas a las microcuencas.

Las estaciones consideradas se encuentran ubicadas en la Cuenca del Río Puyango, en la siguiente tabla, se presentan las estaciones consideradas y su ubicación:

**Tabla 21: Estaciones Pluviométricas circundantes al área de estudio.**

| ESTACION       | TIPO | CODIGO | COORDENADAS GEOGRAFICAS |             | ALTITUD | PERIODO DE REGISTRO |          | UBICACIÓN      | INSTITUCION |
|----------------|------|--------|-------------------------|-------------|---------|---------------------|----------|----------------|-------------|
|                |      |        | LATITUD                 | LONGITUD    |         | DESDE               | HASTA    |                |             |
|                |      |        | S                       | W           |         |                     |          |                |             |
| Mercadillo     | PV   | M-762  | 4G 1' 10"               | 79G 59' 5"  | 1125    | 01/01/1972          | Continúa | Alamor         | EX-PREDESUR |
| Lauro Guerrero | PV   | M-760  | 3G 58' 5"               | 79G 45' 31" | 1910    | 01/01/1972          | Continúa | Lauro Guerrero | EX-PREDESUR |
| Ciano          | PV   | M-753  | 3G 55' 35"              | 79G 57' 40" | 1470    | /02/1973            | Continúa | Ciano          | EX-PREDESUR |

CO: Climatológica Ordinaria

PV: Pluviométrica

Las características geomorfológicas de las microcuencas hidrográficas en estudio hasta los sitios de interés como son los puntos de captación, se han determinado utilizando mapas a escala 1:50000.

Las características principales de las microcuenca hasta el punto de captación se presentan en la siguiente tabla:



**Tabla 22: Parámetros morfológicos de las microcuencas en análisis.**

| Parámetro                                         | Landapo Derecha              | Landapo Izquierda            | Quebrada Honda               | Tushe                        | Chinchal                     |
|---------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Área (Km <sup>2</sup> )                           | 0.37                         | 0.81                         | 0.28                         | 1.15                         | 0.39                         |
| Perímetro (Km)                                    | 2.94                         | 3.53                         | 2.67                         | 5.28                         | 2.57                         |
| Longitud axial de la cuenca (Km)                  | 1.18                         | 1.15                         | 1.13                         | 1.8                          | 1                            |
| Ancho máximo (Km)                                 | 0.34                         | 0.87                         | 0.37                         | 0.97                         | 0.58                         |
| Kc                                                | 1.37                         | 1.11                         | 1.42                         | 1.39                         | 1.16                         |
| Forma                                             | Oval redonda a oval oblonga. | Casi redonda a oval redonda. | Oval redonda a oval oblonga. | Oval redonda a oval oblonga. | Casi redonda a oval redonda. |
| Tendencia a crecidas violentas y de gran magnitud | Media                        | Alta                         | Media                        | Media                        | Media                        |
| Índice de alargamiento (Ia)                       | 3.46                         | 1.32                         | 3.04                         | 1.86                         | 1.71                         |
| Pendiente media cuenca (%)                        | 56.43                        | 79.93                        | 60.73                        | 29.44                        | 46.61                        |
| Longitud del cauce principal(Km)                  | 1.1                          | 0.68                         | 0.93                         | 1.74                         | 0.91                         |
| Densidad de drenaje (Km/Km <sup>2</sup> )         | 2.98                         | 0.85                         | 3.29                         | 2.04                         | 2.33                         |

#### d) Calidad de agua

Los resultados de los análisis de agua de fuentes de abastecimiento superficiales han sido comparados con el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), Libro VI, Anexo I: Norma de Calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua, Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

En la siguiente tabla se presenta los resultados de los parámetros físico químico de las Quebradas Landapo Derecha, Landapo Izquierda, Honda, Tushe y Chinchal.

**Tabla 23: Resultado de parámetros físico químico de las Quebradas Landapo Derecha, Landapo Izquierda, Honda, Tushe y Chinchal.**

| DESCRIPCION                     | Ph    | Conductividad (µS/cm) | Color aparente | Color real | Sólidos disueltos | Dureza | Oxígeno disuelto | Salinidad (%) | Sólidos sedimentables (mg/l) | Sólidos suspendidos | Sólidos totales | Turbidez (FAUNTU) |
|---------------------------------|-------|-----------------------|----------------|------------|-------------------|--------|------------------|---------------|------------------------------|---------------------|-----------------|-------------------|
| TULSMA:Libro VI-Anexo I-Tabla 1 | 6 a 9 |                       |                | 75         |                   |        |                  |               |                              |                     |                 | 100               |
| Landapo Izquierda               | 8     | 77                    | <9             | <9         | 42                | 26     | 7,2              | <2,6          | <2                           | 10                  | 60              | 6                 |
| Landapo Derecha                 | 8     | 84                    | <9             | <9         | 46                | 30     | 7,3              | <2,6          | <2                           | 8                   | 59              | 4                 |
| Quebrada Honda                  | 8     | 99                    | <9             | <9         | 55                | 35     | 7,4              | <2,6          | <2                           | <5                  | 63              | <4                |
| Quebrada Tushe                  | 8     | 102                   | <9             | <9         | 56                | 35     | 7                | <2,6          | <2                           | 10                  | 77              | 5                 |
| Quebrada Chinchal               | 8     | 99                    | <9             | <9         | 55                | 35     | 7,4              | <2,6          | <2                           | <5                  | 63              | <4                |



Comparando los resultados obtenidos con los valores establecidos en la Tabla 1 del Libro VI anexo 1 del TULSMA, todos parámetros están dentro de la normativa. En las siguientes figuras se representan los parámetros antes citados.

A continuación se presenta los valores de los aniones y no metales de las muestras de agua de las quebradas antes citadas.

**Tabla 24: Valores de los aniones y no metales de las Quebradas Landapo Derecha, Landapo Izquierda, Honda, Tushe y Chinchal.**

| Descripción/Parámetros           | Cloruro<br>(mg/l) | fluoruro<br>(mg/l) | Fosfato<br>(mg/l) | Nitrato<br>(mg/l) | Nitrito<br>(mg/l) | Sulfato<br>(mg/l) |
|----------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| TULSMA: Libro VI-Anexo I-Tabla 1 |                   | 1,5                |                   | 50                | 0,2               | 500               |
| Landapo Izquierda                | 0,15              | <0,05              | <0,5              | 0,07              | <0,05             | 3                 |
| Landapo Derecha                  | 0,15              | <0,05              | <0,5              | 0,12              | <0,05             | 5,2               |
| Quebrada Honda                   | 0,16              | <0,05              | <0,5              | <0,05             | <0,05             | 8,6               |
| Quebrada Tushe                   | 0,21              | <0,05              | <0,5              | 0,19              | <0,05             | 7,8               |
| Quebrada Chinchal                | 0,16              | <0,05              | <0,5              | <0,05             | <0,05             | 8,6               |

Se aprecia que los valores de los parámetros fluoruro, nitrato, nitrito y sulfato en ninguna de las fuentes de agua están sobre los límites establecidos en la normativa.

En la siguiente tabla se presenta los valores de los parámetros orgánicos y microbiológicos de las muestras de agua de las quebradas Landapo Derecha, Landapo Izquierda, Honda, Tushe y Chinchal.

**Tabla 25: Valores de los parámetros orgánicos y microbiológicos de las Quebradas Landapo Derecha, Landapo Izquierda, Honda, Tushe y Chinchal**

| Descripción                      | DBO (mg/l) | DQO<br>(mg/l) | Coliformes<br>fecales<br>(NMP/100ml) | Coliformes<br>totales<br>(NMP/100ml) |
|----------------------------------|------------|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| TULSMA: Libro VI-Anexo I-Tabla 1 | <2         | <4            | 1000                                 |                                      |
| Landapo izquierda                | <2         | <5            | 90                                   | 430                                  |
| Landapo Derecha                  | <2         | <5            | 90                                   | 750                                  |
| Quebrada Honda                   | <2         | <5            | 230                                  | 430                                  |
| Quebrada Tushe                   | <2         | <5            | 40                                   | 240                                  |
| Quebrada Chinchal                | <2         | <5            | 230                                  | 430                                  |

Como se puede observar todas las fuentes de agua se encuentran dentro de los límites establecidos en el TULSMA.



A continuación se presenta los valores de metales totales de las muestras de agua de las quebradas Landapo Derecha, Landapo Izquierda, Honda, Tushe y Chinchal.

**Tabla 26: Valores de metales pesados de las Quebradas Landapo D, Landapo I, Honda, Tushe y Chinchal.**

| Parámetros       | TULSMA:Libro VI-Anexo I-Tabla 1 | Landapo Izquierda | Landapo Derecha | Quebrada Honda | Quebrada Tushe | Quebrada Chinchal |
|------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------|
| Aluminio (mg/l)  |                                 | 0,32              | 0,240           | <0,01          | 0,44           | <0,01             |
| Antimonio (mg/l) |                                 | <0,0002           | <0,0002         | <0,0001        | <0,0002        | <0,0001           |
| Arsénico (mg/l)  |                                 | <0,001            | <0,001          | <0,0005        | <0,001         | <0,0005           |
| Azufre (mg/l)    |                                 | <2                | <2              | <1             | 3              | <1                |
| Bario (mg/l)     | <b>1,00</b>                     | 0,0027            | 0,0026          | 0,0028         | 0,0087         | 0,0028            |
| Boro (mg/l)      |                                 | <0,04             | <0,04           | <0,02          | <0,04          | <0,02             |
| Cadmio (mg/l)    | <b>0,02</b>                     | <0,0002           | <0,0002         | <0,0001        | <0,0002        | <0,0001           |
| Calcio (mg/l)    |                                 | 8,4               | 9,9             | 12,0           | 13,0           | 12,0              |
| Cobalto (mg/l)   |                                 | <0,0002           | <0,0002         | <0,0001        | <0,0002        | <0,0001           |
| Cobre (mg/l)     | <b>2,00</b>                     | <0,01             | <0,01           | 0,009          | <0,01          | 0,009             |
| Cromo (mg/l)     |                                 | <0,0004           | <0,0004         | <0,0002        | 0,0009         | <0,0002           |
| Estaño (mg/l)    |                                 | <0,001            | <0,001          | <0,0005        | <0,0001        | <0,0005           |
| Estroncio (mg/l) |                                 | 0,045             | 0,050           | 0,054          | 0,069          | 0,054             |
| Fósforo (mg/l)   |                                 | <0,1              | <0,1            | <0,05          | <0,1           | <0,05             |
| Hierro (mg/l)    | <b>1,00</b>                     | 0,250             | 0,17            | <0,02          | 0,39           | <0,02             |
| Litio (mg/l)     |                                 | <0,001            | <0,001          | <0,005         | <0,001         | <0,005            |
| Magnesio (mg/l)  |                                 | 1,6               | 1,2             | 1,2            | 1,3            | 1,2               |
| Manganeso (mg/l) |                                 | 0,011             | 0,0066          | <0,0005        | 0,014          | <0,0005           |
| Mercurio (mg/l)  | <b>0,006</b>                    | <0,0002           | <0,0002         | <0,0001        | <0,0002        | <0,0001           |
| Molibdeno (mg/l) |                                 | <0,0004           | <0,0004         | <0,0002        | <0,0004        | <0,0002           |
| Níquel (mg/l)    |                                 | 0,002             | 0,002           | <0,001         | 0,003          | <0,001            |
| Plata (mg/l)     |                                 | <0,0002           | <0,0002         | <0,0001        | <0,0002        | <0,0001           |
| Plomo (mg/l)     | <b>0,01</b>                     | 0,0021            | 0,0250          | <0,0005        | 0,003          | <0,0005           |
| Potasio (mg/l)   |                                 | 0,120             | <0,1            | <0,05          | 0,17           | <0,05             |
| Selenio (mg/l)   | <b>0,01</b>                     | <0,002            | <0,002          | <0,001         | <0,002         | <0,001            |
| Silicio (mg/l)   |                                 | 7,0               | 6,50            | 6,20           | 7,50           | 6,20              |
| Sodio (mg/l)     |                                 | 3,2               | 2,90            | 2,80           | 3,10           | 2,80              |
| Talio (mg/l)     |                                 | <0,0002           | <0,0002         | <0,0001        | <0,0002        | <0,0001           |
| Uranio (mg/l)    |                                 | <0,0002           | <0,0002         | <0,0001        | <0,0002        | <0,0001           |
| Vanadio (mg/l)   |                                 | 0,0043            | 0,0034          | 0,0011         | 0,0029         | 0,0011            |
| Zinc (mg/l)      |                                 | <0,01             | <0,01           | <0,005         | <0,01          | <0,005            |

Los valores de metales totales de las distintas fuentes de agua superficial se encuentran dentro de los límites permitidos en la normativa antes citada a excepción de las concentraciones de plomo.

Para verificar el plomo existente en la quebrada mencionada, se procedió a realizar dos muestras adicionales, cuyos resultados de laboratorio se anexan, y los valores del plomo obtenidos son de **0,009 mg/lit** (agosto del año 2019) y **<LD(<0.010) mg/lit**, (septiembre del año 2019), lo que demuestra que no hay la existencia de plomo en cantidades que sobrepasan los límites permitidos en aguas para consumo humano. Las quebradas analizadas y de abastecimiento para las poblaciones mencionadas, son bastantes protegidas con cobertura vegetal y todas provienen de acuíferos de poco recorrido hasta el sitio de captación, no hay indicios de contaminación por ningún tipo de agente externo.



En toda el área donde se ubican las captaciones, no hay presencia de cultivos, por lo tanto, no hay utilización de pesticidas, plaguicidas y abonos químicos, como también ninguna actividad minera o descargas de aguas servidas por cualquier actividad en la zona de intervención.

**Resultados de los ensayos realizados a las quebradas Landapo Derecha y Landapo Izquierda**

| Parámetros                   | TULSMA:Libro VI-Anexo I-Tabla 1 | Landapo Derecha (Lab. UTPL) | Landapo Derecha (Lab. Senagua) | Landapo Izquierda (Lab. Senagua) |
|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Temperatura (°C)             |                                 |                             | 16.60                          | 15.30                            |
| Oxígeno Disuelto (mg/l)      |                                 |                             | 7.80                           | 8.06                             |
| Porcentaje de O <sub>2</sub> |                                 |                             | 102.40                         | 104.80                           |
| Presión Atmosférica (hPa)    |                                 |                             | 797                            | 797                              |
| Conductividad (uS/cm)        |                                 |                             | 88.60                          | 65.00                            |
| Salinidad Hach (%)           |                                 |                             | 0.05                           | .04                              |
| Aluminio (mg/l)              |                                 |                             | 0,037                          | 0,031                            |
| Bario (mg/l)                 | <b>1,00</b>                     |                             | 4                              | 3                                |
| Boro (mg/l)                  |                                 |                             | 0,7                            | 0,6                              |
| Cadmio (mg/l)                | <b>0,01</b>                     |                             | 0,0036                         | 0,0031                           |
| Cobalto (mg/l)               |                                 |                             | 0,06                           | 0,05                             |
| Cobre (mg/l)                 | <b>2,00</b>                     |                             | 0,17                           | 0,14                             |
| Cromo (mg/l)                 |                                 |                             | 0,02                           | 0,02                             |
| Dureza Ca (mg/l)             |                                 |                             | 0,21                           | 0,18                             |
| Dureza Mg (mg/l)             |                                 |                             | 0,11                           | 0,09                             |
| Hierro (mg/l)                | <b>1,00</b>                     |                             | 0,10                           | 0,08                             |
| Litio (mg/l)                 |                                 |                             | 0,027                          | 0,023                            |
| Molibdeno (mg/l)             |                                 |                             | 1,50                           | 1,20                             |
| Nitrato (mg/l)               | <b>10</b>                       |                             | 1,7                            | 1,4                              |
| Nitrito (mg/l)               | <b>1</b>                        |                             | 6                              | 5                                |
| Nitrógeno Total (mg/l)       |                                 |                             | 13                             | 11                               |
| Níquel (mg/l)                |                                 |                             | 0,058                          | 0,051                            |
| Plata (mg/l)                 | <b>0,05</b>                     |                             | 0,022                          | 0,019                            |
| <b>Plomo (mg/l)</b>          | <b>0,01</b>                     | <b>&lt;LD(&lt;0.010)</b>    | <b>0,009</b>                   | <b>0,007</b>                     |
| Potasio (mg/l)               |                                 |                             | 0,5                            | 0,4                              |
| Selenio (mg/l)               | <b>0,01</b>                     |                             | 0,07                           | 0,06                             |
| Zinc (mg/l)                  | 5,0                             |                             | 0,06                           | 0,05                             |

LD menor al límite de detección  
Análisis de agua realizados en 2019



#### *e) Estudio geológico*

El estudio geológico-geotécnico para el plan maestro de agua potable se presenta a continuación:

- *Levantamiento Geológico*

- o *Captaciones*

**Quebrada Landapo Izquierda:** Está compuesta por una capa superficial de arenas y gravas distribuidas en el cauce de la quebrada con una potencia de 0.86m determinado mediante geofísica, ver tabla 2, bajo esta subyace la roca madre compuesto de andesitas verdosas de alta dureza, apto para la cimentación de la obra de captación.

Geomorfológicamente, los taludes-laderas que forman el valle de la captación tienen pendientes no pronunciadas y no presentan riesgo alguno para el sitio de captación. El valle es un tanto abierto, pero en general encañonado por la presencia de rocas frescas.

**Quebrada Landapo derecha:** En el sitio de cimentación superficialmente aflora el basamento rocoso, compuesto de pizarras y filitas fracturadas de dureza media, pero que presentan una resistencia mayor en profundidad, por lo que es un lugar apto para cimentar.

Geomorfológicamente y a diferencia de Qda. Landapo izquierda esta captación es un valle estrecho, encañonado, con taludes verticales, afarallonados. Se observó que estos taludes han permanecido bastante estables a pesar del fracturamiento; con seguridad ha incidido la presencia de la roca fresca.

**Quebrada honda:** En la misma aflora una capa superficial de material de origen aluvial, arenas y gravas, de 0.68m de potencia determinado por geofísica, ver tabla 3, bajo lo cual subyacen pizarras y filitas fracturadas de dureza media, que son aptas para la cimentación de la obra de captación.



Desde el punto de vista geomorfológico tiene un relieve encañonado muy similar a Landapo derecha, pues presenta taludes casi verticales, que permanecen bastante estables.

**Quebrada Tushe:** Recubriendo al basamento rocoso hay una capa de hasta 0.12m de aluvial, bajo el aluvial está la roca fresca compuesta de andesitas de alta dureza, las cuales por su sólida consistencia se muestran aptas para cimentar la obra de captación.

El relieve del cauce donde se propone cimentar la captación es un tanto encañonado, con taludes pronunciados conformados por la misma roca fresca.

- *Prospección de calicatas*

### **Zonificación geotécnica**

Según los resultados obtenidos en laboratorio, y la documentación litológica in-situ, se diferenciaron 6 tramos (longitudes); en los que según la clasificación SUCS existe una preponderancia de suelos finos del orden de limos a arcillas, en su gran mayoría de baja plasticidad en toda la línea de conducción, a excepción del tramo 3 en el que existe gran cantidad de limos inorgánicos de elevada plasticidad.

A continuación, una descripción de cada uno de los tramos a lo largo de la línea de conducción.

**Tramo 1:** Abs 0+000 – Abs 0+5000, comprende los 5 primeros kilómetros y están compuestos de suelos color café oscuro, pertenecen al grupo de los limos inorgánicos de baja plasticidad (ML), y en poca cantidad limos de elevada plasticidad (MH). Estos suelos son producto de la meteorización de una alternancia de pizarras y andesitas indiferenciadas. Estos suelos presentan una humedad baja y consistencia baja hasta la profundidad de 1m en la que la excavabilidad del terreno fue sencilla, bajo esta profundidad el terreno presenta mayor consistencia a la excavación.

**Tramo2:** Abs 0+5000 – Abs 0+12000, está compuesto de suelos de color café claro, pertenecen al grupo de arcillas inorgánicas de baja plasticidad (CL), en menor cantidad están los limos de baja plasticidad (ML), estos suelos son producto de la meteorización de pizarras y filitas. Presentan ligera humedad en campo, no se ha registrado nivel



freático hasta la profundidad promedio de 1.2m, a partir de esta profundidad los suelos presentan mayor consistencia a la excavación.

**Tramo 3:** Abs 0+12000 – Abs 0+23000, está compuesto de suelos color café oscuro, existe una variación en el índice de plasticidad del tramo anterior ya que en el grupo predominan los limos inorgánicos de baja plasticidad (ML) y limos inorgánicos de elevada plasticidad (MH), al igual estos suelos son producto de la meteorización de las pizarras y andesitas indiferenciadas; presentan baja humedad, sin presencia del nivel freático hasta la profundidad de 1.4m, debido a que el muestreo se realizó en periodo de verano, esto suelos presentan una alta consistencia debido a la ausencia de agua que se infiltre en sus partículas.

**Tramo 4:** Abs 0+23000 – Abs 0+28000, está compuesto de suelos color café claro, en el que predominan las arcillas de baja plasticidad (CL) y en menor cantidad los limos de baja plasticidad (ML), estos suelos son producto de la meteorización de andesitas de alta resistencia, presentan humedad baja, no se registró niveles freáticos, su consistencia fue baja hasta la profundidad de 1m.

**Tramo 5:** Abs 0+28000 – Abs 0+36000, está compuesto de suelos color café claro y café oscuro, en el que predominan los limos inorgánicos de baja plasticidad (ML) y en menor cantidad las arcillas de elevada plasticidad (CH), estos suelos son producto de la meteorización de andesitas verdosas, no se registraron niveles freáticos hasta la profundidad de 1m, los limos presentan mayor consistencia a la excavabilidad que las arcillas.

**Tramo 6:** Abs 0+36000 – Abs 0+50000, está compuesto de suelos color café claro, en el que predominan las arcillas de baja plasticidad (CL) y en menor cantidad los limos de elevada plasticidad (MH), estos suelos son producto de la meteorización de tobas y brechas volcánicas, la mayoría de los suelos conservan las características mineralógicas de la roca, los tramos compuesto de limos presentan menor consistencia que las arcillas.



○ *Prospección geofísica*

### **Captación Quebradas Landapo Izquierda y Landapo Derecha.**

En la Qda. Landapo izquierda, el perfil geo-eléctrico presenta la siguiente conformación en profundidad:

- Un horizonte de 0.86m de espesor de aluviales, representados de color azul oscuro.
- Bajo este horizonte se encuentra una capa de 2.66m de potencia gravas y arenas compactas representadas en color turquesa.
- El color verde limón representa un horizonte de 4.15m de espesor y representa rocas de resistencia baja (alto grado de fracturación o baja dureza), compuesto de pizarras y andesitas.
- Bajo ésta subyace un horizonte con un espesor de 4.15m y de color violeta que corresponde a las andesitas de elevada resistencia.

La Qda. Landapo derecha en profundidad tiene los siguientes horizontes:

- En superficie tiene una capa muy fina de material aluvial, el cual no registra datos de resistividad aparente debido a que el sondeo pasa directamente al sustrato rocoso; en este perfil existe una alternancia de rocas fracturadas y rocas sana, superficialmente se encuentran las Pizarras y filitas fracturadas representadas de color verde limón con un espesor de 1.04m.
- A continuación, se reporta una horizonte de andesitas de elevada resistencia representadas de color violeta con un espesor de 3.82m,
- Luego subyace de forma alternativa las pizarras fracturadas con una potencia de 3.2m.

### **Captación quebrada honda**

Para esta captación se realizó el sondeo SEV3, la que presenta un perfil con 4 horizontes geo-eléctricos (litologías) que presentan diferentes grados de resistividad:

- la resistividad más baja de color azul oscuro, tiene 0.68m de espesor, compuesta de aluviales, arenas y gravas no compactadas.



- bajo la capa de aluvial se encuentran dos capas de pizarras y filitas distintas entre sí por su diferente valor de resistividad, el primero tiene un espesor de 0.69m representando por el color celeste, el segundo subyace con un espesor de 7.11 metros representado por el color verde limón.
- las andesitas que subyacen las pizarras tienen un espesor indeterminado y el mayor valor de resistividad.

### Quebrada Tushe

Se realizó la exploración geofísica mediante el sondeo SEV4; el perfil en profundidad muestra 2 rangos de resistividades aparentes que se caracterizan a 2 tipos de litologías:

- el primero representado de color azul oscuro, con un espesor de 0.12m, representa a los aluviales de la Quebrada Tushe compuestos de arenas y gravas no compactadas.
- los tres colores, amarillo, rosado y naranja representan a las andesitas verdosas cuya resistencia y resistividad crecen en profundidad.

- *Evaluación mediante ensayo de penetración*

### Planta De Tratamiento

En el SPT-1, **Jatumpamba - Calicata N°1**, se determinó un solo tipo de estrato correspondiente a un limo de baja plasticidad arenoso, del tipo “ML”, de color café claro, desde 0,00 metros hasta 5,00 metros de profundidad. Durante la exploración de esta calicata no se encuentra nivel freático.

En el SPT-2, **Jatumpamba - Calicata N°2**, se determinó tres tipos de estrato: el primer estrato corresponde a un limo de baja plasticidad con arena, del tipo “ML”, de color café, desde 0,00 metros hasta 2,00 metros de profundidad; el segundo estrato corresponde a un limo de alta plasticidad, del tipo “MH”, de color café, desde 2,00 metros hasta 3,00 metros de profundidad; el tercer estrato corresponde a un limo de baja plasticidad arenoso, del tipo “ML”, de color café claro, desde 3,00 metros hasta 6,00 metros de profundidad. Durante la exploración de esta calicata no se encuentra nivel freático.



En el SPT-3, **Jatupamba- Calicata N°3**, se determinó un solo tipo de estrato correspondiente a un limo de baja plasticidad, del tipo “ML”, desde 0,00 metros hasta 6,00 metros de profundidad, de color café desde 0,00 metros hasta 3,00 metros de profundidad y de color café claro desde 3,00 metros hasta 6,00 metros de profundidad. Durante la exploración de esta calicata no se encuentra nivel freático.

En el SPT-4, **Jatupamba - Calicata N°4**, se determinó tres tipos de estrato: el primer estrato corresponde a un limo de alta plasticidad con arena, del tipo “MH”, de color café, desde 0,00 metros hasta 2,00 metros de profundidad; el segundo estrato corresponde a una arena limosa, del tipo “SM”, de color café, desde 2,00 metros hasta 3,00 metros de profundidad; el tercer estrato corresponde a un limo de baja plasticidad arenoso, del tipo “ML”, de color café claro, desde 3,00 metros hasta 5,00 metros de profundidad. Durante la exploración de esta calicata no se encuentra nivel freático.

#### **Tanques reserva.**

En el SPT-5, **Colinas del Calvario - Calicata N°1**, se determinó dos tipos de estrato: el primer estrato corresponde a una arcilla de media plasticidad con arena, del tipo “CL”, de color café, desde 0,00 metros hasta 3,00 metros de profundidad; el segundo estrato corresponde a una arcilla de alta plasticidad, del tipo “CH”, de color café, desde 3,00 metros hasta 6,00 metros de profundidad. Durante la exploración de esta calicata no se encuentra nivel freático.

En el SPT-6, **Colinas del Calvario - Calicata N°2**, se determinó dos tipos de estrato: el primer estrato corresponde a un limo de baja plasticidad, del tipo “ML”, de color café, desde 0,00 metros hasta 2,00 metros de profundidad; el segundo estrato corresponde a una arcilla de media plasticidad, del tipo “CL”, de color café, desde 2,00 metros hasta 5,00 metros de profundidad. Durante la exploración de esta calicata no se encuentra nivel freático.

En el SPT-7, **Colinas del Calvario - Calicata N°3**, se determinó un solo tipo de estrato correspondiente a un limo de baja plasticidad con arena, del tipo “ML”, de color plomo, desde 0,00 metros hasta 5,00 metros de profundidad. Durante la exploración de esta calicata no se encuentra nivel freático.



En el SPT-8, **Velacruz - Calicata N°1**, se determinó un solo tipo de estrato correspondiente a un limo de baja plasticidad, del tipo “ML”, de color café claro, desde 0,00 metros hasta 5,00 metros de profundidad. Durante la exploración de esta calicata no se encuentra nivel freático.

En el SPT-9, **Las Cochas - Calicata N°1**, se determinó un solo tipo de estrato correspondiente a una grava arcillosa con arena, del tipo “GC”, de color café oscuro, desde 0,00 metros hasta 5,00 metros de profundidad. Durante la exploración de esta calicata no se encuentra nivel freático.

En el SPT-10, **Opoloca - Calicata N°1**, se determinó un solo tipo de estrato correspondiente a una grava arcillosa con arena, del tipo “GC”, de color anaranjado, desde 0,00 metros hasta 5,00 metros de profundidad. Durante la exploración de esta calicata no se encuentra nivel freático.

En el SPT-11, **Ayuma - Calicata N°1**, se determinó un solo tipo de estrato correspondiente a una arcilla de media plasticidad con arena, del tipo “CL”, de color café, desde 0,00 metros hasta 4,00 metros de profundidad. Durante la exploración de esta calicata no se encuentra nivel freático.

*f) Estudio de suelos*

El detalle del estudio geológico-geotécnico y de suelos se encuentra en el Anexo C.

*g) Estudio hidrológico*

El presente informe corresponde al estudio hidrológico de las microcuencas de las vertientes Landapo derecha, Landapo izquierda, Tushe, Quebrada Honda y Chinchal ubicadas en la Parroquia Lauro Guerrero y las microcuencas de las vertientes Payanas y Río San Luis pertenecientes a la Cuenca del río Puyango, dicho estudio tiene por objeto proporcionar información hidrológica básica necesaria para realizar el proyecto (Ver Anexo B).



- *Estaciones pluviométricas consideradas*

Las microcuencas del sector Lauro Guerrero, no cuentan con estaciones hidrométricas ni pluviográficas por lo tanto no existe un registro estadístico de aforos, por lo que los caudales han sido generados en función de precipitaciones mensuales registradas en las estaciones más cercanas a las microcuencas.

Las estaciones consideradas se encuentran ubicadas en la Cuenca del Río Puyango y específicamente en las microcuencas de la parroquia Lauro Guerrero.

- *Características de las microcuencas*

Las características principales de las microcuenca hasta el punto de captación se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 27.** Parámetros morfológicos de las microcuencas en análisis.

| Parámetro                                         | Landapo Derecha              | Landapo Izquierda            | Quebrada Honda               | Tushe                        | Chinchal                    |
|---------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Área (Km <sup>2</sup> )                           | 0.37                         | 0.81                         | 0.28                         | 1.15                         | 0.39                        |
| Perímetro (Km)                                    | 2.94                         | 3.53                         | 2.67                         | 5.28                         | 2.57                        |
| Longitud axial de la cuenca (Km)                  | 1.18                         | 1.15                         | 1.13                         | 1.80                         | 1.00                        |
| Ancho máximo (Km)                                 | 0.34                         | 0.87                         | 0.37                         | 0.97                         | 0.58                        |
| Kc                                                | 1.37                         | 1.11                         | 1.42                         | 1.39                         | 1.16                        |
| Forma                                             | Oval redonda a oval oblonga. | Casi redonda a oval redonda. | Oval redonda a oval oblonga. | Oval redonda a oval oblonga. | Casi redonda a oval redonda |
| Tendencia a crecidas violentas y de gran magnitud | Media                        | Alta                         | Media                        | Media                        | Alta                        |
| Índice de alargamiento (Ia)                       | 3.46                         | 1.32                         | 3.04                         | 1.86                         | 1.71                        |
| Pendiente media cuenca (%)                        | 56.43                        | 79.93                        | 60.73                        | 29.44                        | 46.61                       |
| Longitud del cauce principal(Km)                  | 1.10                         | 0.68                         | 0.93                         | 1.74                         | 0.91                        |
| Densidad de drenaje (Km/Km <sup>2</sup> )         | 2.98                         | 0.85                         | 3.29                         | 2.04                         | 2.33                        |



- *Distribución Geográfica de la precipitación*

De acuerdo a la distribución de la precipitación, se observan las siguientes variaciones:

**Tabla 28.** Distribución de la precipitación

| Microcuenca       | Precipitación máx. anual |      | Precipitación mín. anual |      | Precipitación media anual (mm) |
|-------------------|--------------------------|------|--------------------------|------|--------------------------------|
|                   | (mm)                     | año  | (mm)                     | año  |                                |
| Landapo derecha   | 3862.3                   | 1998 | 835.5                    | 1985 | 1950                           |
| Landapo izquierda | 3867.2                   | 1998 | 836                      | 1985 | 1950                           |
| Quebrada Honda    | 3860.3                   | 1998 | 835.3                    | 1985 | 1950                           |
| Tushe             | 3853.6                   | 1998 | 834.6                    | 1985 | 1950                           |
| Chinchal 1        | 3853.0                   | 1998 | 834                      | 1985 | 1950                           |

- *Disponibilidad de caudales*

La normativa Ecuatoriana vigente, en el numeral 4.2.8, recomienda que los caudales medios mensuales o medios diarios, provenientes de fuentes superficiales deben tener una garantía de abastecimiento ininterrumpido según los valores dados en la tabla V.6:

**TABLA V.6** Caudales medios mensuales para fuentes de aguas superficiales

| CATEGORÍA DEL USUARIO | GARANTÍA DE ABASTECIMIENTO DE CAUDALES MEDIO MENSUALES PARA FUENTES DE AGUAS SUPERFICIALES, % |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| I                     | 95                                                                                            |
| II                    | 90                                                                                            |
| III                   | 85                                                                                            |

De acuerdo a la categoría del usuario, la garantía de abastecimiento de caudales medio mensuales para fuentes de agua superficial que corresponde al presente proyecto es de 90%.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los caudales disponibles en las fuentes de captación, para probabilidades de ocurrencia que van desde el 90 hasta el 95%, el detalle del cálculo se presenta en el ANEXO B.



**Tabla 29: Caudales de 90 - 95% de probabilidad de ocurrencia**

| Microcuenca  | Probabilidad de ocurrencia |              |              |              |              |              |
|--------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|              | 90%                        | 91%          | 92%          | 93%          | 94%          | 95%          |
| Landapo I.   | 17.10                      | 15.50        | 13.90        | 12.30        | 10.50        | 8.70         |
| Landapo D.   | 11.80                      | 10.60        | 9.30         | 8.10         | 7.00         | 6.20         |
| Q. Honda     | 11.20                      | 10.00        | 8.90         | 7.70         | 6.80         | 6.00         |
| Tushe        | 19.30                      | 17.90        | 16.60        | 15.20        | 13.20        | 11.00        |
| Chinchal     | 11.11                      | 10.01        | 9.02         | 7.92         | 6.93         | 6.20         |
| <b>Total</b> | <b>70.51</b>               | <b>64.01</b> | <b>57.72</b> | <b>51.22</b> | <b>44.43</b> | <b>38.10</b> |

**Tabla 30: Caudales de 90 - 95% de probabilidad de ocurrencia conservando el 10% como caudal ecológico para conservación de especies.**

| Microcuenca  | Probabilidad de ocurrencia - Q.ecológico(10%) |              |              |              |              |              |
|--------------|-----------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|              | 90% - Q.ecol                                  | 91% - Q.ecol | 92% - Q.ecol | 93% - Q.ecol | 94% - Q.ecol | 95% - Q.ecol |
| Landapo I.   | 15.39                                         | 13.95        | 12.51        | 11.07        | 9.45         | 7.83         |
| Landapo D.   | 10.62                                         | 9.54         | 8.37         | 7.29         | 6.30         | 5.58         |
| Q. Honda     | 10.08                                         | 9.00         | 8.01         | 6.93         | 6.12         | 5.40         |
| Tushe        | 17.37                                         | 16.11        | 14.94        | 13.68        | 11.88        | 9.90         |
| Chinchal     | 10.10                                         | 9.10         | 8.20         | 7.20         | 6.30         | 5.58         |
| <b>Total</b> | <b>63.56</b>                                  | <b>57.70</b> | <b>52.03</b> | <b>46.17</b> | <b>40.05</b> | <b>34.29</b> |

Al evaluar cada fuente, se debe tener la seguridad que el caudal disponible a través de ella sea mayor o igual al caudal máximo diario del sistema de abastecimiento.

La normativa Ecuatoriana vigente, en el numeral 4.5.10, recomienda lo siguiente:

“Se considerará como caudal de diseño (Qd), al caudal necesario para atender la demanda de agua, estimada para satisfacer las necesidades de una determinada comunidad, al final del período de diseño del proyecto”, para el presente estudio el caudal de diseño para el año 2050 es Qmd= 27.33 L/s, sin embargo, con el objeto de aumentar la seguridad del sistema de abastecimiento de agua potable se ha considerado que la capacidad de la fuente sea mayor o igual al caudal máximo diario del sistema de abastecimiento, en el presente caso QMD= 35.35 L/s, esto se cumple considerando una probabilidad de ocurrencia del 94% con lo cual se obtiene un caudal de **40.05 L/s**.



- Estudio de crecidas

Los resultados de caudales de crecidas obtenidos se presentan a continuación:

**Tabla 31.** Caudales de crecidas estimados para el proyecto.

| MÉTODO                                         | Landapo Derecha | Landapo Izquierda | Quebrada Honda | Tushe       | Chinchal    |
|------------------------------------------------|-----------------|-------------------|----------------|-------------|-------------|
| 1. H.U. sintético de Snyder(m <sup>3</sup> /s) | 1.32            | 3.48              | 1.12           | 2.86        | 1.6         |
| 2. Método Racional (m <sup>3</sup> /s)         | 0.95            | 2.35              | 0.82           | 2.98        | 1.01        |
| <b>Caudal adoptado (m<sup>3</sup>/s)</b>       | <b>1.13</b>     | <b>2.91</b>       | <b>0.97</b>    | <b>2.92</b> | <b>1.35</b> |

Analizando el cuadro anterior se ve una similitud en los caudales de crecidas estimados para las microcuencas del sector Lauro Guerrero, esto se debe a que el Método Racional es recomendable para cuencas pequeñas con  $A < 5 \text{Km}^2$  (Viessman y Hammer, 1993). Se ha definido los caudales de crecida para las obras de protección de la captación como un promedio de los caudales de ambas metodologías correspondientes para Landapo Izquierda, Landapo Derecha, Quebrada Honda, Chinchal 1 y Tushe.

4.1.1.2. Diseño de los componentes del sistema de agua potable

a) Captación

Las obras de captación han sido ubicadas en base al requerimiento de carga para lograr una conducción a gravedad así como de estabilidad de los sitios de implantación.

En la siguiente tabla se presentan las elevaciones definitivas de implantación de las bocatomas así como los caudales de diseño:

**Tabla 32.** Coordenadas de implantación obras de captación

| ELEMENTO  |              | UTM WGS84 17S |            |           | Caudal de diseño(L/s) |
|-----------|--------------|---------------|------------|-----------|-----------------------|
|           |              | NORTE         | ESTE       | ELEVACIÓN |                       |
| CAPTACIÓN | Q. Landapo I | 9563313       | 633823.25  | 2070.295  | 10                    |
|           | Q. Landapo D | 9563321       | 633970.563 | 2068.401  | 10                    |
|           | Q. Honda     | 9563378       | 634638.063 | 2068.429  | 5                     |
|           | Q. Tushe     | 9563132       | 636292.5   | 2080.464  | 15                    |
|           | Q. Chinchal  | 9563918       | 637091     | 2066.896  | 5                     |

Considerando las características topográficas de los sitios de implantación de las obras de captación y su ubicación relativamente alejada de los centros poblados, se justifica



la selección de un tipo de obra de captación, en la que se pueda garantizar un funcionamiento adecuado, en lo posible sin o con mínimo mantenimiento.

Se ha seleccionado como obra de toma al tipo de captación con rejilla de fondo, la rejilla a utilizarse es de tipo no convencional y se conoce como “Rejilla de efecto Coanda”, está tiene una inclinación de 45° que garantiza la autolimpieza.

La Rejilla de Efecto Coanda permite la eficaz separación de finos sedimentos de un flujo de agua en diversos tipos de captaciones. La rejilla opera captando agua limpia a partir de un flujo supercrítico cargado de sedimentos, para este efecto, tal flujo, pasa por sobre una malla de alambres, que se encuentran orientados horizontalmente, perpendicular a la dirección del flujo. Cada alambre se encuentra ligeramente inclinado con respecto a su eje de tal modo que el borde delantero se convierte en una superficie de impacto, que facilita la captación. El ángulo de inclinación típico de cada alambre ( $\phi$ ) es 5°, sin embargo ángulos en el rango 3-6° se encuentran disponibles en el mercado. La separación entre alambres (s) suele ser 1 mm o menos. Este tipo de rejas permite reducir considerablemente la obra de desarenación.

El diseño de la captación comprende los siguientes elementos:

- Rejilla de efecto Coanda
- Dique o Azud
- Galería y caja de recolección
- Cajones de conexión de flujo (CCF)
- Desarenador

Para la unión de los caudales de cada una de las quebradas, se han considerado 2 cajones de conexión de flujo y un desarenador, estas estructuras conectan los caudales provenientes de las captaciones de la siguiente manera:

CCF1: Une los caudales de las captaciones de las quebradas Landapo Izquierda y Landapo derecha

CCF2: Une los caudales provenientes del CCF1 y captación de quebrada Honda



Desarenador: Une los caudales provenientes de CCF2 y captaciones de quebrada Tushe y Chinchal.

El dimensionamiento de las obras de toma se presenta en la memoria de cálculo, Anexo D, Diseños Hidráulicos.

#### b) Línea de conducción

La línea de conducción para el nuevo sistema de agua potable de la ciudad de Catacocha y barrios aledaños, ha sido diseñada de tal manera que transporte la totalidad del caudal requerido por la población de diseño, con esto se prescindiría del caudal de pozos existentes, sin embargo se recomienda que estos reciban el mantenimiento adecuado para que puedan abastecer de agua en caso de una emergencia por algún daño en la línea de conducción o en el caso de que en algún mes crítico durante el funcionamiento del sistema, los caudales de las fuentes no cubran la demanda de caudal.

El sistema de conducción se inicia en las captaciones de cada una de las 5 quebradas consideradas dentro del estudio, desde estas parten los tramos que más adelante se unen en cajas de conexión de flujo que integran los caudales parciales de algunas quebradas que luego serán conducidos hasta el desarenador.

Existen dos cajones de conexión de flujo (CCF), el primero integra los caudales de las quebradas Landapo Izquierda y Landapo Derecha, el segundo integra los caudales provenientes del CCF1 y quebrada Honda, desde el CCF2 parte un tramo de conducción que llega hasta el desarenador, en esta estructura se incorporan los caudales de las quebradas Tushe y Chinchal.

El sistema de conducción está conformado de la siguiente manera:

- Tramos de conducción desde las captaciones de las quebradas Landapo Izquierda y Landapo Derecha hasta el CCF1.
- Tramo de conducción desde el CCF1 hasta el CCF2.
- Tramo de conducción desde la captación de la quebrada Honda hasta el CCF2.
- Tramo de conducción desde el CCF2 hasta el desarenador
- Tramo de conducción desde la captación de la quebrada Tushe hasta el desarenador



- Tramo de conducción desde la captación de la quebrada Chinchal hasta el desarenador.
- Tramo de conducción desde el desarenador hasta la PTAP.
- Tramo impulsión desde la PTAP hasta el tanque de distribución del barrio Naranjo Palto.
- Tramo de conducción desde la PTAP hasta los tanques de distribución de los barrios La Supa, El placer, San Pedro Mártir – Chapango.
- Tramo de conducción desde la PTAP hasta los tanques de distribución de Ayuma, Cruz del Calvario y Colinas del Calvario ubicados en la ciudad de Catacocha.
- Tramo de conducción desde el tanque Colinas del Calvario hasta el tanque de distribución de los barrios Sauce y Purón.
- Tramo de conducción desde el tanque Colinas del Calvario hasta el tanque de distribución del barrio Rancho Grande.
- Tramo de conducción desde el tanque Colinas del Calvario hasta los tanques de distribución de los barrios Rancho Grande-Onbonga, Opoluca Alto y Opoluca Bajo.

El tramo de conducción más importante y que conduce la totalidad del caudal, es el que parte desde el desarenador abscisa 0+000 y llega a la Planta de tratamiento de agua potable, ubicada en el sector Jatumpamba, la longitud real de tubería es de 42.37 Km., el desnivel que existe entre estos dos puntos es de 39.85 m.

Aproximadamente el 20% (8600m) de la tubería de la línea de conducción principal es de Acero, el 80% restante es de Polietileno de alta densidad PEAD-PE100.

Los tramos de alta presión que requieren tubería de acero son los siguientes:

| Desde abscisa | Hasta abscisa |
|---------------|---------------|
| 20+370        | 24+378        |
| 24+841        | 27+167        |
| 27+401        | 27+950        |
| 38+699        | 40+216        |

El trazado de la línea de conducción se ha realizado considerando la ubicación de los barrios rurales que forman parte del proyecto, un punto obligado para dicho trazado es el barrio Velacruz, abscisa 34+482.90, durante el desarrollo de este tramo, la tubería pasa cerca de los siguientes poblados:



**Tabla 33.** Puntos de importancia cerca de la línea de conducción

| Sector      | Parroquia     | Abscisa | Distancia aproximada |
|-------------|---------------|---------|----------------------|
| Angamaza    | Santa Rufina  | 8+732   | 10m Norte            |
| Chalanga    | Buena Vista   | 15+716  | ---                  |
| Granadillo  | San Antonio   | 20+317  | 410m Norte           |
| Y de Olmedo | Santa Bárbara | 25+089  | 714m Sur Oeste       |
| Las Cidras  | Santa Bárbara | 26+831  | 20m Norte            |
| Chivatos    | Santa Bárbara | 30+539  | 40m Sur              |

En el barrio Velacruz, se deriva un ramal que entrega un caudal de 1.07 L/s, el mismo que servirá para abastecer a las poblaciones de Puritaca, Velacruz, Sigiro y Agua Rusia.

Desde Velacruz hasta la PTAP, no se hace ninguna otra derivación o entrega de caudal. El resto de barrios rurales y la ciudad de Catacocha, son abastecidos a gravedad desde la PTAP, a excepción del barrio Naranjo Palto, el mismo que debido a su elevación, se requiere impulsar el agua desde la PTAP hasta el tanque alto de distribución.

El sistema de conducción para el nuevo plan maestro regional de agua potable de la ciudad de Catacocha y barrios aledaños se compone de 22 tramos, los cuales están conformados de la siguiente manera:



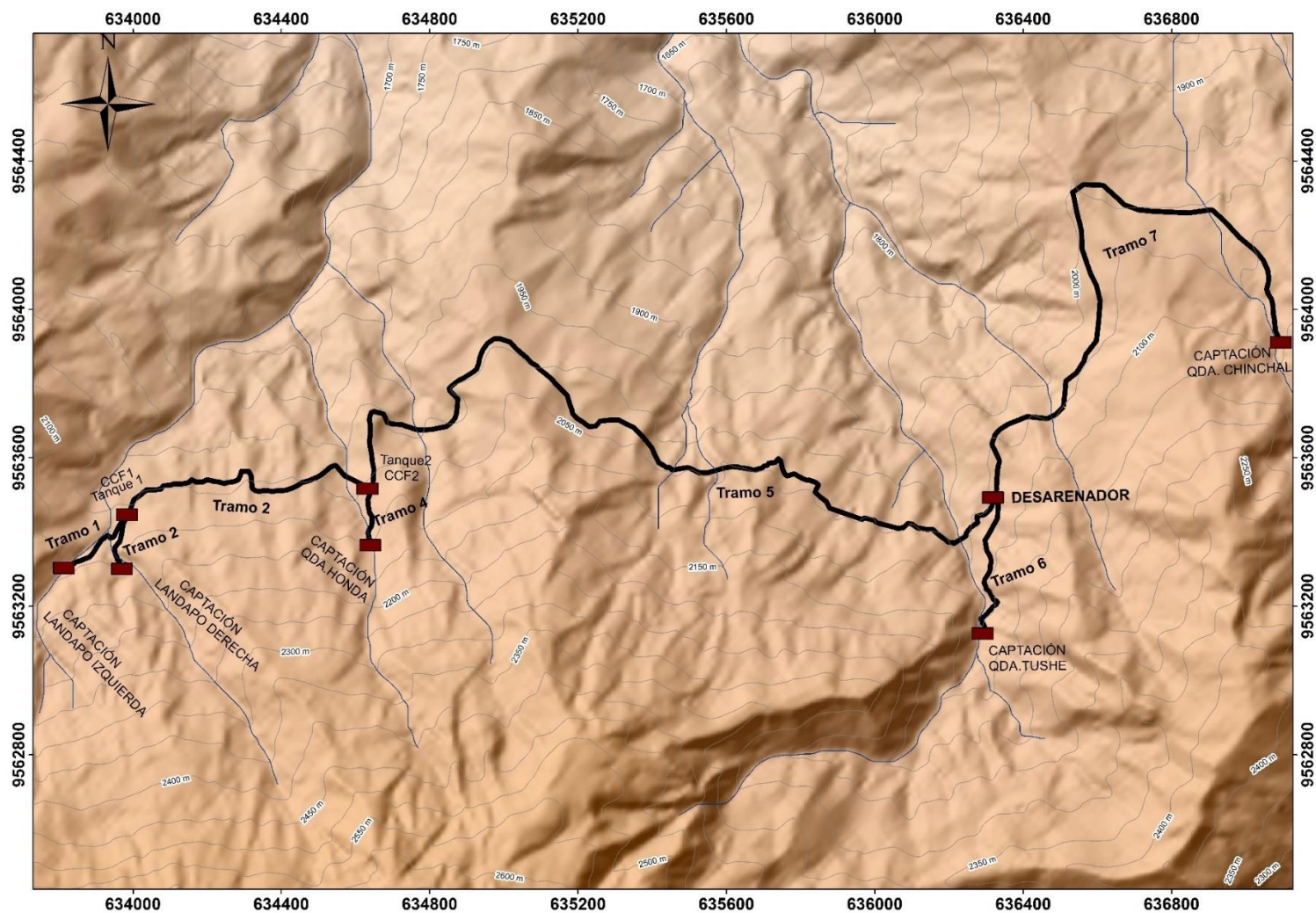
**“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACocha Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURON Y OPOLUCA”**

**Tabla 34. Tramos de conducción**

| TRAMO<br>N° | INICIO                                 |              |               |            |                                                                                              | FIN                                 |               |            |          |               |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
|-------------|----------------------------------------|--------------|---------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------|------------|----------|---------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|             | ELEMENTO                               |              | UTM WGS84 17S |            |                                                                                              | ELEMENTO                            | UTM WGS84 17S |            |          |               | DESNIVEL<br>(m) | Q diseño<br>(L/s)                                                                                                                                                                                                                                                  | OBSERVACIONES |
|             |                                        |              | NORTE         | ESTE       | ELEVACIÓN                                                                                    |                                     | NORTE         | ESTE       | ELEV.(m) | LONG.<br>(km) |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 1           | CAPTACIÓN                              | Q. Landapo I | 9563313       | 633823.25  | 2070.295                                                                                     | CAJON DE CONEXIÓN DE FLUJO 1 (CCF1) | 9563439.41    | 633985.13  | 2065.518 | 0.22          | 4.78            | 10.00                                                                                                                                                                                                                                                              |               |
| 2           |                                        | Q. Landapo D | 9563321       | 633970.563 | 2068.401                                                                                     |                                     |               |            |          | 0.13          | 2.88            | 10.00                                                                                                                                                                                                                                                              |               |
| 3           |                                        | CCF1         | 9563439.41    | 633985.13  | 2065.518                                                                                     | CAJON DE CONEXIÓN DE FLUJO 2 (CCF2) | 9563512.13    | 634644.638 | 2062.47  | 0.81          | 3.05            | 20.00                                                                                                                                                                                                                                                              |               |
| 4           |                                        | Q. Honda     | 9563378       | 634638.063 | 2068.429                                                                                     |                                     |               |            |          | 0.14          | 5.96            | 5.00                                                                                                                                                                                                                                                               |               |
| 5           |                                        | CCF2         | 9563512.13    | 634644.638 | 2062.465                                                                                     | DESARENADOR                         | 9563493.87    | 636325.52  | 2055.00  | 2.48          | 7.47            | 25.00                                                                                                                                                                                                                                                              |               |
| 6           |                                        | Q. Tushe     | 9563132       | 636292.5   | 2080.464                                                                                     |                                     |               |            |          | 0.41          | 25.46           | 15.00                                                                                                                                                                                                                                                              |               |
| 7           |                                        | Q. Chinchal  | 9563918       | 637091     | 2066.896                                                                                     |                                     |               |            |          | 1.83          | 11.90           | 5.00                                                                                                                                                                                                                                                               |               |
| 8           | Desarenador                            | 9563493.87   | 636325.52     | 2055.00    | PTAP                                                                                         | 9556668                             | 654335.13     | 2015.15    | 41.55    | 39.85         | 38.89           | Conducción matriz, se diseña con 38.89 L/s hasta la abscisa 34+482.90 en donde se entrega un caudal de 1.07 L/s para las poblaciones de Velacruz, Puritaca, Sigiro y Agua Rusia, por lo que desde este punto, la conducción se diseña para un caudal de 37.82 L/s. |               |
| 9           | Conducción matriz                      | 9560363.61   | 657746.078    | 1917.52    | Tanque de reserva baja de impulsión para los barrios Velacruz, Puritaca, Sigiro y Agua Rusia | 9560321.13                          | 657794.96     | 1918.74    | 0.07     | ----          | 1.07            |                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 10          | PTAP                                   | 9556668.00   | 654335.13     | 2015.15    | Tanque de reserva barrio Las Cochas                                                          | 9551795.00                          | 659810.75     | 1390.52    | 10.93    | 624.63        | 0.94            |                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 11          |                                        |              |               |            | Tanque de reserva barrio Naranjo Palto                                                       | 9555482.59                          | 655141.47     | 2165.02    | 1.63     | -149.87       | 0.40            | Impulsión (bombeo)                                                                                                                                                                                                                                                 |               |
| 12          |                                        |              |               |            | Tanque de reserva La Supa                                                                    | 9555548.48                          | 652942.91     | 1839.18    | 0.06     | 175.97        | 0.22            |                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 13          |                                        |              |               |            | Tanque de reserva El Placer                                                                  | 9554249.00                          | 653675.56     | 1901.86    | 1.36     | 113.29        | 0.11            |                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 14          |                                        |              |               |            | Tanque de reserva San Pedro Mártir                                                           | 9553608.00                          | 652474.50     | 1795.86    | 5.03     | 219.30        | 0.65            |                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 15          |                                        |              |               |            | Tanque de reserva Colinas del Calvario                                                       | 9552601.00                          | 649680.81     | 1956.08    | 9.15     | 59.07         | 8.00            |                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 16          |                                        |              |               |            | Tanque de reserva Cruz del Calvario                                                          | 9552206.34                          | 649725.37     | 1896.95    | 0.22     | 118.20        | 15.00           |                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 17          |                                        |              |               |            | Tanque de reserva Ayuma                                                                      | 9550282.00                          | 650830.25     | 1955.12    | 3.80     | 60.03         | 13.00           |                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 18          | Tanque de reserva Colinas del Calvario | 9552601      | 649680.813    | 1956.077   | Tanque de reserva Rancho Grande                                                              | 9552741.00                          | 649757.00     | 1856.47    | 0.19     | 99.61         | 1.00            |                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 19          |                                        |              |               |            | Tanque de reserva Opoluca Bajo                                                               | 9554314.00                          | 646873.00     | 1102.34    | 4.42     | 853.74        | 0.79            |                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 20          |                                        |              |               |            | Tanque de reserva Ongonga                                                                    | 9553137.00                          | 648445.25     | 1399.93    | 0.20     | 556.15        | 0.10            |                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 21          |                                        |              |               |            | Tanque de reserva Opoluca Alto                                                               | 9553405.00                          | 647187.94     | 1194.05    | 0.02     | 762.03        | 0.37            |                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 22          |                                        |              |               |            | Tanque de reserva barrios El Sauce - Purón                                                   | 9554867.00                          | 650053.69     | 1394.38    | 2.94     | 561.70        | 0.62            |                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |



“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACOCCHA Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURON Y OPOLUCA”



**Figura 7.** Tramos de conducción captaciones – CCF - desarenador



“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACOCHA Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURON Y OPOLUCA”

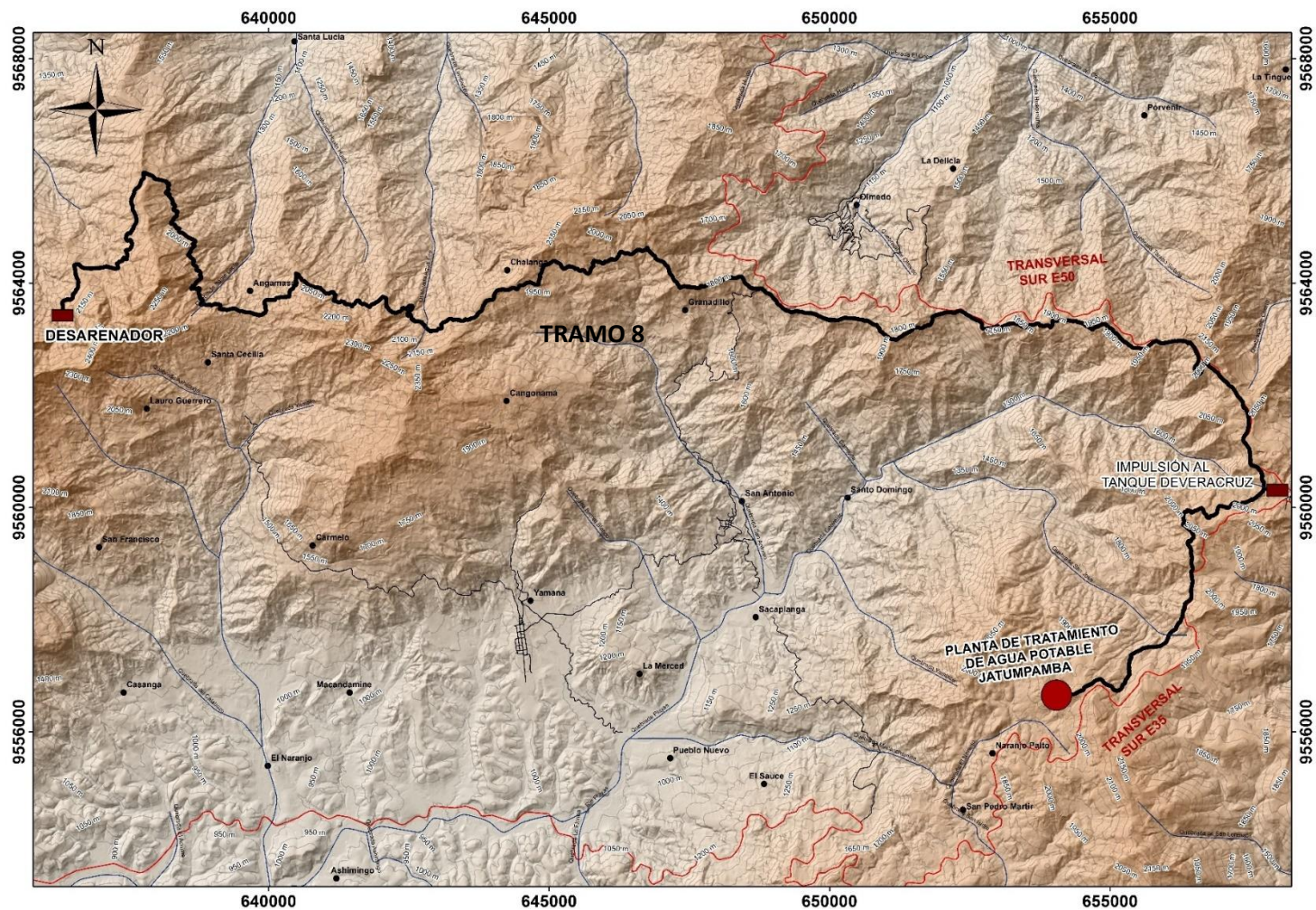
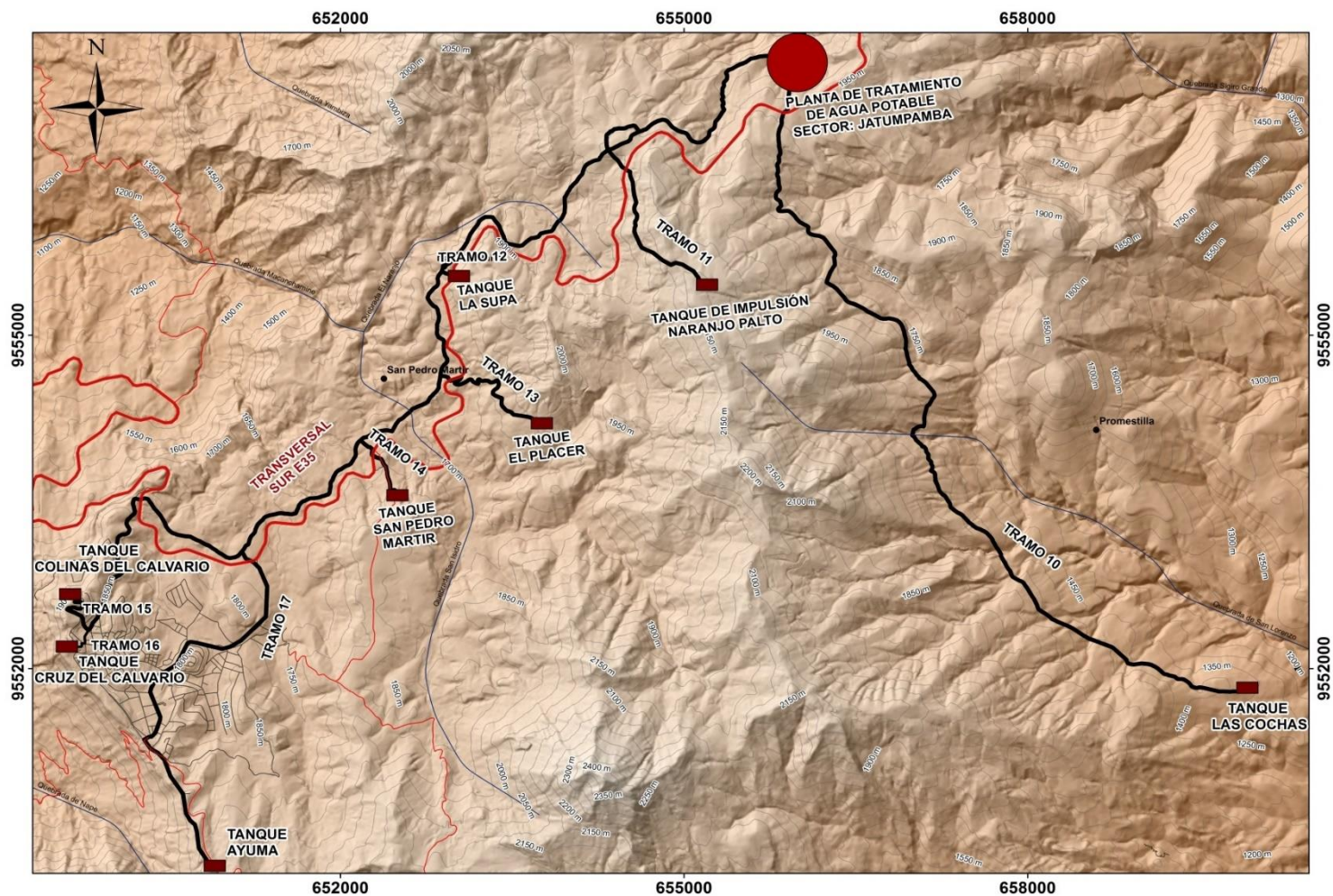


Figura 8. Tramo de conducción principal desarenador-PTAP



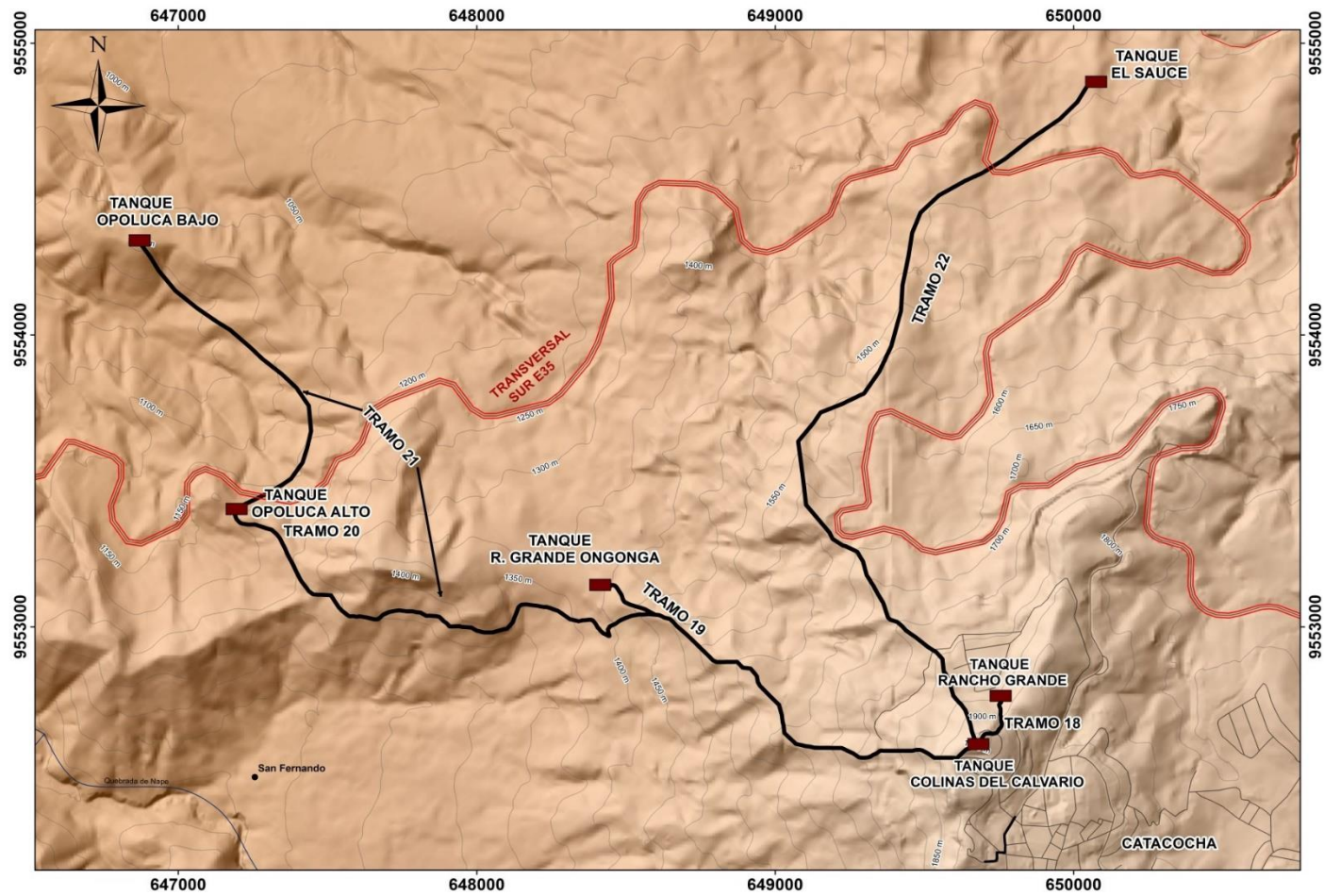
“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACOA Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURON Y OPOLUCA”



**Figura 9.** Tramos de conducción PTAP-tanques de barrios y tanques Catacocha



“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACOA Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURON Y OPOLUCA”



**Figura 10.** Tramos de conducción Tanque Colinas del Calvario – Tanques Barrios



A excepción del tramo 11, todos los tramos de conducción trabajan en su totalidad a presión por gravedad y han sido diseñados con el caudal máximo diario más el 10% ( $1.1 \times QMD$ ).

Para el diseño hidráulico de los tramos de conducción, el material de la tubería que se ha utilizado es el siguiente:

- Polietileno de alta densidad PEAD PE-100
- Acero al carbón sin costura

### PÉRDIDAS DE CARGA

Las presiones dinámicas de la línea de conducción se verificaron considerando las pérdidas por fricción de la tubería, para esto se utilizó la ecuación de Darcy-Weisbach.

### VALORES DEL COEFICIENTE $e$ de Darcy-Weisbach

0.0015 para tubería de polietileno de alta densidad

0.030 para tubería de acero.

### MODELACIÓN HIDRÁULICA

El cálculo hidráulico se realizó en régimen estacionario con el método de gradiente hidráulico, para ello se empleó el software Epanet.

La línea de conducción ha sido calculada de tal manera que en ningún punto de la tubería la línea piezométrica sea inferior a 2mca.

**Tabla 35.** Resumen de longitudes de tuberías en las líneas de conducción

| TRAMO                                      | LONGITUD (m) | MATERIAL          |
|--------------------------------------------|--------------|-------------------|
| QUEBRADA LANDAPO IZQUIERDA - TANQUE Nro. 1 | 230.00       | PEAD-160mm-PN8    |
| QUEBRADA LANDAPO DERECHA - TANQUE Nro. 1   | 136.00       | PEAD-160mm-PN8    |
| QUEBRADA HONDA - TANQUE Nro. 2             | 143.00       | PEAD-110mm-PN8    |
| QUEBRADA TUSHE - DESARENADOR               | 421.00       | PEAD-200mm-PN8    |
| TANQUE Nro.1 - TANQUE Nro. 2               | 870.00       | PEAD-250mm-PN8    |
| TANQUE Nro. 2 - DESARENADOR                | 2563.00      | PEAD-250mm-PN8    |
| QUEBRADA CHINCHAL - DESARENADOR            | 1144         | PEAD-110mm-PN6    |
|                                            | 420          | PEAD-110mm-PN8    |
|                                            | 220          | PEAD-110mm-PN10   |
|                                            | 100          | PEAD-110mm-PN12.5 |



**Tabla36.** Tramo Desarenador - PTAP

| MATERIAL          | LONGITUD (m) |
|-------------------|--------------|
| PEAD 355mm PN6    | 8183         |
| PEAD 355mm PN8    | 8668         |
| PEAD 355mm PN10   | 3760         |
| PEAD 355mm PN12.5 | 2620         |
| PEAD 355mm PN16   | 4207         |
| PEAD 355mm PN20   | 4121         |
| PEAD 355mm PN25   | 2960         |
| ACERO 14" Ced. 20 | 8803         |

**Tabla 37.** PTAP – Tanque de Reserva Barrio Las Cochas

| MATERIAL                | LONGITUD (m) |
|-------------------------|--------------|
| PEAD 40mm PN variable   | 7440         |
| PEAD 50mm PN variable   | 740          |
| PEAD 63mm PN25 variable | 2336         |
| <b>Total</b>            | <b>10516</b> |

**Tabla 38.** Impulsión PTAP – tanque de reserva alto Naranjo Palto

| MATERIAL              | LONGITUD (m) |
|-----------------------|--------------|
| PEAD 50mm PN variable | 1292         |
| ACERO 1 ½" Ced. 40    | 382          |
| <b>Total</b>          | <b>1674</b>  |

**Tabla 39.** PTAP- tanques de reserva barrios La Supa, El Placer, San Pedro Mártir – Chapango

| MATERIAL              | LONGITUD (m) |
|-----------------------|--------------|
| PEAD 40mm PN variable | 1425         |
| PEAD 50mm PN variable | 1604         |
| PEAD 63mm PN variable | 3425         |
| <b>Total</b>          | <b>6454</b>  |

**Tabla 40.** PTAP – tanques de reserva Ayuma, Cruz del Calvario, Colinas Del Calvario

| MATERIAL               | LONGITUD (m)    |
|------------------------|-----------------|
| PEAD 160mm PN variable | 265             |
| PEAD 200mm PN variable | 1968,30         |
| PEAD 225mm PN variable | 1228,36         |
| PEAD 250mm PN variable | 2368,66         |
| ACERO 6" Ced. 20       | 2258            |
| ACERO 8" Ced. 20       | 5609            |
| <b>Total</b>           | <b>13697,32</b> |



**Tabla 41.** Tanque de reserva Colinas Del Calvario – Tanques de reserva Rancho Grande

| MATERIAL        | LONGITUD (m) |
|-----------------|--------------|
| PEAD 40 mm PN10 | 350          |

**Tabla 42.** Tanque de reserva Colinas Del Calvario – Tanque de reserva El Sauce – Purón, Ongonga, Opoluca Alto y Bajo.

| MATERIAL              | LONGITUD (m) |
|-----------------------|--------------|
| PEAD 40mm PN variable | 6.864        |
| <b>Total</b>          | <b>6.864</b> |

**Tabla 43.** Tanque PTAP – Tanque de reserva Naranjo Palto

| MATERIAL              | LONGITUD (m) |
|-----------------------|--------------|
| PEAD 40mm PN variable | 1901         |
| <b>Total</b>          | <b>1901</b>  |

**Tabla 44.** Tanque de Reserva PTAP Velacruz – Tanque de reserva Velacruz Alto

| MATERIAL              | LONGITUD (m) |
|-----------------------|--------------|
| PEAD 63mm PN variable | 339          |
| TUBERÍA DE ACERO 2"   | 392          |
| <b>Total</b>          | <b>731</b>   |

Las tablas con los resultados de los cálculos hidráulicos, se presentan en el Anexo D (Diseños Hidráulicos)

## VÁLVULAS

En los tramos de conducción según el requerimiento, se han colocado válvulas de aire, de purga, de operación y mantenimiento y de control.

El diámetro de las válvulas de aire ha sido seleccionado en función de la recomendación de la normativa Ecuatoriana vigente, CPE INEN 5 Parte 9-1:1992, en su numeral 5.2.4.22

El diámetro de las válvulas de purga y la tubería de desagüe, ha sido calculado como 1/3 de del diámetro de la tubería principal, recomendación adoptada de RAS 2000, B.6.4.9.4. Cada estructura de desagüe consta de un dissipador de energía para evitar la socavación durante el vaciado respectivo.



Se han colocado válvulas de control cada 3Km de longitud en la conducción principal

En las siguientes tablas se presenta la ubicación de las válvulas en cada tramo del sistema de conducción:

**Tabla 44.** Resumen listado de válvulas tramos de conducción desde captación hasta desarenador

| TRAMO DE CONDUCCIÓN                                                  | ABSCISA  | V.A |           | V.P |           | COORDENADAS |            |
|----------------------------------------------------------------------|----------|-----|-----------|-----|-----------|-------------|------------|
|                                                                      |          | #   | Diám. (") | #   | Diám. (") | X           | Y          |
| CAPTACIÓN QUEBRADA LANDAPO IZQUIERDA - CAJÓN DE CONEXIÓN DE FLUJO #1 | 0+057.00 | 1   | 1         |     |           | 633869.74   | 9563327.84 |
|                                                                      | 0+140.00 |     |           | 1   | 2         | 633925.58   | 9563386.43 |
|                                                                      | 0+213.98 | 2   | 1         |     |           | 633969.75   | 9563428.24 |
| CAPTACIÓN QUEBRADA LANDAPO DERECHA - CAJÓN DE CONEXIÓN DE FLUJO #1   | 0+021.50 | 3   | 1         |     |           | 633956.47   | 9563332.83 |
|                                                                      | 0+047.00 |     |           | 2   | 2         | 633950.24   | 9563357.08 |
|                                                                      | 0+110.00 | 4   | 1         |     |           | 633972.22   | 9563414.37 |
| CAJÓN DE CONEXIÓN DE FLUJO #1 - CAJÓN DE CONEXIÓN DE FLUJO #2        | 0+174.28 | 5   | 1         |     |           | 634108.51   | 9563529.34 |
|                                                                      | 0+320.00 |     |           | 3   | 3         | 634246.44   | 9563531.14 |
|                                                                      | 0+423.36 | 6   | 1         |     |           | 634318.77   | 9563544.72 |
|                                                                      | 0+760.00 | 7   | 1         |     |           | 634595.11   | 9563539.55 |
| CAPTACIÓN QUEBRADA HONDA - CAJÓN DE CONEXIÓN DE FLUJO #2             | 0+113.91 |     |           | 4   | 2         | 634633.15   | 9563487.07 |
| CAJÓN DE CONEXIÓN DE FLUJO #2 - DESARENADOR                          | 0+150.93 | 8   | 1         |     |           | 634639.4    | 9563658.69 |
|                                                                      | 0+400.93 | 9   |           |     |           | 634808.15   | 9563677.21 |
|                                                                      | 0+453.61 |     |           | 5   | 3         | 634857.03   | 9563693.72 |
|                                                                      | 0+560.00 | 10  | 1         |     |           | 634853.83   | 9563786.96 |
|                                                                      | 0+852.19 | 11  | 1         |     |           | 635058.47   | 9563872.69 |
|                                                                      | 0+950.93 | 12  | 1         |     |           | 635132.34   | 9563807.89 |
|                                                                      | 1+112.63 | 13  | 1         |     |           | 635228.44   | 9563685.4  |
|                                                                      | 1+277.63 | 14  | 1         |     |           | 635372.11   | 9563659.18 |
|                                                                      | 1+327.18 |     |           | 6   | 3         | 635401.81   | 9563619.86 |
|                                                                      | 1+386.83 | 15  | 1         |     |           | 635437.52   | 9563575.09 |
|                                                                      | 1+550.93 | 16  | 1         |     |           | 635593.38   | 9563572.24 |
|                                                                      | 1+782.83 |     |           | 7   | 3         | 635781.15   | 9563556.18 |
|                                                                      | 1+920.93 | 17  | 1         |     |           | 635870.09   | 9563479.86 |
|                                                                      | 2+050.93 | 18  | 1         |     |           | 635983.89   | 9563435.23 |
| CAPTACIÓN QUEBRADA TUSHE - DESARENADOR                               | 2+173.73 | 19  | 1         |     |           | 636097.69   | 9563422.29 |
|                                                                      | 2+392.63 | 20  | 1         |     |           | 636275.33   | 9563424.04 |
|                                                                      | 0+151.91 | 21  | 1         |     |           | 636305.62   | 9563243.14 |
| CAPTACIÓN QUEBRADA CHINCHAL - DESARENADOR                            | 0+345.00 |     |           | 8   | 2         | 636320.29   | 9563418.39 |
|                                                                      | 0+370.11 | 22  | 1         |     |           | 636330.66   | 9563440.78 |
|                                                                      | 0+748.04 |     |           | 9   | 2         | 636614.53   | 9564333.52 |
|                                                                      | 0+878.30 | 23  | 1         |     |           | 636542.02   | 9564274.98 |
|                                                                      | 1+114.32 | 24  | 1         |     |           | 636601.16   | 9564048.74 |
|                                                                      | 1+336.82 | 25  | 1         |     |           | 636551.41   | 9563841.64 |
|                                                                      | 1+540.00 | 26  | 1         |     |           | 636423.99   | 9563710.46 |
|                                                                      | 1+760.00 | 27  | 1         |     |           | 636332.52   | 9563576.38 |



**Tabla 45.** Resumen listado de válvulas tramo de conducción principal (desarenador – PTAP)

| ABSCISA   | V.A |           | V.P |            | COORDENADAS |           |
|-----------|-----|-----------|-----|------------|-------------|-----------|
|           | #   | Diám. (") | #   | Diám. (mm) | X           | Y         |
| 0+015.40  | 1   | 2         |     |            | 9563506.40  | 636327.59 |
| 0+986.13  | 2   | 2         |     |            | 9564309.61  | 636534.74 |
| 1+000.00  |     |           |     |            | 9564314.44  | 636534.85 |
| 1+014.29  | 3   | 2         |     |            | 9564320.64  | 636539.70 |
| 1+090.40  |     |           | 1   | 110        | 9564333.39  | 636615.15 |
| 1+624.20  | 4   | 2         |     |            | 9564294.41  | 637121.15 |
| 1+861.20  | 5   | 2         |     |            | 9564301.08  | 637309.42 |
| 2+530.50  | 6   | 2         |     |            | 9564730.08  | 637552.99 |
| 2+821.10  | 7   | 2         |     |            | 9564890.19  | 637532.07 |
| 2+946.00  |     |           | 2   | 110        | 9564994.38  | 637593.72 |
| 2+980.00  |     |           |     |            | 9565025.62  | 637603.68 |
| 3+704.40  | 8   | 2         |     |            | 9565690.31  | 637645.73 |
| 4+946.50  | 9   | 2         |     |            | 9565504.53  | 638274.30 |
| 5+520.00  |     |           | 3   | 110        | 9565064.23  | 638262.41 |
| 5+770.90  | 10  | 2         |     |            | 9564928.80  | 638398.29 |
| 6+000.00  |     |           |     |            | 9564805.29  | 638580.87 |
| 6+449.40  | 11  | 2         |     |            | 9564511.31  | 638573.70 |
| 7+057.40  | 12  | 2         |     |            | 9564080.57  | 638787.81 |
| 7+740.00  | 13  | 2         |     |            | 9563684.30  | 638823.89 |
| 8+700.00  |     |           | 4   | 110        | 9563501.80  | 639527.99 |
| 9+126.40  | 14  |           |     |            | 9563472.26  | 639925.25 |
| 9+140.00  |     |           |     |            | 9563477.02  | 639942.12 |
| 9+768.20  |     |           | 5   | 110        | 9563755.16  | 640304.15 |
| 10+600.00 | 15  | 2         |     |            | 9563982.31  | 640697.14 |
| 10+959.30 | 16  | 2         |     |            | 9563825.35  | 640992.92 |
| 11+564.20 | 17  | 2         |     |            | 9563634.45  | 641354.53 |
| 11+885.00 |     |           | 6   | 110        | 9563694.01  | 641596.58 |
| 12+000.00 |     |           |     |            | 9563630.68  | 641676.24 |
| 12+888.20 | 18  | 2         |     |            | 9563466.14  | 642265.27 |
| 13+331.60 |     |           | 7   | 110        | 9563523.84  | 642533.43 |
| 13+920.00 | 19  | 2         |     |            | 9563224.29  | 642787.53 |
| 14+509.79 | 20  | 2         |     |            | 9563359.59  | 643218.67 |
| 14+520.00 |     |           |     |            | 9563363.20  | 643227.86 |
| 14+535.18 | 21  | 2         |     |            | 9563365.17  | 643242.75 |
| 14+772.40 | 22  | 2         |     |            | 9563326.15  | 643462.27 |
| 15+000.00 |     |           |     |            | 9563384.81  | 643665.45 |
| 15+068.30 |     |           | 8   | 110        | 9563430.68  | 643714.46 |
| 15+888.20 | 23  | 2         |     |            | 9563881.03  | 644271.16 |
| 16+604.20 | 24  | 2         |     |            | 9564082.92  | 644836.11 |
| 18+000.00 |     |           |     |            | 9564322.47  | 645787.55 |



“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACUCHA Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURON Y OPOLUCA”

|           | V.A |           | V.P |            | COORDENADAS |           |
|-----------|-----|-----------|-----|------------|-------------|-----------|
| ABSCISA   | #   | Diám. (") | #   | Diám. (mm) | X           | Y         |
| 18+438.95 |     |           | 9   | 110        | 9564427.01  | 646112.58 |
| 18+513.94 | 25  | 2         |     |            | 9564421.75  | 646183.84 |
| 18+896.60 | 26  | 2         |     |            | 9564513.39  | 646469.15 |
| 19+738.70 | 27  | 2         |     |            | 9564311.07  | 647096.56 |
| 20+185.63 | 28  | 2         |     |            | 9563936.53  | 647096.56 |
| 20+200.00 |     |           |     |            | 9563924.88  | 647324.96 |
| 20+216.44 | 29  | 2         |     |            | 9563919.39  | 647338.84 |
| 20+967.80 | 30  | 2         |     |            | 9564027.30  | 648037.74 |
| 21+000.00 |     |           |     |            | 9564042.10  | 648065.99 |
| 21+226.85 | 31  | 2         |     |            | 9564094.58  | 648279.76 |
| 22+135.80 | 32  | 2         |     |            | 9563728.33  | 649000.57 |
| 22+280.00 |     |           | 10  | 110        | 9563618.89  | 649090.35 |
| 22+560.00 | 33  | 2         |     |            | 9563482.47  | 649323.30 |
| 23+426.30 | 34  | 2         |     |            | 9563338.76  | 650148.72 |
| 23+910.10 | 35  | 2         |     |            | 9563335.27  | 650607.75 |
| 24+000.00 |     |           |     |            | 9563321.66  | 650692.25 |
| 24+004.90 |     |           | 11  | 110        | 9563318.71  | 650695.77 |
| 24+353.30 | 36  | 2         |     |            | 9563117.62  | 650945.94 |
| 24+569.90 | 37  | 2         |     |            | 9563000.25  | 651118.23 |
| 26+560.00 | 38  | 2         |     |            | 9563203.47  | 652725.04 |
| 27+221.40 | 39  | 2         |     |            | 9563274.36  | 653329.46 |
| 27+236.51 |     |           |     |            | 9563273.76  | 653344.54 |
| 27+528.20 |     |           | 12  | 110        | 9563260.80  | 653607.96 |
| 27+846.60 | 40  | 2         |     |            | 9563240.47  | 653905.90 |
| 28+485.50 | 41  | 2         |     |            | 9563304.88  | 654427.62 |
| 29+412.10 | 42  | 2         |     |            | 9563032.03  | 655175.82 |
| 30+000.00 |     |           |     |            | 9562867.81  | 655673.89 |
| 30+184.50 |     |           | 13  | 110        | 9562971.03  | 655823.72 |
| 30+920.00 | 43  | 2         |     |            | 9562870.16  | 656485.87 |
| 31+748.10 | 44  | 2         |     |            | 9562565.48  | 656696.36 |
| 32+580.50 | 45  | 2         |     |            | 9562001.39  | 657264.81 |
| 33+000.00 |     |           |     |            | 9561648.72  | 657460.94 |
| 33+033.00 |     |           | 14  | 110        | 9561617.60  | 657464.39 |
| 33+588.20 | 46  | 2         |     |            | 9561108.37  | 657438.69 |
| 34+685.40 | 47  | 2         |     |            | 9560204.19  | 657628.91 |
| 34+956.20 | 48  | 2         |     |            | 9560084.15  | 657395.57 |
| 35+816.60 | 49  | 2         |     |            | 9559817.76  | 656769.97 |
| 36+000.00 |     |           |     |            | 9559941.89  | 656666.10 |
| 36+011.70 |     |           | 15  | 110        | 9559953.02  | 656662.34 |
| 37+348.70 | 50  | 2         |     |            | 9559188.97  | 656436.37 |
| 38+585.83 | 51  | 2         |     |            | 9558040.77  | 656284.86 |
| 38+600.00 |     |           |     |            | 9558028.33  | 656278.49 |
| 38+616.63 | 52  | 2         |     |            | 9558015.47  | 656268.19 |
| 38+920.00 |     |           |     |            | 9557782.03  | 656095.17 |
| 39+001.40 |     |           | 16  | 110        | 9557716.82  | 656047.37 |
| 39+125.50 | 53  | 2         |     |            | 9557605.87  | 655996.60 |
| 39+629.90 | 54  | 2         |     |            | 9557454.88  | 655534.11 |
| 40+127.40 | 55  | 2         |     |            | 9557083.04  | 655343.78 |
| 40+549.68 | 56  | 2         |     |            | 9556741.54  | 655160.23 |
| 40+837.00 | 57  | 2         |     |            | 9556857.17  | 654920.62 |
| 40+939.30 |     |           | 17  | 110        | 9556928.45  | 654848.84 |
| 41+380.00 | 58  | 2         |     |            | 9556733.55  | 654484.27 |



## **ANCLAJES**

En tuberías a presión pueden presentarse fuerzas no balanceadas de empuje hidráulico, estas pueden ocasionarse en:

- Cambios de dirección vertical u horizontal
- Cambios de diámetro (reducciones)
- En cada extremidad (tapones)

Estos empujes dependen de:

- Radio de curvatura de la tubería
- Cabeza de velocidad
- Área de la sección del tubo
- Presión interna máxima de la tubería (presión de prueba)

Los empujes mencionados deben equilibrarse con el fin de evitar colapsos o desprendimientos de accesorios de la tubería por uno de los siguientes métodos:

Para tuberías a superficie, la restricción a empuje es provista por el peso muerto y la resistencia friccional, y se proveen de bloques de anclaje de concreto que incrementan el peso muerto o el área de resistencia del suelo.

Para tuberías enterradas, el empuje resultante de una deflexión angular puede ser resistido por su propio peso y por el esfuerzo de fricción, en esta forma una restricción adicional sería innecesaria.

Las reducciones y las Yes laterales son casos especiales donde el empuje longitudinal es resistido frecuentemente por compresión o empuje de la tubería.

## **DISEÑO DE ANCLAJES DE CONCRETO**

Los macizos de concreto se deben calcular para soportar esfuerzos debidos al empuje hidráulico, el cual se debe a la presión hidrostática e hidrodinámica.



Para el diseño de los anclajes se deben considerar además los siguientes aspectos:

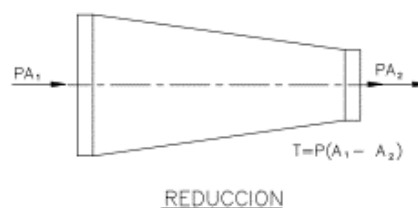
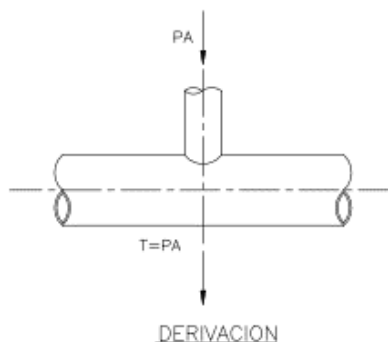
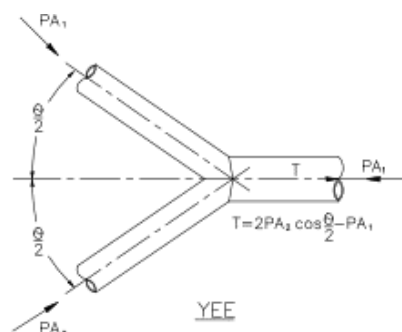
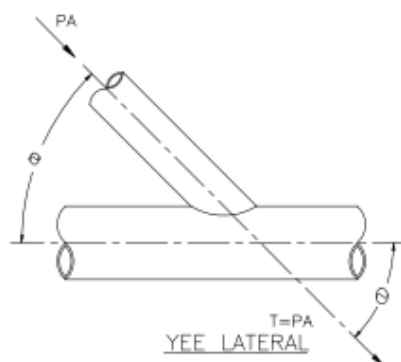
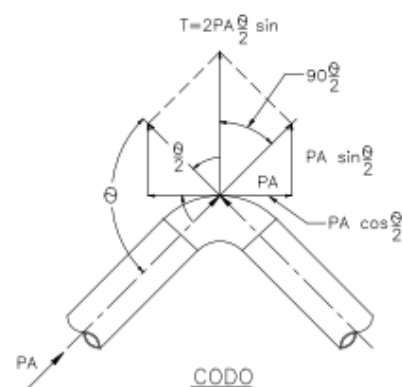
Configuración de la tubería.

La resistencia y naturaleza del suelo (efectos de frotamiento y la resistencia del terreno de apoyo).

## Evaluación de Empujes Hidráulicos

### Empuje debido a la presión estática

Empuje debido a la presión hidrostática es producido por la columna de agua, como si aguas abajo del codo existiera una válvula y estuviera cerrada.





Esfuerzo hidrostático:

$$T = 2 * P * A * \sin \frac{\theta}{2}$$

Donde:

Presión media del agua:

$$P = \gamma * H$$

Sección transversal del tubo:

$$A = \frac{\pi * D_j^2}{4}$$

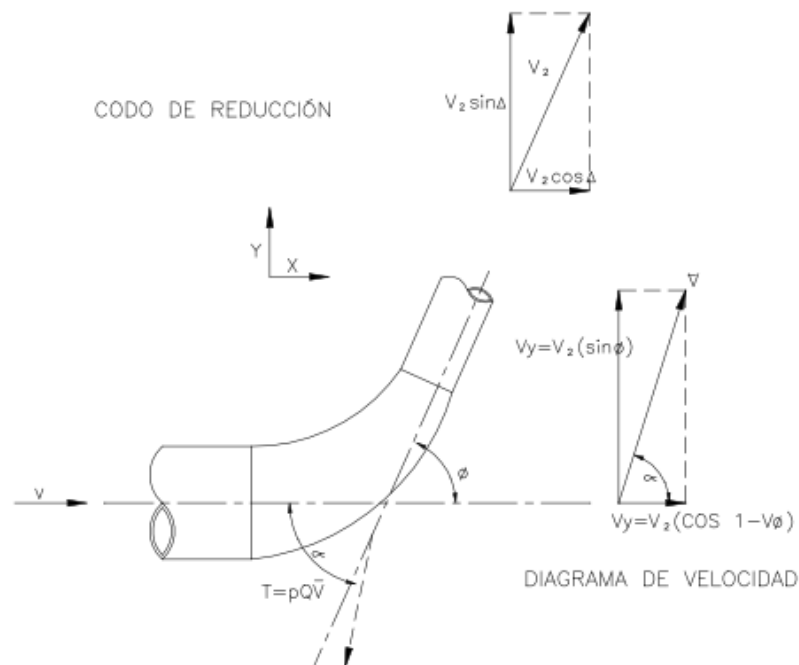
$D$  - Diámetro del tubo

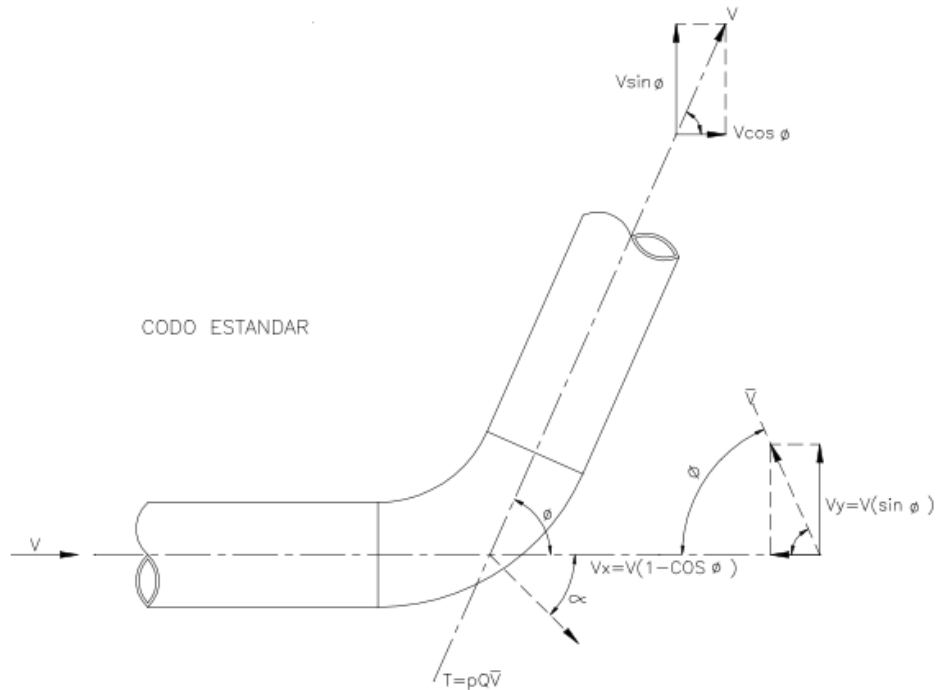
$\gamma$  - Peso específico del agua;

$H$  - Altura de columna de agua o diferencia de nivel entre el agua a superficie y el codo (altura estática);

### Empuje debido a la presión dinámica

Empuje debido a la presión dinámica es producido por el cambio en la cantidad de movimiento al darse un cambio en la dirección de velocidad por la presencia del codo.





Esfuerzo hidrodinámico:

$$P = 2 * \gamma * \frac{A}{g} * V^2 * \sin \frac{\theta}{2}, \text{ donde}$$

V - Velocidad de la masa de agua en la sección del tubo en m/seg

### Empuje hidráulico total

El empuje total que actúa sobre el codo es:

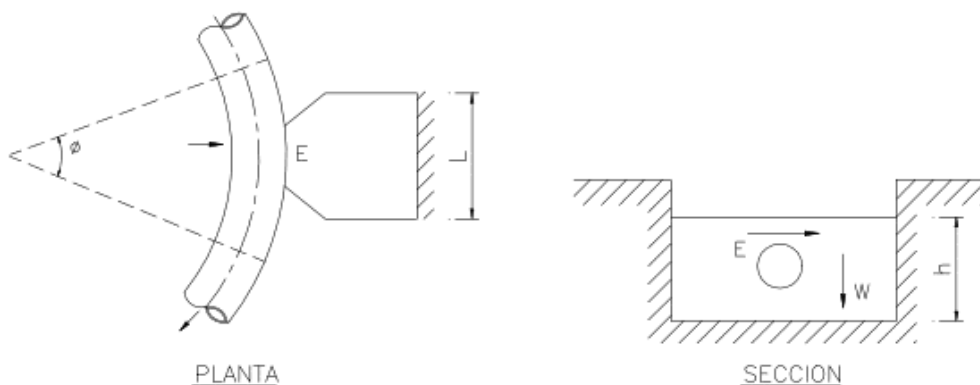
$$E = T + P = 2 * \gamma * A * \sin \frac{\theta}{2} \left( H + \frac{V^2}{g} \right)$$

Nota: Para velocidades del flujo menores que 3.048 m/s, el empuje hidrodinámico es pequeño comparado con el empuje hidrostático y generalmente es despreciado.

### Tipos de Anclajes en línea de conducción

#### Anclajes en curva horizontal

El empuje lo deben soportar la fricción del terreno, el peso del macizo de concreto y la presión del terreno sobre el anclaje en caso de que éste se halle enterrado.



Para este caso la ecuación de equilibrio estático está dada por:

$$E = \mu * W + L * h * \sigma', \text{ donde}$$

$E$  - Empuje a resistir (kg)

$$E = T + P = 2 * \gamma * A * \sin \frac{\theta}{2} \left( H + \frac{V^2}{g} \right)$$

$W$  - Peso de anclaje (kg)

$\sigma$  - Capacidad de soporte del terreno natural (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma'$  - Capacidad de soporte del relleno (  $\sigma' = \sigma / 4$  ) (kg/cm<sup>2</sup>)

$\mu$  - Coeficiente de fricción entre el suelo y el concreto

$L$  - Ancho de anclaje (cm)

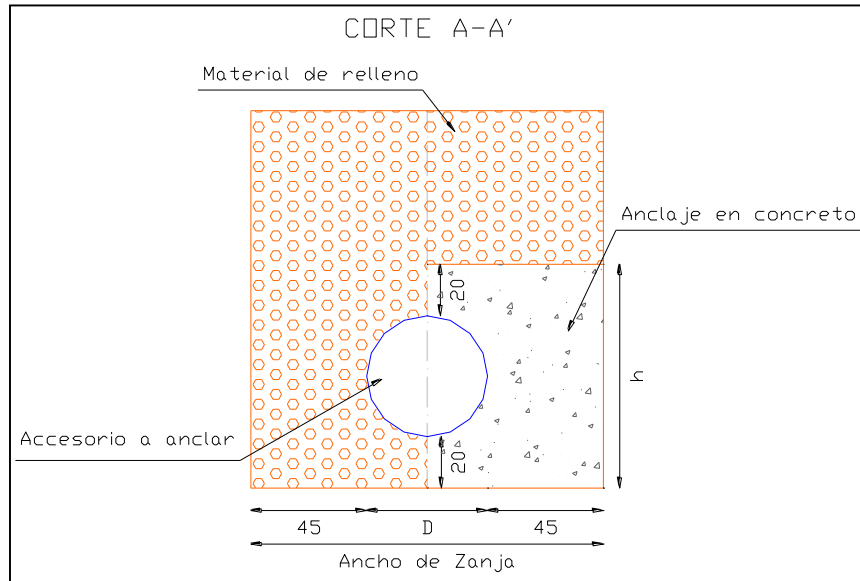
$h$  - Altura de anclaje (cm)

Nota: Se recomienda usar los coeficientes de fricción entre el suelo y el concreto indicados a continuación:

#### Valores del coeficiente de fricción

| Contacto del concreto con | $\mu$ |
|---------------------------|-------|
| Arcilla húmeda            | 0.30  |
| Arcilla seca              | 0.50  |
| Arena                     | 0.40  |
| Grava                     | 0.60  |

El dimensionamiento del anclaje se debe realizar por tanteo



### Anclajes en curva vertical inferior

En este caso el terreno natural debe resistir la suma del empuje dinámico más el peso W del anclaje.

La ecuación de equilibrio estático sería:

$$E = L * b * \sigma - W$$

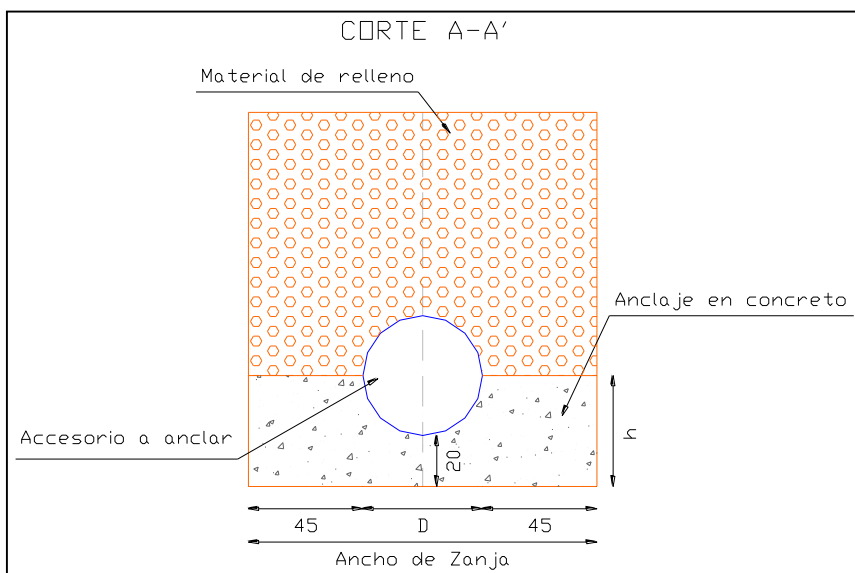
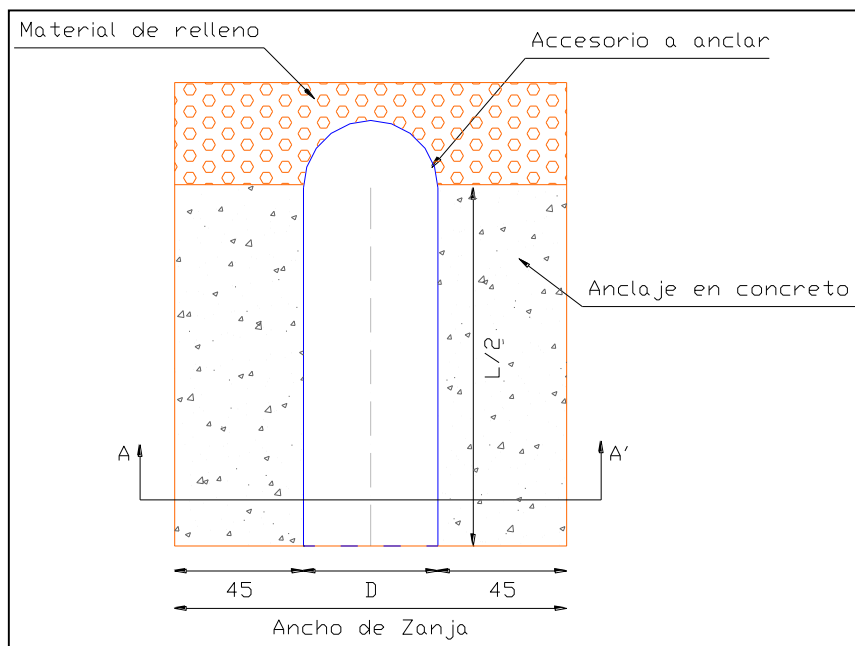
$$E = T + P = 2 * \gamma * A * \sin \frac{\theta}{2} \left( H + \frac{V^2}{g} \right)$$

Igualando las dos ecuaciones se determinan L y b.

### Anclajes en curva vertical superior

En este caso el anclaje se diseña con un peso igual al esfuerzo, y de tal manera que se garantice la unión entre codo y anclaje. La ecuación de equilibrio estático sería:

$$E = W$$



Los anclajes de codos horizontales y verticales, han sido dimensionados para resistir el empuje hidrostático y dinámico, la longitud del anclaje ha sido determinada por tanteo, hasta que la magnitud del Empuje a resistir (Kg) iguale o supere la magnitud del Empuje Total (Kg)



En la última columna de la tabla se obtiene el volumen total del concreto necesario para el anclaje de acuerdo a la geometría seleccionada.

Se considera el ancho de la zanja, en el sitio del anclaje, como la sumatoria del diámetro más 0.9 m (0.45 m a cada lado)

Para curva horizontal se considera la altura del anclaje como la sumatoria del diámetro más 0.4 m (0.2 m por encima y debajo del accesorio)

Para curva vertical se considera la altura del anclaje como la sumatoria de medio diámetro más 0.2 m (debajo del accesorio)

El concreto solo estará colocado en la parte externa de la curva.

Se considera el peso específico del concreto como  $2400 \text{ kg/m}^3$



**Tabla 46. Resumen anclajes para codos horizontales.**

| X          | Y       | Elevación | Abscisa | Volumen Concreto Requerido (m3) | Ángulo | Material | Presión (PSI) | Volumen pieza de fijación (m3) | ¿Requiere volumen adicional? | Volumen anclaje (m3) | L1 (m) | L2 (m) | Z (m) | V (m3) |
|------------|---------|-----------|---------|---------------------------------|--------|----------|---------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|--------|--------|-------|--------|
| 637297.313 | 9564349 | 2039.92   | 1+910   | 0.19                            | 45     | PEAD     | 22.81         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 637417.938 | 9564454 | 2037.77   | 2+086   | 0.19                            | 45     | PEAD     | 24.7          | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 637428.188 | 9564454 | 2037.38   | 2+097   | 0.19                            | 45     | PEAD     | 24.8          | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 637453.5   | 9564583 | 2042.17   | 2+310   | 0.74                            | 90     | PEAD     | 51.3          | 0.41                           | Si                           | 0.33                 | 2      | 0.6    | 0.3   | 0.36   |
| 637569.188 | 9564711 | 2037.84   | 2+503   | 0.30                            | 90     | PEAD     | 20.8          | 0.41                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 637560.375 | 9564714 | 2040.08   | 2+514   | 0.19                            | 45     | PEAD     | 23.72         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 637490.125 | 9564756 | 2038.12   | 2+622   | 0.21                            | 45     | PEAD     | 25.7          | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 638180.875 | 9565811 | 1976.40   | 4+488   | 1.57                            | 90     | PEAD     | 110.47        | 0.41                           | Si                           | 1.16                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 638182.313 | 9565788 | 1974.76   | 4+512   | 0.89                            | 45     | PEAD     | 114.64        | 0.32                           | Si                           | 0.57                 | 2.5    | 0.6    | 0.4   | 0.6    |
| 638204.625 | 9565777 | 1963.05   | 4+537   | 0.93                            | 45     | PEAD     | 119.17        | 0.32                           | Si                           | 0.61                 | 2.5    | 0.65   | 0.4   | 0.65   |
| 638229.25  | 9565746 | 1945.01   | 4+585   | 2.21                            | 90     | PEAD     | 154.28        | 0.41                           | Si                           | 1.80                 | 2.5    | 1.8    | 0.4   | 1.8    |
| 638206.25  | 9565720 | 1944.90   | 4+621   | 1.21                            | 45     | PEAD     | 157.05        | 0.32                           | Si                           | 0.89                 | 2.5    | 0.9    | 0.4   | 0.9    |
| 638218.313 | 9565670 | 1934.71   | 4+673   | 1.36                            | 45     | PEAD     | 174.91        | 0.32                           | Si                           | 1.04                 | 2.5    | 1.1    | 0.4   | 1.1    |
| 638180.438 | 9565636 | 1934.29   | 4+726   | 1.34                            | 45     | PEAD     | 171.83        | 0.32                           | Si                           | 1.02                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 638166.875 | 9565611 | 1932.21   | 4+757   | 2.44                            | 90     | PEAD     | 170.83        | 0.41                           | Si                           | 2.03                 | 2.5    | 2      | 0.4   | 2      |
| 638184.375 | 9565594 | 1934.28   | 4+783   | 1.32                            | 45     | PEAD     | 171.37        | 0.32                           | Si                           | 1.00                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 638215.563 | 9565590 | 1923.68   | 4+815   | 1.49                            | 45     | PEAD     | 191.71        | 0.32                           | Si                           | 1.17                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 638229.938 | 9565589 | 1916.17   | 4+830   | 0.32                            | 90     | PEAD     | 21.13         | 0.41                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 638220.563 | 9565560 | 1907.05   | 4+863   | 1.70                            | 45     | PEAD     | 216.37        | 0.32                           | Si                           | 1.38                 | 2.5    | 1.4    | 0.4   | 1.4    |
| 638245.313 | 9565520 | 1902.65   | 4+913   | 2.57                            | 45     | PEAD     | 215.52        | 0.32                           | Si                           | 2.25                 | 2.5    | 2.3    | 0.4   | 2.3    |
| 638273.563 | 9565506 | 1911.84   | 4+946   | 2.42                            | 45     | PEAD     | 204.07        | 0.32                           | Si                           | 2.10                 | 2.5    | 2.1    | 0.4   | 2.1    |
| 638333.188 | 9565363 | 1907.69   | 5+120   | 0.25                            | 45     | PEAD     | 20.92         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 638308.688 | 9565298 | 1905.83   | 5+191   | 4.67                            | 90     | PEAD     | 213.05        | 0.41                           | Si                           | 4.26                 | 3.5    | 3      | 0.4   | 4.2    |
| 638374.375 | 9565278 | 1900.73   | 5+261   | 2.63                            | 45     | PEAD     | 219.73        | 0.32                           | Si                           | 2.31                 | 2.5    | 2.4    | 0.4   | 2.4    |
| 638376.313 | 9565263 | 1899.06   | 5+276   | 2.63                            | 45     | PEAD     | 222.4         | 0.32                           | Si                           | 2.31                 | 2.5    | 2.4    | 0.4   | 2.4    |
| 638260.063 | 9565076 | 1890.72   | 5+509   | 2.76                            | 45     | PEAD     | 230.38        | 0.32                           | Si                           | 2.44                 | 2.5    | 2.4    | 0.4   | 2.4    |
| 638264.313 | 9565055 | 1888.14   | 5+529   | 5.20                            | 90     | PEAD     | 237.44        | 0.41                           | Si                           | 4.79                 | 4      | 3      | 0.4   | 4.8    |
| 638323.938 | 9565045 | 1895.97   | 5+590   | 0.30                            | 45     | PEAD     | 25.08         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 638336.813 | 9565005 | 1896.93   | 5+634   | 2.63                            | 45     | PEAD     | 222.04        | 0.32                           | Si                           | 2.31                 | 2.5    | 2.4    | 0.4   | 2.4    |
| 638359.5   | 9564978 | 1907.50   | 5+672   | 4.67                            | 90     | PEAD     | 210.04        | 0.41                           | Si                           | 4.26                 | 4      | 2.7    | 0.4   | 4.32   |
| 638380.75  | 9564987 | 1909.44   | 5+695   | 2.46                            | 45     | PEAD     | 207.44        | 0.32                           | Si                           | 2.14                 | 2.5    | 2.2    | 0.4   | 2.2    |
| 638408.125 | 9564973 | 1914.19   | 5+726   | 4.16                            | 90     | PEAD     | 190.08        | 0.41                           | Si                           | 3.75                 | 4      | 2.4    | 0.4   | 3.84   |
| 638396.688 | 9564932 | 1925.72   | 5+768   | 2.21                            | 45     | PEAD     | 183.65        | 0.32                           | Si                           | 1.89                 | 2.5    | 1.9    | 0.4   | 1.9    |
| 638692.875 | 9564752 | 1956.95   | 6+126   | 1.64                            | 45     | PEAD     | 137.38        | 0.32                           | Si                           | 1.32                 | 2.5    | 1.35   | 0.4   | 1.35   |
| 638695.75  | 9564744 | 1957.85   | 6+135   | 1.64                            | 45     | PEAD     | 137.26        | 0.32                           | Si                           | 1.32                 | 2.5    | 1.35   | 0.4   | 1.35   |
| 638650.25  | 9564700 | 1962.86   | 6+200   | 0.21                            | 90     | PEAD     | 8.96          | 0.41                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 638652.5   | 9564696 | 1960.70   | 6+205   | 1.59                            | 45     | PEAD     | 134.35        | 0.32                           | Si                           | 1.27                 | 2.5    | 1.3    | 0.4   | 1.3    |
| 638655.563 | 9564682 | 1957.68   | 6+219   | 1.59                            | 45     | PEAD     | 133.07        | 0.32                           | Si                           | 1.27                 | 2.5    | 1.3    | 0.4   | 1.3    |
| 638681.438 | 9564667 | 1962.27   | 6+249   | 2.89                            | 90     | PEAD     | 131.75        | 0.41                           | Si                           | 2.48                 | 2.5    | 2.5    | 0.4   | 2.5    |
| 638619.563 | 9564604 | 1964.49   | 6+339   | 1.55                            | 45     | PEAD     | 129.67        | 0.32                           | Si                           | 1.23                 | 2.5    | 1.3    | 0.4   | 1.3    |
| 638561.438 | 9564501 | 1984.18   | 6+467   | 2.17                            | 90     | PEAD     | 98.72         | 0.41                           | Si                           | 1.76                 | 2.5    | 1.8    | 0.4   | 1.8    |
| 638564.875 | 9564496 | 1982.53   | 6+473   | 1.15                            | 45     | PEAD     | 96.36         | 0.32                           | Si                           | 0.83                 | 2.5    | 0.9    | 0.4   | 0.9    |
| 638673.063 | 9564384 | 1992.90   | 6+641   | 2.06                            | 90     | PEAD     | 94.01         | 0.41                           | Si                           | 1.65                 | 2.5    | 1.7    | 0.4   | 1.7    |
| 638710.75  | 9564300 | 1974.15   | 6+770   | 0.57                            | 45     | PEAD     | 47.8          | 0.32                           | Si                           | 0.25                 | 1.2    | 0.6    | 0.4   | 0.288  |
| 638710.813 | 9564241 | 1972.00   | 6+835   | 1.40                            | 45     | PEAD     | 117.3         | 0.32                           | Si                           | 1.08                 | 2.5    | 1.1    | 0.4   | 1.1    |
| 638714.75  | 9564233 | 1974.12   | 6+844   | 1.38                            | 45     | PEAD     | 115.22        | 0.32                           | Si                           | 1.06                 | 2.5    | 1.1    | 0.4   | 1.1    |
| 638729.063 | 9564231 | 1974.70   | 6+859   | 1.32                            | 45     | PEAD     | 109.4         | 0.32                           | Si                           | 1.00                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 638761.438 | 9564215 | 2001.72   | 6+897   | 1.00                            | 45     | PEAD     | 82.62         | 0.32                           | Si                           | 0.68                 | 2.5    | 0.7    | 0.4   | 0.7    |
| 638619.875 | 9563901 | 2013.90   | 7+316   | 1.42                            | 90     | PEAD     | 64.89         | 0.41                           | Si                           | 1.01                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 638764.438 | 9563906 | 2006.45   | 7+474   | 0.83                            | 45     | PEAD     | 68.55         | 0.32                           | Si                           | 0.51                 | 2.5    | 0.5    | 0.4   | 0.5    |
| 638774.75  | 9563781 | 2002.49   | 7+614   | 0.89                            | 45     | PEAD     | 74.3          | 0.32                           | Si                           | 0.57                 | 2.5    | 0.6    | 0.4   | 0.6    |
| 638783.875 | 9563722 | 1994.82   | 7+678   | 0.98                            | 45     | PEAD     | 82.48         | 0.32                           | Si                           | 0.66                 | 2.5    | 0.7    | 0.4   | 0.7    |
| 638796.688 | 9563722 | 2001.29   | 7+693   | 0.91                            | 45     | PEAD     | 76.54         | 0.32                           | Si                           | 0.59                 | 2.5    | 0.6    | 0.4   | 0.6    |
| 638786.25  | 9563624 | 2011.89   | 7+816   | 1.40                            | 90     | PEAD     | 63.22         | 0.41                           | Si                           | 0.99                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 638981.938 | 9563599 | 2013.28   | 8+024   | 1.36                            | 90     | PEAD     | 62.14         | 0.41                           | Si                           | 0.95                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 639125.375 | 9563554 | 2011.09   | 8+258   | 0.79                            | 45     | PEAD     | 66.22         | 0.32                           | Si                           | 0.47                 | 2.5    | 0.5    | 0.4   | 0.5    |
| 639125.188 | 9563539 | 2009.36   | 8+273   | 1.40                            | 90     | PEAD     | 63.43         | 0.41                           | Si                           | 0.99                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |



“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACocha Y  
LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER,  
LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURON Y OPOLUCA”

| X          | Y       | Elevación | Abscisa | Volumen<br>Concreto<br>Requerido<br>(m3) | Ángulo | Material | Presión<br>(PSI) | Volumen<br>pieza de<br>fijación<br>(m3) | ¿Requiere<br>volumen<br>adional? | Volumen<br>anclaje<br>(m3) | L1 (m) | L2 (m) | Z (m) | V (m3) |
|------------|---------|-----------|---------|------------------------------------------|--------|----------|------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------|--------|-------|--------|
| 639254.375 | 9563518 | 2001.45   | 8+409   | 0.91                                     | 45     | PEAD     | 76.05            | 0.32                                    | Si                               | 0.59                       | 2.5    | 0.6    | 0.4   | 0.6    |
| 640367.375 | 9563762 | 1988.62   | 9+832   | 2.27                                     | 90     | PEAD     | 103.28           | 0.41                                    | Si                               | 1.86                       | 2.5    | 1.9    | 0.4   | 1.9    |
| 640455.375 | 9563951 | 1998.21   | 10+055  | 0.98                                     | 45     | PEAD     | 81.2             | 0.32                                    | Si                               | 0.66                       | 2.5    | 0.7    | 0.4   | 0.7    |
| 640484.125 | 9563961 | 1998.70   | 10+087  | 0.96                                     | 45     | PEAD     | 80.48            | 0.32                                    | Si                               | 0.64                       | 2.5    | 0.65   | 0.4   | 0.65   |
| 640500.563 | 9564003 | 1999.84   | 10+132  | 0.93                                     | 45     | PEAD     | 77.34            | 0.32                                    | Si                               | 0.61                       | 2.5    | 0.65   | 0.4   | 0.65   |
| 640486.938 | 9564168 | 2000.86   | 10+308  | 1.68                                     | 90     | PEAD     | 76.47            | 0.41                                    | Si                               | 1.27                       | 2.5    | 1.3    | 0.4   | 1.3    |
| 640715.313 | 9563961 | 2005.28   | 10+630  | 1.19                                     | 45     | PEAD     | 98.97            | 0.32                                    | Si                               | 0.87                       | 2.5    | 0.9    | 0.4   | 0.9    |
| 640917.938 | 9563916 | 1984.70   | 10+839  | 1.15                                     | 45     | PEAD     | 96.61            | 0.32                                    | Si                               | 0.83                       | 2.5    | 0.9    | 0.4   | 0.9    |
| 641001.563 | 9563808 | 2008.77   | 10+980  | 2.40                                     | 90     | PEAD     | 109.61           | 0.41                                    | Si                               | 1.99                       | 2.5    | 2      | 0.4   | 2      |
| 641191.625 | 9563794 | 2008.46   | 11+218  | 1.49                                     | 90     | PEAD     | 67.85            | 0.41                                    | Si                               | 1.08                       | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 641163.688 | 9563686 | 2009.21   | 11+332  | 1.49                                     | 90     | PEAD     | 67.79            | 0.41                                    | Si                               | 1.08                       | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 641257.188 | 9563651 | 2005.52   | 11+432  | 0.81                                     | 45     | PEAD     | 67.89            | 0.32                                    | Si                               | 0.49                       | 2.5    | 0.5    | 0.4   | 0.5    |
| 641295     | 9563675 | 2008.45   | 11+478  | 1.44                                     | 90     | PEAD     | 65.41            | 0.41                                    | Si                               | 1.03                       | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 641486.563 | 9563582 | 2007.85   | 11+719  | 1.55                                     | 90     | PEAD     | 70.3             | 0.41                                    | Si                               | 1.14                       | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 641611.438 | 9563688 | 1994.99   | 11+903  | 0.83                                     | 45     | PEAD     | 85.93            | 0.32                                    | Si                               | 0.51                       | 2.5    | 0.6    | 0.4   | 0.6    |
| 641671.25  | 9563625 | 2010.74   | 11+994  | 1.25                                     | 90     | PEAD     | 70.97            | 0.41                                    | Si                               | 0.84                       | 2.5    | 0.9    | 0.4   | 0.9    |
| 641680     | 9563636 | 2003.96   | 12+008  | 1.36                                     | 90     | PEAD     | 77.39            | 0.41                                    | Si                               | 0.95                       | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 641691.188 | 9563628 | 1999.80   | 12+023  | 0.72                                     | 45     | PEAD     | 74.91            | 0.32                                    | Si                               | 0.40                       | 1.5    | 0.7    | 0.4   | 0.42   |
| 641805.313 | 9563574 | 2005.14   | 12+151  | 1.32                                     | 90     | PEAD     | 74.46            | 0.41                                    | Si                               | 0.91                       | 2.5    | 0.9    | 0.4   | 0.9    |
| 642032.563 | 9563758 | 2004.43   | 12+455  | 1.19                                     | 90     | PEAD     | 67.75            | 0.41                                    | Si                               | 0.78                       | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 642194.5   | 9563484 | 2014.30   | 12+814  | 0.57                                     | 45     | PEAD     | 59.6             | 0.32                                    | Si                               | 0.25                       | 1.5    | 0.5    | 0.4   | 0.3    |
| 642334.375 | 9563488 | 1991.47   | 12+966  | 0.83                                     | 45     | PEAD     | 87.18            | 0.32                                    | Si                               | 0.51                       | 2.5    | 0.5    | 0.4   | 0.5    |
| 642380.938 | 9563548 | 1968.12   | 13+046  | 1.32                                     | 45     | PEAD     | 136.49           | 0.32                                    | Si                               | 1.00                       | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 642449     | 9563543 | 1941.23   | 13+121  | 1.64                                     | 45     | PEAD     | 171.71           | 0.32                                    | Si                               | 1.32                       | 2.5    | 1.35   | 0.4   | 1.35   |
| 642558.5   | 9563591 | 1910.90   | 13+251  | 1.95                                     | 45     | PEAD     | 203.04           | 0.32                                    | Si                               | 1.63                       | 2.5    | 1.7    | 0.4   | 1.7    |
| 642568     | 9563574 | 1901.01   | 13+271  | 2.04                                     | 45     | PEAD     | 210.61           | 0.32                                    | Si                               | 1.72                       | 2.5    | 1.7    | 0.4   | 1.7    |
| 642478.438 | 9563424 | 1890.83   | 13+460  | 0.68                                     | 45     | PEAD     | 69.55            | 0.32                                    | Si                               | 0.36                       | 1.5    | 0.6    | 0.4   | 0.36   |
| 642497.063 | 9563411 | 1893.98   | 13+479  | 4.03                                     | 90     | PEAD     | 229.34           | 0.41                                    | Si                               | 3.62                       | 3.5    | 2.6    | 0.4   | 3.64   |
| 642518.875 | 9563445 | 1895.17   | 13+516  | 3.97                                     | 90     | PEAD     | 225.53           | 0.41                                    | Si                               | 3.56                       | 4      | 2.3    | 0.4   | 3.68   |
| 642533.375 | 9563437 | 1896.58   | 13+532  | 2.12                                     | 45     | PEAD     | 222.71           | 0.32                                    | Si                               | 1.80                       | 2.5    | 1.8    | 0.4   | 1.8    |
| 642691.438 | 9563317 | 1941.40   | 13+777  | 1.70                                     | 45     | PEAD     | 159.59           | 0.32                                    | Si                               | 1.38                       | 2.5    | 1.4    | 0.4   | 1.4    |
| 642697.813 | 9563311 | 1940.76   | 13+787  | 1.57                                     | 45     | PEAD     | 163.97           | 0.32                                    | Si                               | 1.25                       | 2.5    | 1.3    | 0.4   | 1.3    |
| 642729.688 | 9563304 | 1936.60   | 13+820  | 0.68                                     | 45     | PEAD     | 69.5             | 0.32                                    | Si                               | 0.36                       | 2      | 0.45   | 0.4   | 0.36   |
| 643074.813 | 9563258 | 2003.94   | 14+331  | 0.70                                     | 45     | PEAD     | 72.09            | 0.32                                    | Si                               | 0.38                       | 2      | 0.5    | 0.4   | 0.4    |
| 643273.25  | 9563355 | 1995.95   | 14+571  | 0.83                                     | 45     | PEAD     | 85.04            | 0.32                                    | Si                               | 0.51                       | 2.5    | 0.5    | 0.4   | 0.5    |
| 644895     | 9564315 | 1996.97   | 16+864  | 1.47                                     | 90     | PEAD     | 82.86            | 0.41                                    | Si                               | 1.06                       | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 645912.563 | 9564377 | 1930.38   | 18+204  | 1.68                                     | 45     | PEAD     | 174.73           | 0.32                                    | Si                               | 1.36                       | 2.5    | 1.4    | 0.4   | 1.4    |
| 646109.5   | 9564428 | 1869.65   | 18+438  | 2.46                                     | 45     | PEAD     | 258.62           | 0.32                                    | Si                               | 2.14                       | 3      | 1.8    | 0.4   | 2.16   |
| 646113.25  | 9564427 | 1870.33   | 18+443  | 2.34                                     | 45     | PEAD     | 244.65           | 0.32                                    | Si                               | 2.02                       | 3      | 1.7    | 0.4   | 2.04   |
| 646118.5   | 9564428 | 1874.05   | 18+448  | 2.40                                     | 45     | PEAD     | 250.86           | 0.32                                    | Si                               | 2.08                       | 3      | 1.7    | 0.4   | 2.04   |
| 646131.688 | 9564420 | 1885.84   | 18+463  | 2.25                                     | 45     | PEAD     | 235.54           | 0.32                                    | Si                               | 1.93                       | 2.5    | 2      | 0.4   | 2      |
| 646748.438 | 9564632 | 1918.01   | 19+236  | 1.87                                     | 45     | PEAD     | 195.26           | 0.32                                    | Si                               | 1.55                       | 2.5    | 1.6    | 0.4   | 1.6    |
| 646751.5   | 9564633 | 1917.80   | 19+239  | 3.46                                     | 90     | PEAD     | 197.23           | 0.41                                    | Si                               | 3.05                       | 3      | 2.5    | 0.4   | 3      |
| 647594.625 | 9563924 | 1844.89   | 20+481  | 0.72                                     | 11.25  | ACERO    | 298.29           | 0.16                                    | Si                               | 0.56                       | 2.5    | 0.6    | 0.4   | 0.6    |
| 647634.125 | 9563911 | 1840.12   | 20+523  | 0.74                                     | 11.25  | ACERO    | 304.19           | 0.16                                    | Si                               | 0.58                       | 2.5    | 0.6    | 0.4   | 0.6    |
| 647647.875 | 9563910 | 1837.86   | 20+536  | 0.76                                     | 11.25  | ACERO    | 310.57           | 0.16                                    | Si                               | 0.60                       | 2.5    | 0.6    | 0.4   | 0.6    |
| 647659.313 | 9563911 | 1835.60   | 20+548  | 0.74                                     | 11.25  | ACERO    | 307.39           | 0.16                                    | Si                               | 0.58                       | 2.5    | 0.6    | 0.4   | 0.6    |
| 647673.375 | 9563915 | 1832.76   | 20+563  | 1.51                                     | 22.5   | ACERO    | 314.08           | 0.21                                    | Si                               | 1.30                       | 2.5    | 1.3    | 0.4   | 1.3    |
| 647679.563 | 9563920 | 1821.08   | 20+571  | 3.08                                     | 45     | ACERO    | 323.98           | 0.32                                    | Si                               | 2.76                       | 3      | 2.3    | 0.4   | 2.76   |
| 647684.813 | 9563919 | 1827.84   | 20+576  | 3.10                                     | 45     | ACERO    | 324.84           | 0.32                                    | Si                               | 2.78                       | 3      | 2.3    | 0.4   | 2.76   |
| 647693.5   | 9563925 | 1826.74   | 20+587  | 1.57                                     | 22.5   | ACERO    | 326.05           | 0.21                                    | Si                               | 1.36                       | 3      | 1.2    | 0.4   | 1.44   |
| 647696.625 | 9563929 | 1825.74   | 20+592  | 1.57                                     | 22.5   | ACERO    | 324.74           | 0.21                                    | Si                               | 1.36                       | 2.5    | 1.4    | 0.4   | 1.4    |
| 647700.813 | 9563946 | 1822.28   | 20+610  | 0.25                                     | 45     | ACERO    | 25.88            | 0.32                                    | No                               |                            |        |        |       |        |
| 647705.25  | 9563949 | 1821.36   | 20+616  | 1.59                                     | 22.5   | ACERO    | 328.78           | 0.21                                    | Si                               | 1.38                       | 2.5    | 1.4    | 0.4   | 1.4    |
| 647708.5   | 9563950 | 1820.41   | 20+619  | 1.64                                     | 22.5   | ACERO    | 338.76           | 0.21                                    | Si                               | 1.43                       | 2.5    | 1.4    | 0.4   | 1.4    |
| 647740.563 | 9563942 | 1813.80   | 20+652  | 0.85                                     | 11.25  | ACERO    | 340.66           | 0.16                                    | Si                               | 0.69                       | 2.5    | 0.7    | 0.4   | 0.7    |
| 647748.938 | 9563938 | 1811.80   | 20+661  | 0.85                                     | 11.25  | ACERO    | 349.8            | 0.16                                    | Si                               | 0.69                       | 2.5    | 0.7    | 0.4   | 0.7    |



“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACocha Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURON Y OPOLUCA”

| X          | Y       | Elevación | Abscisa | Volumen Concreto Requerido (m3) | Ángulo | Material | Presión (PSI) | Volumen pieza de fijación (m3) | ¿Requiere volumen adicional? | Volumen anclaje (m3) | L1 (m) | L2 (m) | Z (m) | V (m3) |
|------------|---------|-----------|---------|---------------------------------|--------|----------|---------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|--------|--------|-------|--------|
| 647758     | 9563936 | 1809.93   | 20+671  | 1.68                            | 22.5   | ACERO    | 346.86        | 0.21                           | Si                           | 1.47                 | 2.5    | 1.5    | 0.4   | 1.5    |
| 647764.5   | 9563937 | 1808.53   | 20+677  | 1.66                            | 22.5   | ACERO    | 345.09        | 0.21                           | Si                           | 1.45                 | 2.5    | 1.5    | 0.4   | 1.5    |
| 647790.938 | 9563953 | 1802.24   | 20+708  | 0.87                            | 11.25  | ACERO    | 358.52        | 0.16                           | Si                           | 0.71                 | 2.5    | 0.7    | 0.4   | 0.7    |
| 647867     | 9563981 | 1796.35   | 20+789  | 1.76                            | 22.5   | ACERO    | 366.97        | 0.21                           | Si                           | 1.55                 | 2.5    | 1.6    | 0.4   | 1.6    |
| 647916.875 | 9563979 | 1799.48   | 20+839  | 3.42                            | 45     | ACERO    | 359.22        | 0.32                           | Si                           | 3.10                 | 4      | 2      | 0.4   | 3.2    |
| 647931.438 | 9563992 | 1802.12   | 20+858  | 0.87                            | 11.25  | ACERO    | 355.16        | 0.16                           | Si                           | 0.71                 | 2.5    | 0.7    | 0.4   | 0.7    |
| 647946.188 | 9564001 | 1804.36   | 20+875  | 0.87                            | 11.25  | ACERO    | 358.48        | 0.16                           | Si                           | 0.71                 | 2.5    | 0.7    | 0.4   | 0.7    |
| 647965.375 | 9564008 | 1806.65   | 20+896  | 0.85                            | 11.25  | ACERO    | 348.37        | 0.16                           | Si                           | 0.69                 | 2.5    | 0.7    | 0.4   | 0.7    |
| 647997.5   | 9564013 | 1810.34   | 20+928  | 0.85                            | 11.25  | ACERO    | 347.52        | 0.16                           | Si                           | 0.69                 | 2.5    | 0.7    | 0.4   | 0.7    |
| 648046.875 | 9564031 | 1812.57   | 20+981  | 0.85                            | 11.25  | ACERO    | 344.82        | 0.16                           | Si                           | 0.69                 | 2.5    | 0.7    | 0.4   | 0.7    |
| 648123.438 | 9564077 | 1802.90   | 21+071  | 0.87                            | 11.25  | ACERO    | 355.96        | 0.16                           | Si                           | 0.71                 | 2.5    | 0.7    | 0.4   | 0.7    |
| 648143.313 | 9564084 | 1798.99   | 21+092  | 0.87                            | 11.25  | ACERO    | 360.16        | 0.16                           | Si                           | 0.71                 | 2.5    | 0.7    | 0.4   | 0.7    |
| 648161.313 | 9564087 | 1796.84   | 21+110  | 0.13                            | 11.25  | ACERO    | 25.66         | 0.16                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 648176.5   | 9564093 | 1794.66   | 21+126  | 0.89                            | 11.25  | ACERO    | 369.2         | 0.16                           | Si                           | 0.73                 | 2.5    | 0.7    | 0.4   | 0.7    |
| 648208     | 9564098 | 1791.90   | 21+158  | 0.91                            | 11.25  | ACERO    | 373.45        | 0.16                           | Si                           | 0.75                 | 2.5    | 0.7    | 0.4   | 0.7    |
| 648334     | 9564092 | 1791.13   | 21+285  | 1.81                            | 22.5   | ACERO    | 374.56        | 0.21                           | Si                           | 1.60                 | 2.5    | 1.6    | 0.4   | 1.6    |
| 648367.125 | 9564103 | 1784.00   | 21+319  | 0.96                            | 11.25  | ACERO    | 388           | 0.16                           | Si                           | 0.80                 | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 648383.875 | 9564112 | 1779.23   | 21+338  | 0.96                            | 11.25  | ACERO    | 393.69        | 0.16                           | Si                           | 0.80                 | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 648402.688 | 9564118 | 1776.07   | 21+358  | 1.95                            | 22.5   | ACERO    | 399.29        | 0.21                           | Si                           | 1.74                 | 2.5    | 1.75   | 0.4   | 1.75   |
| 648414.313 | 9564117 | 1773.69   | 21+370  | 0.08                            | 11.25  | ACERO    | 27.48         | 0.16                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 648421.938 | 9564114 | 1771.52   | 21+378  | 1.02                            | 11.25  | ACERO    | 405.5         | 0.16                           | Si                           | 0.86                 | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 648433.938 | 9564108 | 1768.52   | 21+391  | 1.00                            | 11.25  | ACERO    | 411.24        | 0.16                           | Si                           | 0.84                 | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 648442.438 | 9564101 | 1766.69   | 21+402  | 1.00                            | 11.25  | ACERO    | 409.27        | 0.16                           | Si                           | 0.84                 | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 648449.938 | 9564093 | 1765.06   | 21+414  | 1.02                            | 11.25  | ACERO    | 414.69        | 0.16                           | Si                           | 0.86                 | 2.5    | 0.9    | 0.4   | 0.9    |
| 648470.188 | 9564051 | 1757.96   | 21+460  | 0.13                            | 11.25  | ACERO    | 28.87         | 0.16                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 648477.125 | 9564024 | 1752.96   | 21+488  | 2.06                            | 22.5   | ACERO    | 425.54        | 0.21                           | Si                           | 1.85                 | 2.5    | 1.9    | 0.4   | 1.9    |
| 648504.188 | 9563988 | 1746.13   | 21+533  | 2.12                            | 22.5   | ACERO    | 440.24        | 0.21                           | Si                           | 1.91                 | 2.5    | 1.9    | 0.4   | 1.9    |
| 648529.938 | 9563973 | 1744.26   | 21+563  | 4.20                            | 45     | ACERO    | 440.97        | 0.32                           | Si                           | 3.88                 | 4      | 2.5    | 0.4   | 4      |
| 648531.563 | 9563968 | 1744.40   | 21+569  | 4.23                            | 45     | ACERO    | 443.18        | 0.32                           | Si                           | 3.91                 | 3      | 3.5    | 0.4   | 4.2    |
| 648550     | 9563955 | 1743.10   | 21+591  | 2.17                            | 22.5   | ACERO    | 450.34        | 0.21                           | Si                           | 1.96                 | 3      | 1.6    | 0.4   | 1.92   |
| 648557.938 | 9563942 | 1738.97   | 21+607  | 2.14                            | 22.5   | ACERO    | 443.61        | 0.21                           | Si                           | 1.93                 | 2.5    | 2      | 0.4   | 2      |
| 648572.688 | 9563932 | 1732.77   | 21+624  | 1.10                            | 11.25  | ACERO    | 452.6         | 0.16                           | Si                           | 0.94                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 648581.5   | 9563924 | 1729.77   | 21+636  | 2.23                            | 22.5   | ACERO    | 464.2         | 0.21                           | Si                           | 2.02                 | 3      | 1.7    | 0.4   | 2.04   |
| 648602.375 | 9563916 | 1721.30   | 21+659  | 1.15                            | 11.25  | ACERO    | 471.18        | 0.16                           | Si                           | 0.99                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 648614.688 | 9563913 | 1717.59   | 21+671  | 1.17                            | 11.25  | ACERO    | 481.05        | 0.16                           | Si                           | 1.01                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 648633.438 | 9563904 | 1714.24   | 21+692  | 2.34                            | 22.5   | ACERO    | 484.07        | 0.21                           | Si                           | 2.13                 | 2.5    | 2.1    | 0.4   | 2.1    |
| 648684.938 | 9563899 | 1698.67   | 21+744  | 1.23                            | 11.25  | ACERO    | 508.04        | 0.16                           | Si                           | 1.07                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 648708.25  | 9563902 | 1696.80   | 21+767  | 2.48                            | 22.5   | ACERO    | 514.99        | 0.21                           | Si                           | 2.27                 | 2.5    | 2.3    | 0.4   | 2.3    |
| 648732.188 | 9563895 | 1688.69   | 21+792  | 2.51                            | 22.5   | ACERO    | 519.91        | 0.21                           | Si                           | 2.30                 | 2.5    | 2.3    | 0.4   | 2.3    |
| 648744.938 | 9563897 | 1686.26   | 21+806  | 2.53                            | 22.5   | ACERO    | 524.45        | 0.21                           | Si                           | 2.32                 | 2.5    | 2.3    | 0.4   | 2.3    |
| 648766.188 | 9563898 | 1685.74   | 21+830  | 0.28                            | 45     | ACERO    | 27.49         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 648783.875 | 9563904 | 1681.47   | 21+848  | 2.55                            | 22.5   | ACERO    | 529.04        | 0.21                           | Si                           | 2.34                 | 2.5    | 2.4    | 0.4   | 2.4    |
| 648790.938 | 9563904 | 1680.48   | 21+856  | 5.01                            | 45     | ACERO    | 526.94        | 0.32                           | Si                           | 4.69                 | 2.5    | 4.7    | 0.4   | 4.7    |
| 648795.313 | 9563901 | 1680.83   | 21+861  | 1.30                            | 11.25  | ACERO    | 531.53        | 0.16                           | Si                           | 1.14                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 648807.625 | 9563887 | 1680.72   | 21+88   | 0.13                            | 11.25  | ACERO    | 27.34         | 0.16                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 648811.188 | 9563881 | 1680.43   | 21+887  | 2.57                            | 22.5   | ACERO    | 531.83        | 0.21                           | Si                           | 2.36                 | 2.5    | 2.4    | 0.4   | 2.4    |
| 648816.875 | 9563876 | 1680.19   | 21+895  | 1.30                            | 11.25  | ACERO    | 531.64        | 0.16                           | Si                           | 1.14                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 648839.188 | 9563864 | 1678.47   | 21+920  | 0.17                            | 22.5   | ACERO    | 27.22         | 0.21                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 648845.188 | 9563857 | 1677.79   | 21+929  | 2.59                            | 22.5   | ACERO    | 535.84        | 0.21                           | Si                           | 2.38                 | 2.5    | 2.4    | 0.4   | 2.4    |
| 648851.063 | 9563842 | 1676.17   | 21+946  | 2.59                            | 22.5   | ACERO    | 537.87        | 0.21                           | Si                           | 2.38                 | 2.5    | 2.4    | 0.4   | 2.4    |
| 648855.125 | 9563837 | 1676.17   | 21+952  | 1.30                            | 11.25  | ACERO    | 537.53        | 0.16                           | Si                           | 1.14                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 648861.813 | 9563832 | 1675.87   | 21+961  | 2.61                            | 22.5   | ACERO    | 540.67        | 0.21                           | Si                           | 2.40                 | 2.5    | 2.4    | 0.4   | 2.4    |
| 648924.313 | 9563808 | 1668.09   | 22+028  | 1.34                            | 11.25  | ACERO    | 549.81        | 0.16                           | Si                           | 1.18                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 648956.125 | 9563785 | 1663.79   | 22+067  | 1.36                            | 11.25  | ACERO    | 555.52        | 0.16                           | Si                           | 1.20                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 648980.625 | 9563759 | 1664.30   | 22+103  | 1.36                            | 11.25  | ACERO    | 553.34        | 0.16                           | Si                           | 1.20                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 648998.063 | 9563731 | 1666.17   | 22+135  | 1.36                            | 11.25  | ACERO    | 552.65        | 0.16                           | Si                           | 1.20                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 649056.438 | 9563669 | 1656.24   | 22+221  | 2.76                            | 22.5   | ACERO    | 567.31        | 0.21                           | Si                           | 2.55                 | 3      | 2.2    | 0.4   | 2.64   |



“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACOCHA Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURON Y OPOLUCA”

| X          | Y       | Elevación | Abscisa | Volumen Concreto Requerido (m3) | Ángulo | Material | Presión (PSI) | Volumen pieza de fijación (m3) | ¿Requiere volumen adicional? | Volumen anclaje (m3) | L1 (m) | L2 (m) | Z (m) | V (m3) |
|------------|---------|-----------|---------|---------------------------------|--------|----------|---------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|--------|--------|-------|--------|
| 649065.938 | 9563644 | 1654.33   | 22+248  | 1.38                            | 11.25  | ACERO    | 568.9         | 0.16                           | Si                           | 1.22                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 649073.875 | 9563631 | 1652.86   | 22+263  | 2.76                            | 22.5   | ACERO    | 572.46        | 0.21                           | Si                           | 2.55                 | 3      | 2.2    | 0.4   | 2.64   |
| 649094.438 | 9563616 | 1650.18   | 22+288  | 1.40                            | 11.25  | ACERO    | 574.42        | 0.16                           | Si                           | 1.24                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 649107.188 | 9563610 | 1649.17   | 22+302  | 2.80                            | 22.5   | ACERO    | 576.39        | 0.21                           | Si                           | 2.59                 | 3      | 2.2    | 0.4   | 2.64   |
| 649150.813 | 9563564 | 1649.13   | 22+366  | 1.40                            | 11.25  | ACERO    | 576.53        | 0.16                           | Si                           | 1.24                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 649212.188 | 9563520 | 1658.86   | 22+442  | 1.36                            | 11.25  | ACERO    | 559.82        | 0.16                           | Si                           | 1.20                 | 2.5    | 1.1    | 0.4   | 1.1    |
| 649249.938 | 9563503 | 1669.22   | 22+486  | 2.63                            | 22.5   | ACERO    | 547.58        | 0.21                           | Si                           | 2.42                 | 2.5    | 2.4    | 0.4   | 2.4    |
| 649266.125 | 9563502 | 1671.91   | 22+502  | 2.61                            | 22.5   | ACERO    | 542.26        | 0.21                           | Si                           | 2.40                 | 3.5    | 1.7    | 0.4   | 2.38   |
| 649311.438 | 9563493 | 1676.44   | 22+551  | 2.59                            | 22.5   | ACERO    | 537.75        | 0.21                           | Si                           | 2.38                 | 3      | 2      | 0.4   | 2.4    |
| 649330.063 | 9563482 | 1678.02   | 22+570  | 0.15                            | 22.5   | ACERO    | 28.14         | 0.21                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 649354.688 | 9563492 | 1673.04   | 22+598  | 2.59                            | 22.5   | ACERO    | 539.45        | 0.21                           | Si                           | 2.38                 | 3.5    | 1.7    | 0.4   | 2.38   |
| 649364.875 | 9563492 | 1674.89   | 22+608  | 1.32                            | 11.25  | ACERO    | 540.67        | 0.16                           | Si                           | 1.16                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 649378.375 | 9563483 | 1675.32   | 22+622  | 1.32                            | 11.25  | ACERO    | 540.74        | 0.16                           | Si                           | 1.16                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 649391.438 | 9563500 | 1672.46   | 22+636  | 2.61                            | 22.5   | ACERO    | 541           | 0.21                           | Si                           | 2.40                 | 3.5    | 1.7    | 0.4   | 2.38   |
| 649413.688 | 9563500 | 1674.54   | 22+659  | 1.32                            | 11.25  | ACERO    | 539           | 0.16                           | Si                           | 1.16                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 649473.125 | 9563492 | 1673.79   | 22+720  | 0.13                            | 11.25  | ACERO    | 22.66         | 0.16                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 649488.938 | 9563483 | 1672.02   | 22+736  | 2.63                            | 22.5   | ACERO    | 543.94        | 0.21                           | Si                           | 2.42                 | 4      | 1.5    | 0.4   | 2.4    |
| 649523.875 | 9563483 | 1674.27   | 22+772  | 1.30                            | 11.25  | ACERO    | 535.39        | 0.16                           | Si                           | 1.14                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 649553.813 | 9563467 | 1681.37   | 22+806  | 2.57                            | 22.5   | ACERO    | 533.79        | 0.21                           | Si                           | 2.36                 | 4      | 1.5    | 0.4   | 2.4    |
| 649680.375 | 9563463 | 1703.77   | 22+934  | 1.21                            | 11.25  | ACERO    | 496.77        | 0.16                           | Si                           | 1.05                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 649761.688 | 9563440 | 1713.23   | 23+018  | 1.19                            | 11.25  | ACERO    | 485.97        | 0.16                           | Si                           | 1.03                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 649823.5   | 9563406 | 1730.79   | 23+089  | 1.15                            | 11.25  | ACERO    | 458.89        | 0.16                           | Si                           | 0.99                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 649844.563 | 9563400 | 1734.20   | 23+111  | 1.38                            | 11.25  | ACERO    | 454.53        | 0.16                           | Si                           | 1.22                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 649878.938 | 9563381 | 1742.75   | 23+151  | 1.34                            | 11.25  | ACERO    | 443.42        | 0.16                           | Si                           | 1.18                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 649992.25  | 9563272 | 1767.39   | 23+272  | 2.51                            | 22.5   | ACERO    | 412.2         | 0.21                           | Si                           | 2.30                 | 3.5    | 1.7    | 0.4   | 2.38   |
| 650081.875 | 9563347 | 1776.26   | 23+361  | 1.19                            | 11.25  | ACERO    | 395.83        | 0.16                           | Si                           | 1.03                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 650118.5   | 9563338 | 1777.59   | 23+399  | 1.17                            | 11.25  | ACERO    | 386.58        | 0.16                           | Si                           | 1.01                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 650137.813 | 9563337 | 1784.58   | 23+419  | 1.17                            | 11.25  | ACERO    | 384.52        | 0.16                           | Si                           | 1.01                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 650152.313 | 9563339 | 1784.42   | 23+434  | 1.19                            | 11.25  | ACERO    | 389.05        | 0.16                           | Si                           | 1.03                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 650271.75  | 9563385 | 1786.82   | 23+563  | 2.27                            | 22.5   | ACERO    | 380.08        | 0.21                           | Si                           | 2.06                 | 3      | 1.7    | 0.4   | 2.04   |
| 650275.5   | 9563385 | 1787.38   | 23+569  | 1.15                            | 11.25  | ACERO    | 380.11        | 0.16                           | Si                           | 0.99                 | 3      | 0.85   | 0.4   | 1.02   |
| 650293     | 9563379 | 1786.75   | 23+587  | 1.15                            | 11.25  | ACERO    | 379.97        | 0.16                           | Si                           | 0.99                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 650457.5   | 9563368 | 1792.05   | 23+752  | 1.15                            | 11.25  | ACERO    | 375.79        | 0.16                           | Si                           | 0.99                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 650493.313 | 9563358 | 1789.77   | 23+790  | 0.13                            | 11.25  | ACERO    | 19.14         | 0.16                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 650541.563 | 9563353 | 1795.36   | 23+838  | 2.21                            | 22.5   | ACERO    | 367.33        | 0.21                           | Si                           | 2.00                 | 2.5    | 2      | 0.4   | 2      |
| 650547.75  | 9563350 | 1797.93   | 23+845  | 2.25                            | 22.5   | ACERO    | 369.51        | 0.21                           | Si                           | 2.04                 | 2.5    | 2      | 0.4   | 2      |
| 650592.313 | 9563344 | 1800.79   | 23+892  | 7.86                            | 90     | ACERO    | 357.67        | 0.41                           | Si                           | 7.45                 | 5      | 3.8    | 0.4   | 7.6    |
| 650592.063 | 9563338 | 1801.96   | 23+898  | 7.86                            | 90     | ACERO    | 358.79        | 0.41                           | Si                           | 7.45                 | 4.5    | 4.2    | 0.4   | 7.56   |
| 650608.688 | 9563335 | 1803.66   | 23+914  | 1.10                            | 11.25  | ACERO    | 361.07        | 0.16                           | Si                           | 0.94                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 650621.625 | 9563331 | 1799.58   | 23+928  | 2.21                            | 22.5   | ACERO    | 364.69        | 0.21                           | Si                           | 2.00                 | 2.5    | 2      | 0.4   | 2      |
| 650665.125 | 9563334 | 1801.08   | 23+973  | 1.10                            | 11.25  | ACERO    | 363.47        | 0.16                           | Si                           | 0.94                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 650677.188 | 9563333 | 1798.13   | 23+985  | 2.21                            | 22.5   | ACERO    | 363.59        | 0.21                           | Si                           | 2.00                 | 2.5    | 2      | 0.4   | 2      |
| 650683.188 | 9563329 | 1799.00   | 23+992  | 1.10                            | 11.25  | ACERO    | 367.16        | 0.16                           | Si                           | 0.94                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 650700.75  | 9563314 | 1796.01   | 24+015  | 1.10                            | 11.25  | ACERO    | 363.78        | 0.16                           | Si                           | 0.94                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 650761.063 | 9563277 | 1805.31   | 24+086  | 1.08                            | 11.25  | ACERO    | 353.7         | 0.16                           | Si                           | 0.92                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 650811.25  | 9563255 | 1816.78   | 24+141  | 2.02                            | 22.5   | ACERO    | 336.9         | 0.21                           | Si                           | 1.81                 | 2.5    | 1.8    | 0.4   | 1.8    |
| 650839.125 | 9563254 | 1822.54   | 24+169  | 3.95                            | 45     | ACERO    | 333.12        | 0.32                           | Si                           | 3.63                 | 3.5    | 2.6    | 0.4   | 3.64   |
| 650844.5   | 9563248 | 1825.47   | 24+177  | 0.98                            | 11.25  | ACERO    | 323.65        | 0.16                           | Si                           | 0.82                 | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 650884.063 | 9563198 | 1831.30   | 24+243  | 3.76                            | 45     | ACERO    | 316.71        | 0.32                           | Si                           | 3.44                 | 3.5    | 2.5    | 0.4   | 3.5    |
| 650859.563 | 9563217 | 1830.48   | 24+212  | 1.91                            | 22.5   | ACERO    | 318.27        | 0.21                           | Si                           | 1.70                 | 2.5    | 1.7    | 0.4   | 1.7    |
| 650856.25  | 9563223 | 1830.09   | 24+205  | 0.98                            | 11.25  | ACERO    | 320.95        | 0.16                           | Si                           | 0.82                 | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 650851.188 | 9563237 | 1828.00   | 24+190  | 0.13                            | 11.25  | ACERO    | 19.52         | 0.16                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 650891.563 | 9563155 | 1839.32   | 24+288  | 1.81                            | 22.5   | ACERO    | 300.49        | 0.21                           | Si                           | 1.60                 | 2.5    | 1.6    | 0.4   | 1.6    |
| 650892.563 | 9563173 | 1831.75   | 24+270  | 0.17                            | 22.5   | ACERO    | 26.1          | 0.21                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 650894.875 | 9563145 | 1841.77   | 24+298  | 3.61                            | 45     | ACERO    | 302.86        | 0.32                           | Si                           | 3.29                 | 3.5    | 2.4    | 0.4   | 3.36   |
| 650942.813 | 9563121 | 1860.26   | 24+353  | 1.68                            | 22.5   | ACERO    | 280.48        | 0.21                           | Si                           | 1.47                 | 2.5    | 1.5    | 0.4   | 1.5    |
| 651149.813 | 9563004 | 1887.36   | 24+605  | 2.76                            | 45     | PEAD     | 233.08        | 0.32                           | Si                           | 2.44                 | 2.5    | 2.5    | 0.4   | 2.5    |



“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACOCHA Y  
LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER,  
LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURON Y OPOLUCA”

| X          | Y       | Elevación | Abscisa | Volumen<br>Concreto<br>Requerido<br>(m3) | Ángulo | Material | Presión<br>(PSI) | Volumen<br>pieza de<br>fijación<br>(m3) | ¿Requiere<br>volumen<br>adional? | Volumen<br>anclaje<br>(m3) | L1 (m) | L2 (m) | Z (m) | V (m3) |
|------------|---------|-----------|---------|------------------------------------------|--------|----------|------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------|--------|-------|--------|
| 651161.875 | 9562992 | 1892.55   | 24+622  | 2.80                                     | 45     | PEAD     | 235.06           | 0.32                                    | Si                               | 2.48                       | 2.5    | 2.5    | 0.4   | 2.5    |
| 651407.813 | 9563125 | 1845.28   | 24+908  | 1.06                                     | 11.25  | ACERO    | 300.41           | 0.16                                    | Si                               | 0.90                       | 2.5    | 0.9    | 0.4   | 0.9    |
| 651423.25  | 9563131 | 1841.25   | 24+924  | 1.87                                     | 22.5   | ACERO    | 309.28           | 0.21                                    | Si                               | 1.66                       | 2.5    | 1.7    | 0.4   | 1.7    |
| 651618.75  | 9563198 | 1759.86   | 25+160  | 0.15                                     | 22.5   | ACERO    | 24.25            | 0.21                                    | No                               |                            |        |        |       |        |
| 651700.938 | 9563230 | 1758.22   | 25+251  | 1.27                                     | 11.25  | ACERO    | 422.47           | 0.16                                    | Si                               | 1.11                       | 2.5    | 1.1    | 0.4   | 1.1    |
| 651754.25  | 9563251 | 1751.37   | 25+309  | 2.59                                     | 22.5   | ACERO    | 431.39           | 0.21                                    | Si                               | 2.38                       | 2.5    | 2.4    | 0.4   | 2.4    |
| 651777.625 | 9563251 | 1748.29   | 25+332  | 1.32                                     | 11.25  | ACERO    | 434.86           | 0.16                                    | Si                               | 1.16                       | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 651792.063 | 9563253 | 1748.07   | 25+347  | 5.18                                     | 45     | ACERO    | 435.56           | 0.32                                    | Si                               | 4.86                       | 2.5    | 4.9    | 0.4   | 4.9    |
| 651804     | 9563270 | 1747.43   | 25+368  | 1.32                                     | 11.25  | ACERO    | 436.52           | 0.16                                    | Si                               | 1.16                       | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 651838.75  | 9563349 | 1744.62   | 25+454  | 5.20                                     | 45     | ACERO    | 438.55           | 0.32                                    | Si                               | 4.88                       | 3.5    | 3.5    | 0.4   | 4.9    |
| 651829     | 9563375 | 1745.34   | 25+481  | 5.25                                     | 45     | ACERO    | 441.7            | 0.32                                    | Si                               | 4.93                       | 4      | 3      | 0.4   | 4.8    |
| 651839.688 | 9563400 | 1743.08   | 25+509  | 2.65                                     | 22.5   | ACERO    | 442.49           | 0.21                                    | Si                               | 2.44                       | 2.5    | 2.5    | 0.4   | 2.5    |
| 651847.5   | 9563408 | 1742.09   | 25+520  | 0.11                                     | 22.5   | ACERO    | 16.19            | 0.21                                    | No                               |                            |        |        |       |        |
| 651921.063 | 9563437 | 1743.43   | 25+600  | 0.15                                     | 11.25  | ACERO    | 46.41            | 0.16                                    | No                               |                            |        |        |       |        |
| 651961.688 | 9563444 | 1743.04   | 25+641  | 1.34                                     | 11.25  | ACERO    | 444.09           | 0.16                                    | Si                               | 1.18                       | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 651987     | 9563454 | 1741.88   | 25+668  | 1.36                                     | 11.25  | ACERO    | 445.59           | 0.16                                    | Si                               | 1.20                       | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 652031.875 | 9563462 | 1737.13   | 25+713  | 2.70                                     | 22.5   | ACERO    | 450.83           | 0.21                                    | Si                               | 2.49                       | 2.5    | 2.5    | 0.4   | 2.5    |
| 652057.688 | 9563478 | 1734.02   | 25+743  | 2.76                                     | 22.5   | ACERO    | 456.31           | 0.21                                    | Si                               | 2.55                       | 2.5    | 2.5    | 0.4   | 2.5    |
| 652080.375 | 9563482 | 1733.34   | 25+767  | 1.38                                     | 11.25  | ACERO    | 456.58           | 0.16                                    | Si                               | 1.22                       | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 652190.125 | 9563475 | 1732.19   | 25+877  | 1.38                                     | 11.25  | ACERO    | 457.26           | 0.16                                    | Si                               | 1.22                       | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 652215.813 | 9563468 | 1732.47   | 25+903  | 2.74                                     | 22.5   | ACERO    | 457.79           | 0.21                                    | Si                               | 2.53                       | 2.5    | 2.5    | 0.4   | 2.5    |
| 652238.313 | 9563471 | 1732.28   | 25+925  | 2.74                                     | 22.5   | ACERO    | 458.1            | 0.21                                    | Si                               | 2.53                       | 2.5    | 2.5    | 0.4   | 2.5    |
| 652285.5   | 9563498 | 1731.20   | 25+980  | 0.15                                     | 22.5   | ACERO    | 24.15            | 0.21                                    | No                               |                            |        |        |       |        |
| 652319.125 | 9563502 | 1732.25   | 26+014  | 1.38                                     | 11.25  | ACERO    | 457.97           | 0.16                                    | Si                               | 1.22                       | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 652335.688 | 9563501 | 1732.17   | 26+031  | 1.38                                     | 11.25  | ACERO    | 458.49           | 0.16                                    | Si                               | 1.22                       | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 652355.625 | 9563496 | 1731.44   | 26+051  | 1.38                                     | 11.25  | ACERO    | 459.25           | 0.16                                    | Si                               | 1.22                       | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 652417.438 | 9563465 | 1727.80   | 26+121  | 5.39                                     | 45     | ACERO    | 455.32           | 0.32                                    | Si                               | 5.07                       | 4      | 3.2    | 0.4   | 5.12   |
| 652420.188 | 9563458 | 1729.64   | 26+128  | 2.76                                     | 22.5   | ACERO    | 458.88           | 0.21                                    | Si                               | 2.55                       | 2.5    | 2.5    | 0.4   | 2.5    |
| 652430.5   | 9563447 | 1735.90   | 26+143  | 1.36                                     | 11.25  | ACERO    | 450.84           | 0.16                                    | Si                               | 1.20                       | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 652451.875 | 9563432 | 1740.47   | 26+169  | 1.36                                     | 11.25  | ACERO    | 447.47           | 0.16                                    | Si                               | 1.20                       | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 652499.625 | 9563412 | 1751.31   | 26+221  | 1.32                                     | 11.25  | ACERO    | 433.74           | 0.16                                    | Si                               | 1.16                       | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 652521.625 | 9563397 | 1754.22   | 26+248  | 1.30                                     | 11.25  | ACERO    | 430.4            | 0.16                                    | Si                               | 1.14                       | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 652534.438 | 9563382 | 1757.39   | 26+267  | 2.55                                     | 22.5   | ACERO    | 422.18           | 0.21                                    | Si                               | 2.34                       | 2.5    | 2.5    | 0.4   | 2.5    |
| 652581.438 | 9563359 | 1768.37   | 26+320  | 0.08                                     | 11.25  | ACERO    | 24.61            | 0.16                                    | No                               |                            |        |        |       |        |
| 652596.25  | 9563355 | 1768.47   | 26+335  | 2.46                                     | 22.5   | ACERO    | 398.45           | 0.21                                    | Si                               | 2.25                       | 3      | 1.9    | 0.4   | 2.28   |
| 652608.375 | 9563346 | 1771.75   | 26+350  | 0.08                                     | 11.25  | ACERO    | 24.28            | 0.16                                    | No                               |                            |        |        |       |        |
| 652622.938 | 9563339 | 1778.14   | 26+366  | 2.38                                     | 22.5   | ACERO    | 395.93           | 0.21                                    | Si                               | 2.17                       | 2.5    | 2.2    | 0.4   | 2.2    |
| 652638     | 9563338 | 1781.31   | 26+381  | 1.17                                     | 11.25  | ACERO    | 388.48           | 0.16                                    | Si                               | 1.01                       | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 652664.813 | 9563329 | 1785.35   | 26+410  | 0.17                                     | 22.5   | ACERO    | 27.16            | 0.21                                    | No                               |                            |        |        |       |        |
| 652712.063 | 9563284 | 1786.15   | 26+475  | 2.27                                     | 22.5   | ACERO    | 378.03           | 0.21                                    | Si                               | 2.06                       | 2.5    | 2      | 0.4   | 2      |
| 652719.75  | 9563266 | 1789.56   | 26+495  | 2.23                                     | 22.5   | ACERO    | 372.62           | 0.21                                    | Si                               | 2.02                       | 2.5    | 2      | 0.4   | 2      |
| 652720     | 9563256 | 1792.06   | 26+505  | 2.25                                     | 22.5   | ACERO    | 375.54           | 0.21                                    | Si                               | 2.04                       | 2.5    | 2      | 0.4   | 2      |
| 652711.563 | 9563234 | 1795.48   | 26+528  | 2.23                                     | 22.5   | ACERO    | 370.96           | 0.21                                    | Si                               | 2.02                       | 2.5    | 2      | 0.4   | 2      |
| 652711.75  | 9563218 | 1797.10   | 26+544  | 4.35                                     | 45     | ACERO    | 366.42           | 0.32                                    | Si                               | 4.03                       | 4      | 2.5    | 0.4   | 4      |
| 652736.688 | 9563191 | 1800.51   | 26+581  | 2.17                                     | 22.5   | ACERO    | 360.92           | 0.21                                    | Si                               | 1.96                       | 2.5    | 2      | 0.4   | 2      |
| 652767.875 | 9563188 | 1796.83   | 26+613  | 2.23                                     | 22.5   | ACERO    | 371.48           | 0.21                                    | Si                               | 2.02                       | 2.5    | 2      | 0.4   | 2      |
| 652750.375 | 9563186 | 1799.82   | 26+596  | 2.21                                     | 22.5   | ACERO    | 364.66           | 0.21                                    | Si                               | 2.00                       | 2.5    | 2      | 0.4   | 2      |
| 652778.063 | 9563185 | 1794.22   | 26+624  | 2.21                                     | 22.5   | ACERO    | 367.58           | 0.21                                    | Si                               | 2.00                       | 2.5    | 2      | 0.4   | 2      |
| 652937.438 | 9563208 | 1772.57   | 26+786  | 2.42                                     | 22.5   | ACERO    | 402.99           | 0.21                                    | Si                               | 2.21                       | 2.5    | 2.2    | 0.4   | 2.2    |
| 652983.438 | 9563235 | 1770.48   | 26+839  | 4.78                                     | 45     | ACERO    | 402.28           | 0.32                                    | Si                               | 4.46                       | 4      | 2.8    | 0.4   | 4.48   |
| 653033.875 | 9563204 | 1774.77   | 26+904  | 1.21                                     | 11.25  | ACERO    | 399.73           | 0.16                                    | Si                               | 1.05                       | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 653060.063 | 9563204 | 1773.30   | 26+930  | 0.19                                     | 22.5   | ACERO    | 28.78            | 0.21                                    | No                               |                            |        |        |       |        |
| 653072.813 | 9563210 | 1778.49   | 26+944  | 8.30                                     | 90     | ACERO    | 378.93           | 0.41                                    | Si                               | 7.89                       | 4      | 3.3    | 0.6   | 7.92   |
| 653069.75  | 9563218 | 1785.27   | 26+953  | 8.43                                     | 90     | ACERO    | 385.66           | 0.41                                    | Si                               | 8.02                       | 4.5    | 4.4    | 0.4   | 7.92   |
| 653186.125 | 9563269 | 1819.15   | 27+080  | 0.11                                     | 11.25  | ACERO    | 32.88            | 0.16                                    | No                               |                            |        |        |       |        |
| 653213.125 | 9563276 | 1830.93   | 27+108  | 0.98                                     | 11.25  | ACERO    | 322.3            | 0.16                                    | Si                               | 0.82                       | 2.5    | 0.9    | 0.4   | 0.9    |
| 653504.125 | 9563215 | 1855.20   | 27+416  | 3.40                                     | 45     | PEAD     | 282.4            | 0.32                                    | Si                               | 3.08                       | 3      | 2.5    | 0.4   | 3      |



“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACocha Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURON Y OPOLUCA”

| X          | Y       | Elevación | Abscisa | Volumen Concreto Requerido (m3) | Ángulo | Material | Presión (PSI) | Volumen pieza de fijación (m3) | ¿Requiere volumen adicional? | Volumen anclaje (m3) | L1 (m) | L2 (m) | Z (m) | V (m3) |
|------------|---------|-----------|---------|---------------------------------|--------|----------|---------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|--------|--------|-------|--------|
| 653533.375 | 9563227 | 1845.17   | 27+447  | 1.83                            | 22.5   | ACERO    | 304.45        | 0.21                           | Si                           | 1.62                 | 2.5    | 1.6    | 0.4   | 1.6    |
| 653548.875 | 9563243 | 1831.54   | 27+470  | 0.15                            | 11.25  | ACERO    | 43.82         | 0.16                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 653564.5   | 9563252 | 1823.73   | 27+488  | 1.00                            | 11.25  | ACERO    | 325.31        | 0.16                           | Si                           | 0.84                 | 2.5    | 0.85   | 0.4   | 0.85   |
| 653588.625 | 9563260 | 1818.27   | 27+513  | 1.00                            | 11.25  | ACERO    | 331.92        | 0.16                           | Si                           | 0.84                 | 2.5    | 0.85   | 0.4   | 0.85   |
| 653598.625 | 9563261 | 1817.10   | 27+523  | 1.02                            | 11.25  | ACERO    | 336.09        | 0.16                           | Si                           | 0.86                 | 2.5    | 0.85   | 0.4   | 0.85   |
| 653688.375 | 9563277 | 1825.62   | 27+616  | 0.98                            | 11.25  | ACERO    | 322.24        | 0.16                           | Si                           | 0.82                 | 2.5    | 0.9    | 0.4   | 0.9    |
| 653706.938 | 9563279 | 1828.36   | 27+635  | 1.91                            | 22.5   | ACERO    | 319.46        | 0.21                           | Si                           | 1.70                 | 2.5    | 1.7    | 0.4   | 1.7    |
| 653731.313 | 9563272 | 1831.46   | 27+660  | 0.57                            | 45     | ACERO    | 47.68         | 0.32                           | Si                           | 0.25                 | 1      | 0.65   | 0.4   | 0.26   |
| 653747.5   | 9563248 | 1835.15   | 27+689  | 3.74                            | 45     | ACERO    | 314.52        | 0.32                           | Si                           | 3.42                 | 3.5    | 2.5    | 0.4   | 3.5    |
| 653802.688 | 9563236 | 1841.31   | 27+746  | 0.91                            | 11.25  | ACERO    | 303.91        | 0.16                           | Si                           | 0.75                 | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 653824.938 | 9563236 | 1843.25   | 27+768  | 0.91                            | 11.25  | ACERO    | 301.33        | 0.16                           | Si                           | 0.75                 | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 653874.125 | 9563243 | 1849.35   | 27+818  | 0.89                            | 11.25  | ACERO    | 291.21        | 0.16                           | Si                           | 0.73                 | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 653902.438 | 9563243 | 1851.90   | 27+846  | 3.44                            | 45     | ACERO    | 289.97        | 0.32                           | Si                           | 3.12                 | 3      | 2.6    | 0.4   | 3.12   |
| 653934.25  | 9563214 | 1854.56   | 27+889  | 3.40                            | 45     | ACERO    | 286.2         | 0.32                           | Si                           | 3.08                 | 3      | 2.5    | 0.4   | 3      |
| 653945.563 | 9563214 | 1855.57   | 27+901  | 3.36                            | 45     | ACERO    | 282.79        | 0.32                           | Si                           | 3.04                 | 3      | 2.5    | 0.4   | 3      |
| 653952     | 9563221 | 1856.38   | 27+911  | 0.85                            | 11.25  | ACERO    | 280.44        | 0.16                           | Si                           | 0.69                 | 2.5    | 0.7    | 0.4   | 0.7    |
| 654255.563 | 9563341 | 1875.64   | 28+303  | 3.02                            | 45     | PEAD     | 254.12        | 0.32                           | Si                           | 2.70                 | 3      | 2.5    | 0.4   | 3      |
| 654389.75  | 9563329 | 1888.51   | 28+443  | 5.27                            | 90     | PEAD     | 239.97        | 0.41                           | Si                           | 4.86                 | 5      | 2.4    | 0.4   | 4.8    |
| 654677.25  | 9563174 | 1929.48   | 28+782  | 2.08                            | 45     | PEAD     | 175.23        | 0.32                           | Si                           | 1.76                 | 2.5    | 1.8    | 0.4   | 1.8    |
| 654692.625 | 9563175 | 1932.28   | 28+797  | 2.10                            | 45     | PEAD     | 177.16        | 0.32                           | Si                           | 1.78                 | 2.5    | 1.8    | 0.4   | 1.8    |
| 654792.25  | 9563229 | 1941.57   | 28+915  | 1.93                            | 45     | PEAD     | 163.11        | 0.32                           | Si                           | 1.61                 | 2.5    | 1.8    | 0.4   | 1.8    |
| 654932.813 | 9563259 | 1941.89   | 29+068  | 1.93                            | 45     | PEAD     | 162.84        | 0.32                           | Si                           | 1.61                 | 2.5    | 1.8    | 0.4   | 1.8    |
| 656430.625 | 9562940 | 1953.15   | 30+835  | 3.14                            | 90     | PEAD     | 142.98        | 0.41                           | Si                           | 2.73                 | 2.5    | 2.8    | 0.4   | 2.8    |
| 639140.125 | 9563609 | 2013.44   | 8+199   | 1.27                            | 90     | PEAD     | 57.83         | 0.41                           | Si                           | 0.86                 | 2.5    | 0.9    | 0.4   | 0.9    |
| 651455.75  | 9563211 | 1807.07   | 24+970  | 0.15                            | 22.5   | PEAD     | 23.58         | 0.21                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 651477.375 | 9563171 | 1822.25   | 24+995  | 3.86                            | 45     | PEAD     | 325.7         | 0.32                           | Si                           | 3.54                 | 3.5    | 2.5    | 0.4   | 3.5    |
| 651485.5   | 9563190 | 1820.67   | 25+015  | 2.00                            | 22.5   | PEAD     | 331.53        | 0.21                           | Si                           | 1.79                 | 2.5    | 1.8    | 0.4   | 1.8    |
| 651506.75  | 9563211 | 1811.58   | 25+045  | 4.14                            | 45     | PEAD     | 349.39        | 0.32                           | Si                           | 3.82                 | 3      | 3.2    | 0.4   | 3.84   |
| 651514.313 | 9563211 | 1807.07   | 25+052  | 1.04                            | 11.25  | PEAD     | 344.46        | 0.16                           | Si                           | 0.88                 | 2.5    | 0.9    | 0.4   | 0.9    |
| 651541     | 9563205 | 1792.39   | 25+080  | 0.15                            | 22.5   | PEAD     | 22.13         | 0.21                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 651570.813 | 9563211 | 1777.78   | 25+110  | 0.15                            | 22.5   | PEAD     | 22.92         | 0.21                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 657542.938 | 9560138 | 1966.29   | 34+799  | 0.96                            | 45     | PEAD     | 124.18        | 0.32                           | Si                           | 0.64                 | 2.5    | 0.65   | 0.4   | 0.65   |
| 657359.438 | 9560086 | 1977.54   | 34+998  | 0.83                            | 45     | PEAD     | 107.53        | 0.32                           | Si                           | 0.51                 | 2.5    | 0.5    | 0.4   | 0.5    |
| 657327.063 | 9560023 | 1988.69   | 35+070  | 1.08                            | 90     | PEAD     | 75.3          | 0.41                           | Si                           | 0.67                 | 2.5    | 0.7    | 0.4   | 0.7    |
| 657313.313 | 9560027 | 1989.26   | 35+082  | 0.72                            | 45     | PEAD     | 93.82         | 0.32                           | Si                           | 0.40                 | 2.5    | 0.4    | 0.4   | 0.4    |
| 657282     | 9560051 | 1988.35   | 35+123  | 0.74                            | 45     | PEAD     | 95.07         | 0.32                           | Si                           | 0.42                 | 2.5    | 0.4    | 0.4   | 0.4    |
| 657275.563 | 9560069 | 1984.38   | 35+143  | 0.74                            | 45     | PEAD     | 96.76         | 0.32                           | Si                           | 0.42                 | 2.5    | 0.4    | 0.4   | 0.4    |
| 656722     | 9559833 | 2003.93   | 35+876  | 0.57                            | 45     | PEAD     | 73.21         | 0.32                           | Si                           | 0.25                 | 2.5    | 0.3    | 0.4   | 0.3    |
| 656657.813 | 9559965 | 1999.72   | 36+030  | 0.55                            | 45     | PEAD     | 71.07         | 0.32                           | Si                           | 0.23                 | 2.5    | 0.3    | 0.4   | 0.3    |
| 656634.313 | 9559987 | 2012.33   | 36+064  | 0.51                            | 45     | PEAD     | 62.4          | 0.32                           | Si                           | 0.19                 | 1      | 0.5    | 0.4   | 0.2    |
| 656305.625 | 9559879 | 2005.20   | 36+470  | 0.85                            | 45     | PEAD     | 71.26         | 0.32                           | Si                           | 0.53                 | 2.5    | 0.5    | 0.4   | 0.5    |
| 656301.688 | 9559704 | 2005.27   | 36+658  | 0.87                            | 45     | PEAD     | 73.19         | 0.32                           | Si                           | 0.55                 | 2.5    | 0.6    | 0.4   | 0.6    |
| 656376.313 | 9559652 | 2002.74   | 36+756  | 1.59                            | 90     | PEAD     | 72.64         | 0.41                           | Si                           | 1.18                 | 2.5    | 1.2    | 0.4   | 1.2    |
| 656402.25  | 9559405 | 1982.38   | 37+111  | 1.23                            | 45     | PEAD     | 103.71        | 0.32                           | Si                           | 0.91                 | 2.5    | 0.9    | 0.4   | 0.9    |
| 656211.5   | 9557928 | 1852.03   | 38+729  | 1.74                            | 22.5   | ACERO    | 289.11        | 0.21                           | Si                           | 1.53                 | 2.5    | 1.6    | 0.4   | 1.6    |
| 656180.563 | 9557866 | 1827.25   | 38+799  | 1.00                            | 11.25  | ACERO    | 329.72        | 0.16                           | Si                           | 0.84                 | 2.5    | 0.9    | 0.4   | 0.9    |
| 656171.625 | 9557833 | 1816.15   | 38+832  | 4.16                            | 45     | ACERO    | 351.13        | 0.32                           | Si                           | 3.84                 | 4      | 2.4    | 0.4   | 3.84   |
| 656100.313 | 9557789 | 1794.72   | 38+917  | 2.25                            | 22.5   | ACERO    | 373.17        | 0.21                           | Si                           | 2.04                 | 3      | 1.7    | 0.4   | 2.04   |
| 656093.563 | 9557780 | 1791.68   | 38+928  | 1.13                            | 11.25  | ACERO    | 369.08        | 0.16                           | Si                           | 0.97                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 656074.5   | 9557762 | 1782.92   | 38+954  | 1.19                            | 11.25  | ACERO    | 391.24        | 0.16                           | Si                           | 1.03                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 656056.688 | 9557737 | 1771.26   | 38+984  | 1.19                            | 11.25  | ACERO    | 394.82        | 0.16                           | Si                           | 1.03                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 656045.313 | 9557712 | 1768.15   | 39+012  | 1.21                            | 11.25  | ACERO    | 402.44        | 0.16                           | Si                           | 1.05                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 656039.125 | 9557686 | 1780.50   | 39+039  | 1.21                            | 11.25  | ACERO    | 396.64        | 0.16                           | Si                           | 1.05                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 656013.438 | 9557629 | 1785.05   | 39+101  | 1.15                            | 11.25  | ACERO    | 375.24        | 0.16                           | Si                           | 0.99                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 655976.25  | 9557578 | 1788.45   | 39+166  | 2.31                            | 22.5   | ACERO    | 384           | 0.21                           | Si                           | 2.10                 | 2.5    | 2.1    | 0.4   | 2.1    |
| 655904.5   | 9557533 | 1786.00   | 39+250  | 0.38                            | 22.5   | ACERO    | 61.73         | 0.21                           | Si                           | 0.17                 | 1.5    | 0.3    | 0.4   | 0.18   |
| 655784.625 | 9557513 | 1800.02   | 39+371  | 1.10                            | 11.25  | ACERO    | 365.53        | 0.16                           | Si                           | 0.94                 | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |



**“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACOCHA Y  
LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER,  
LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURON Y OPOLUCA”**

| X          | Y       | Elevación | Abscisa | Volumen<br>Concreto<br>Requerido<br>(m3) | Ángulo | Material | Presión<br>(PSI) | Volumen<br>pieza de<br>fijación<br>(m3) | ¿Requiere<br>volumen<br>adional? | Volumen<br>anclaje<br>(m3) | L1 (m) | L2 (m) | Z (m) | V (m3) |
|------------|---------|-----------|---------|------------------------------------------|--------|----------|------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------|--------|-------|--------|
| 655712     | 9557516 | 1822.70   | 39+444  | 1.00                                     | 11.25  | ACERO    | 330.24           | 0.16                                    | Si                               | 0.84                       | 2.5    | 1      | 0.4   | 1      |
| 655583.875 | 9557489 | 1817.63   | 39+574  | 1.97                                     | 22.5   | ACERO    | 328.47           | 0.21                                    | Si                               | 1.76                       | 2.5    | 1.8    | 0.4   | 1.8    |
| 655539     | 9557457 | 1833.39   | 39+630  | 0.19                                     | 11.25  | ACERO    | 60.91            | 0.16                                    | Si                               | 0.03                       | 1      | 0.2    | 0.2   | 0.04   |
| 655462.125 | 9557424 | 1815.91   | 39+714  | 1.04                                     | 11.25  | ACERO    | 340.74           | 0.16                                    | Si                               | 0.88                       | 2.5    | 0.9    | 0.4   | 0.9    |
| 655423     | 9557399 | 1818.69   | 39+76   | 0.19                                     | 11.25  | ACERO    | 61.27            | 0.16                                    | Si                               | 0.03                       | 1      | 0.2    | 0.2   | 0.04   |
| 655662.125 | 9557508 | 1820.78   | 39+494  | 1.02                                     | 11.25  | ACERO    | 337.26           | 0.16                                    | Si                               | 0.86                       | 2.5    | 0.9    | 0.4   | 0.9    |
| 655615.75  | 9557493 | 1816.26   | 39+542  | 1.04                                     | 11.25  | ACERO    | 339.68           | 0.16                                    | Si                               | 0.88                       | 2.5    | 0.9    | 0.4   | 0.9    |
| 655385.938 | 9557385 | 1819.34   | 39+800  | 0.15                                     | 22.5   | ACERO    | 24.08            | 0.21                                    | No                               |                            |        |        |       |        |
| 655366.938 | 9557364 | 1819.80   | 39+828  | 3.95                                     | 45     | ACERO    | 333.84           | 0.32                                    | Si                               | 3.63                       | 3.5    | 2.5    | 0.4   | 3.5    |
| 655367     | 9557354 | 1820.03   | 39+837  | 3.95                                     | 45     | ACERO    | 333.89           | 0.32                                    | Si                               | 3.63                       | 3      | 3      | 0.4   | 3.6    |
| 655373.313 | 9557348 | 1819.89   | 39+846  | 3.95                                     | 45     | ACERO    | 333.57           | 0.32                                    | Si                               | 3.63                       | 3.5    | 2.5    | 0.4   | 3.5    |
| 655375.188 | 9557312 | 1820.64   | 39+882  | 2.00                                     | 22.5   | ACERO    | 330.43           | 0.21                                    | Si                               | 1.79                       | 2.5    | 1.8    | 0.4   | 1.8    |
| 655370.188 | 9557298 | 1821.48   | 39+897  | 2.00                                     | 22.5   | ACERO    | 331.77           | 0.21                                    | Si                               | 1.79                       | 2.5    | 1.8    | 0.4   | 1.8    |
| 655350.438 | 9557277 | 1824.78   | 39+926  | 1.95                                     | 22.5   | ACERO    | 325.12           | 0.21                                    | Si                               | 1.74                       | 2.5    | 1.8    | 0.4   | 1.8    |
| 655345.5   | 9557263 | 1826.55   | 39+941  | 3.80                                     | 45     | ACERO    | 320.88           | 0.32                                    | Si                               | 3.48                       | 3.5    | 2.5    | 0.4   | 3.5    |
| 655348.875 | 9557255 | 1826.22   | 39+949  | 1.95                                     | 22.5   | ACERO    | 322.42           | 0.21                                    | Si                               | 1.74                       | 2.5    | 1.8    | 0.4   | 1.8    |
| 655349.313 | 9557246 | 1827.39   | 39+958  | 1.95                                     | 22.5   | ACERO    | 324.14           | 0.21                                    | Si                               | 1.74                       | 2.5    | 1.8    | 0.4   | 1.8    |
| 655346.188 | 9557237 | 1829.88   | 39+968  | 0.96                                     | 11.25  | ACERO    | 316.11           | 0.16                                    | Si                               | 0.80                       | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 655336.25  | 9557221 | 1835.80   | 39+987  | 0.93                                     | 11.25  | ACERO    | 308.94           | 0.16                                    | Si                               | 0.77                       | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 655334.063 | 9557215 | 1837.63   | 39+993  | 1.87                                     | 22.5   | ACERO    | 310.86           | 0.21                                    | Si                               | 1.66                       | 2.5    | 1.7    | 0.4   | 1.7    |
| 655335     | 9557192 | 1840.61   | 40+016  | 0.93                                     | 11.25  | ACERO    | 306.04           | 0.16                                    | Si                               | 0.77                       | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 655331.563 | 9557170 | 1841.10   | 40+038  | 0.98                                     | 22.5   | ACERO    | 303.97           | 0.21                                    | Si                               | 0.77                       | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 655332.875 | 9557164 | 1840.53   | 40+044  | 1.83                                     | 22.5   | ACERO    | 303.53           | 0.21                                    | Si                               | 1.62                       | 2.5    | 1.6    | 0.4   | 1.6    |
| 655336.875 | 9557159 | 1840.19   | 40+051  | 0.93                                     | 11.25  | ACERO    | 303.96           | 0.16                                    | Si                               | 0.77                       | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 655340.813 | 9557150 | 1841.05   | 40+060  | 0.36                                     | 22.5   | ACERO    | 59.13            | 0.21                                    | Si                               | 0.15                       | 1      | 0.4    | 0.4   | 0.16   |
| 655341.188 | 9557143 | 1841.82   | 40+067  | 1.81                                     | 22.5   | ACERO    | 300.71           | 0.21                                    | Si                               | 1.60                       | 2.5    | 1.6    | 0.4   | 1.6    |
| 655338.188 | 9557135 | 1843.57   | 40+076  | 0.93                                     | 11.25  | ACERO    | 302.77           | 0.16                                    | Si                               | 0.77                       | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 655331.188 | 9557123 | 1845.74   | 40+089  | 3.53                                     | 45     | ACERO    | 297.15           | 0.32                                    | Si                               | 3.21                       | 3.5    | 2.3    | 0.4   | 3.22   |
| 655332.125 | 9557118 | 1846.31   | 40+096  | 0.91                                     | 11.25  | ACERO    | 298.38           | 0.16                                    | Si                               | 0.75                       | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 655340.813 | 9557099 | 1847.60   | 40+116  | 0.89                                     | 11.25  | ACERO    | 295.13           | 0.16                                    | Si                               | 0.73                       | 2.5    | 0.8    | 0.4   | 0.8    |
| 655344.063 | 9557086 | 1847.38   | 40+130  | 0.32                                     | 22.5   | ACERO    | 50.19            | 0.21                                    | Si                               | 0.11                       | 1      | 0.4    | 0.3   | 0.12   |
| 655343.063 | 9557078 | 1847.77   | 40+138  | 1.74                                     | 22.5   | ACERO    | 290.63           | 0.21                                    | Si                               | 1.53                       | 2.5    | 1.5    | 0.4   | 1.5    |
| 655336.063 | 9557067 | 1849.53   | 40+153  | 3.48                                     | 45     | ACERO    | 292.49           | 0.32                                    | Si                               | 3.16                       | 3      | 2.6    | 0.4   | 3.12   |
| 655341.375 | 9557043 | 1852.18   | 40+177  | 1.74                                     | 22.5   | ACERO    | 290.53           | 0.21                                    | Si                               | 1.53                       | 2.5    | 1.5    | 0.4   | 1.5    |
| 655348.375 | 9557033 | 1853.51   | 40+189  | 3.40                                     | 45     | ACERO    | 286.13           | 0.32                                    | Si                               | 3.08                       | 2.5    | 3      | 0.4   | 3      |
| 655347.063 | 9557024 | 1854.08   | 40+200  | 1.70                                     | 22.5   | ACERO    | 280.88           | 0.21                                    | Si                               | 1.49                       | 2.5    | 1.5    | 0.4   | 1.5    |

Volumen total de hormigón requerido para anclajes horizontales: 665m<sup>3</sup>



**Tabla 47. Resumen anclajes codos verticales**

| Abscisa | Volumen Concreto Requerido (m3) | Ángulo | Material | Presión (PSI) | Volumen pieza de fijación (m3) | ¿Requiere volumen adicional? | Volumen anclaje (m3) | L1 (m) | L2 (m) | Z (m) | V (m3) |
|---------|---------------------------------|--------|----------|---------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|--------|--------|-------|--------|
| 4+954   | 0.510                           | 45     | PEAD     | 204.37        | 0.32                           | Si                           | 0.190                | 1      | 0.500  | 0.4   | 0.20   |
| 4+976   | 0.510                           | 45     | PEAD     | 204.56        | 0.32                           | Si                           | 0.190                | 1      | 0.500  | 0.4   | 0.20   |
| 5+158   | 0.531                           | 45     | PEAD     | 212.27        | 0.32                           | Si                           | 0.211                | 1      | 0.500  | 0.4   | 0.20   |
| 5+172   | 0.531                           | 45     | PEAD     | 210.43        | 0.32                           | Si                           | 0.211                | 1      | 0.500  | 0.4   | 0.20   |
| 6+230   | 0.340                           | 45     | PEAD     | 136.14        | 0.32                           | Si                           | 0.020                | 1      | 0.100  | 0.2   | 0.02   |
| 6+232   | 0.340                           | 45     | PEAD     | 136.69        | 0.32                           | Si                           | 0.020                | 1      | 0.100  | 0.2   | 0.02   |
| 6+353   | 0.319                           | 45     | PEAD     | 127.01        | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 6+356   | 0.319                           | 45     | PEAD     | 127.51        | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 6+580   | 0.255                           | 45     | PEAD     | 94.89         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 6+597   | 0.255                           | 45     | PEAD     | 94.51         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 6+619   | 0.255                           | 45     | PEAD     | 94.03         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 6+663   | 0.255                           | 45     | PEAD     | 95.26         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 6+814   | 0.297                           | 45     | PEAD     | 115.32        | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 6+853   | 0.297                           | 45     | PEAD     | 116.44        | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 6+902   | 0.212                           | 45     | PEAD     | 84.98         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 6+913   | 0.382                           | 90     | PEAD     | 79.95         | 0.41                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 6+920   | 0.170                           | 45     | PEAD     | 67.79         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 7+066   | 0.170                           | 45     | PEAD     | 62.08         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 7+099   | 0.170                           | 45     | PEAD     | 63.46         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 7+124   | 0.340                           | 90     | PEAD     | 67.10         | 0.41                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 7+127   | 0.170                           | 45     | PEAD     | 65.53         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 7+203   | 0.191                           | 45     | PEAD     | 73.51         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 7+259   | 0.212                           | 45     | PEAD     | 78.60         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 7+280   | 0.191                           | 45     | PEAD     | 76.07         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 7+553   | 0.191                           | 45     | PEAD     | 76.33         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 11+121  | 0.170                           | 45     | PEAD     | 65.81         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 11+247  | 0.170                           | 45     | PEAD     | 66.24         | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 13+087  | 0.297                           | 45     | PEAD     | 150.70        | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 20+981  | 0.637                           | 45     | ACERO    | 344.82        | 0.32                           | Si                           | 0.317                | 2.5    | 0.350  | 0.4   | 0.35   |
| 20+995  | 1.189                           | 90     | ACERO    | 344.15        | 0.41                           | Si                           | 0.779                | 2.5    | 0.800  | 0.4   | 0.80   |
| 21+007  | 0.637                           | 45     | ACERO    | 346.20        | 0.32                           | Si                           | 0.317                | 2.5    | 0.350  | 0.4   | 0.35   |
| 22+147  | 0.531                           | 22.5   | ACERO    | 552.89        | 0.21                           | Si                           | 0.321                | 1      | 0.800  | 0.4   | 0.32   |
| 22+287  | 0.552                           | 22.5   | ACERO    | 574.54        | 0.21                           | Si                           | 0.342                | 1      | 0.900  | 0.4   | 0.36   |
| 22+297  | 0.552                           | 22.5   | ACERO    | 576.60        | 0.21                           | Si                           | 0.342                | 1      | 0.900  | 0.4   | 0.36   |
| 23+033  | 0.616                           | 22.5   | ACERO    | 478.97        | 0.21                           | Si                           | 0.406                | 1      | 1.000  | 0.4   | 0.40   |
| 23+053  | 0.616                           | 22.5   | ACERO    | 471.48        | 0.21                           | Si                           | 0.406                | 1      | 1.000  | 0.4   | 0.40   |
| 23+075  | 0.595                           | 22.5   | ACERO    | 465.92        | 0.21                           | Si                           | 0.385                | 1      | 1.000  | 0.4   | 0.40   |
| 23+090  | 0.595                           | 22.5   | ACERO    | 459.13        | 0.21                           | Si                           | 0.385                | 1      | 1.000  | 0.4   | 0.40   |
| 23+329  | 0.998                           | 45     | ACERO    | 401.04        | 0.32                           | Si                           | 0.678                | 2      | 0.900  | 0.4   | 0.72   |
| 23+336  | 0.978                           | 45     | ACERO    | 396.20        | 0.32                           | Si                           | 0.658                | 2.5    | 0.700  | 0.4   | 0.70   |
| 23+369  | 0.510                           | 22.5   | ACERO    | 395.96        | 0.21                           | Si                           | 0.300                | 1      | 0.800  | 0.4   | 0.32   |
| 23+373  | 0.510                           | 22.5   | ACERO    | 396.02        | 0.21                           | Si                           | 0.300                | 1      | 0.800  | 0.4   | 0.32   |
| 23+432  | 0.510                           | 22.5   | ACERO    | 384.59        | 0.21                           | Si                           | 0.300                | 1      | 0.800  | 0.4   | 0.32   |
| 23+892  | 0.467                           | 22.5   | ACERO    | 357.67        | 0.21                           | Si                           | 0.257                | 1      | 0.650  | 0.4   | 0.26   |
| 23+913  | 0.467                           | 22.5   | ACERO    | 361.37        | 0.21                           | Si                           | 0.257                | 1      | 0.650  | 0.4   | 0.26   |
| 23+943  | 0.934                           | 45     | ACERO    | 363.25        | 0.32                           | Si                           | 0.614                | 2      | 0.800  | 0.4   | 0.64   |
| 23+950  | 0.934                           | 45     | ACERO    | 363.75        | 0.32                           | Si                           | 0.614                | 2      | 0.800  | 0.4   | 0.64   |
| 24+393  | 0.361                           | 22.5   | PEAD     | 280.53        | 0.21                           | Si                           | 0.151                | 1      | 0.400  | 0.4   | 0.16   |
| 24+448  | 0.636                           | 45     | PEAD     | 257.67        | 0.32                           | Si                           | 0.316                | 1      | 0.800  | 0.4   | 0.32   |
| 24+453  | 0.636                           | 45     | PEAD     | 257.58        | 0.32                           | Si                           | 0.316                | 1      | 0.800  | 0.4   | 0.32   |
| 24+497  | 0.637                           | 45     | PEAD     | 250.77        | 0.32                           | Si                           | 0.317                | 1      | 0.800  | 0.4   | 0.32   |
| 24+524  | 0.616                           | 45     | PEAD     | 246.34        | 0.32                           | Si                           | 0.296                | 1      | 0.800  | 0.4   | 0.32   |
| 24+541  | 0.149                           | 11.25  | PEAD     | 235.41        | 0.16                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 24+561  | 0.149                           | 11.25  | PEAD     | 227.84        | 0.16                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 24+761  | 0.680                           | 45     | PEAD     | 262.71        | 0.32                           | Si                           | 0.360                | 1      | 0.900  | 0.4   | 0.36   |
| 24+880  | 0.722                           | 45     | ACERO    | 286.04        | 0.32                           | Si                           | 0.402                | 1      | 1.000  | 0.4   | 0.40   |
| 24+885  | 0.382                           | 22.5   | ACERO    | 295.05        | 0.21                           | Si                           | 0.172                | 1      | 0.500  | 0.4   | 0.20   |
| 25+852  | 0.575                           | 22.5   | ACERO    | 456.64        | 0.21                           | Si                           | 0.365                | 1      | 0.350  | 0.4   | 0.14   |



| Abscisa | Volumen Concreto Requerido (m3) | Ángulo | Material | Presión (PSI) | Volumen pieza de fijación (m3) | ¿Requiere volumen adicional? | Volumen anclaje (m3) | L1 (m) | L2 (m) | Z (m) | V (m3) |
|---------|---------------------------------|--------|----------|---------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|--------|--------|-------|--------|
| 26+692  | 0.510                           | 22.5   | ACERO    | 384.75        | 0.21                           | Si                           | 0.300                | 1      | 0.800  | 0.4   | 0.32   |
| 26+758  | 0.488                           | 22.5   | ACERO    | 387.44        | 0.21                           | Si                           | 0.278                | 1      | 0.700  | 0.4   | 0.28   |
| 26+766  | 0.510                           | 22.5   | ACERO    | 400.99        | 0.21                           | Si                           | 0.300                | 1      | 0.800  | 0.4   | 0.32   |
| 26+790  | 0.510                           | 22.5   | ACERO    | 402.64        | 0.21                           | Si                           | 0.300                | 1      | 0.800  | 0.4   | 0.32   |
| 27+117  | 0.403                           | 22.5   | ACERO    | 306.69        | 0.21                           | Si                           | 0.193                | 1      | 0.500  | 0.4   | 0.20   |
| 27+493  | 0.425                           | 22.5   | ACERO    | 322.86        | 0.21                           | Si                           | 0.215                | 1      | 0.600  | 0.4   | 0.24   |
| 27+508  | 0.425                           | 22.5   | ACERO    | 333.00        | 0.21                           | Si                           | 0.215                | 1      | 0.600  | 0.4   | 0.24   |
| 27+520  | 0.423                           | 22.5   | ACERO    | 336.08        | 0.21                           | Si                           | 0.213                | 1      | 0.600  | 0.4   | 0.24   |
| 31+171  | 0.170                           | 45     | PEAD     | 110.08        | 0.32                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 38+395  | 0.977                           | 90     | PEAD     | 212.73        | 0.41                           | Si                           | 0.567                | 2.5    | 0.600  | 0.4   | 0.60   |
| 38+404  | 0.531                           | 45     | PEAD     | 210.86        | 0.32                           | Si                           | 0.211                | 1.5    | 0.400  | 0.4   | 0.24   |
| 39+496  | 0.213                           | 11.25  | ACERO    | 336.72        | 0.16                           | Si                           | 0.053                | 1      | 0.200  | 0.3   | 0.06   |
| 39+761  | 0.425                           | 22.5   | ACERO    | 334.97        | 0.21                           | Si                           | 0.215                | 1      | 0.600  | 0.4   | 0.24   |
| 39+955  | 0.425                           | 22.5   | ACERO    | 323.57        | 0.21                           | Si                           | 0.215                | 1      | 0.600  | 0.4   | 0.24   |
| 39+996  | 0.403                           | 22.5   | ACERO    | 311.82        | 0.21                           | Si                           | 0.193                | 1      | 0.500  | 0.4   | 0.20   |
| 40+016  | 0.403                           | 22.5   | ACERO    | 306.04        | 0.21                           | Si                           | 0.193                | 1      | 0.500  | 0.4   | 0.20   |
| 40+438  | 0.149                           | 11.25  | PEAD     | 236.17        | 0.16                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 40+511  | 0.127                           | 11.25  | PEAD     | 200.98        | 0.16                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 40+745  | 0.085                           | 11.25  | PEAD     | 124.91        | 0.16                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 40+841  | 0.085                           | 11.25  | PEAD     | 108.65        | 0.16                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 40+926  | 0.083                           | 11.25  | PEAD     | 131.97        | 0.16                           | No                           |                      |        |        |       |        |
| 40+999  | 0.085                           | 11.25  | PEAD     | 126.94        | 0.16                           | No                           |                      |        |        |       |        |

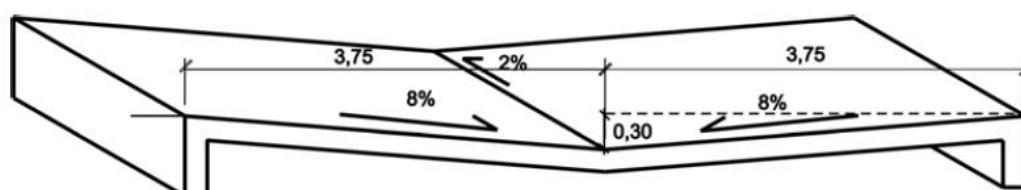
Volumen total de hormigón requerido para anclajes verticales: 56.52m<sup>3</sup>

## BADENES

Estas estructuras están destinadas a proteger de la erosión a la zona por donde pasa la conducción de pequeños cursos de agua que la atraviesan, su uso se limita a sitios con pequeñas descargas y en zonas planas.

Para el cálculo de estas estructuras se utiliza un proceso de diseño similar al de un canal a lámina libre considerando la sección y velocidad para determinar el caudal, teniendo en cuenta el factor de rugosidad y la pendiente. Todo esto en función de la longitud del cauce en donde se ubique el badén.

Los badenes son de sección triangular como se muestra en la figura siguiente:

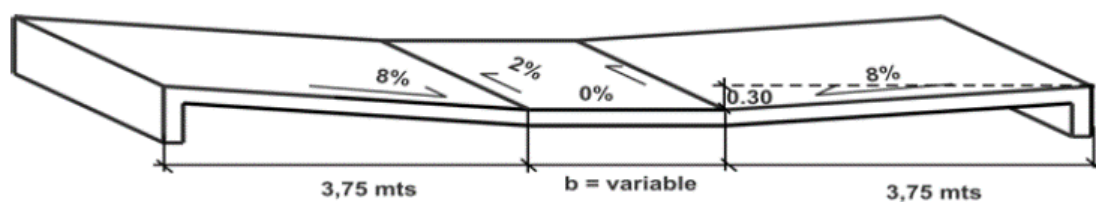


En la gráfica mostrada la altura máxima permisible es de 0.30 m y la longitud del cauce es de 7.50 m.



Para comprobar que la sección hidráulica es adecuada se compara el caudal que permite el badén con el caudal determinado hidrológicamente considerando el área portante, la intensidad de lluvia de la zona y los factores de escurrimiento propios del lugar.

En caso de no cumplir con las condiciones, es decir que el caudal de diseño del badén sea mayor al caudal hidrológico, se debe usar una sección trapezoidal cambiando la dimensión de la base del badén hasta que las condiciones hidráulicas se cumplan.





“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACocha Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURÓN Y OPOLUCA”

Tabla 48. Resumen de badenes estándar sistema de conducción

| Baden estandar |                             |                |                |                        |                              |                  |                  |                     |              |                               |                      |                        |                    |                          |      |      |         |         |         |                          |                                        |  |
|----------------|-----------------------------|----------------|----------------|------------------------|------------------------------|------------------|------------------|---------------------|--------------|-------------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|--------------------------|------|------|---------|---------|---------|--------------------------|----------------------------------------|--|
|                | Datos de entrada            |                |                |                        |                              |                  |                  |                     | Caudal baden |                               |                      |                        |                    |                          |      |      |         |         |         |                          |                                        |  |
| ABSCISA        | Longitud del cauce (Lc) (m) | Longitud 1 (m) | Longitud 2 (m) | Pendiente de fondo (S) | Altura máxima permisible (m) | Pendiente 1 (P1) | Pendiente 2 (P2) | Rugosidad baden (n) | Área (A)     | Razón de pendiente en 1 m (z) | Perímetro mojado (P) | Radio hidráulico ( R ) | R <sup>2/3</sup> = | Caudal baden (Qb) (m3/s) | C    | IdTR | t (min) | l(mm/h) | A (km2) | Caudal cauce (Qc) (m3/s) | Resultado                              |  |
| 3+800          | 4.22                        | 2.11           | 2.11           | 2%                     | 0.40                         | 18.96%           | 18.96%           | 0.013               | 0.84         | 5.28                          | 4.30                 | 0.20                   | 0.34               | 3.10                     | 0.40 | 3.20 | 30.00   | 53.14   | 0.35    | 2.05                     | Cumple condiciones                     |  |
| 4+900          | 3.40                        | 1.699          | 1.699          | 2%                     | 0.40                         | 23.54%           | 23.54%           | 0.013               | 0.68         | 4.25                          | 3.49                 | 0.19                   | 0.34               | 2.48                     | 0.40 | 3.20 | 30.00   | 53.14   | 0.72    | 4.25                     | ¡No cumple! Calcular baden trapezoidal |  |
| 5+316          | 2.00                        | 1              | 1              | 2%                     | 0.40                         | 40.00%           | 40.00%           | 0.013               | 0.40         | 2.50                          | 2.15                 | 0.19                   | 0.33               | 1.42                     | 0.40 | 3.20 | 30.00   | 53.14   | 0.27    | 1.59                     | ¡No cumple! Calcular baden trapezoidal |  |
| 5+670          | 2.73                        | 1.365          | 1.365          | 2%                     | 0.40                         | 29.30%           | 29.30%           | 0.013               | 0.55         | 3.41                          | 2.84                 | 0.19                   | 0.33               | 1.98                     | 0.40 | 3.20 | 30.00   | 53.14   | 0.30    | 1.79                     | Cumple condiciones                     |  |
| 11+000         | 5.50                        | 2.75           | 2.75           | 2%                     | 0.40                         | 14.55%           | 14.55%           | 0.013               | 1.10         | 6.88                          | 5.56                 | 0.20                   | 0.34               | 4.06                     | 0.40 | 3.20 | 30.00   | 53.14   | 0.68    | 4.00                     | Cumple condiciones                     |  |
| 11+510         | 2.40                        | 1.2            | 1.2            | 2%                     | 0.40                         | 33.33%           | 33.33%           | 0.013               | 0.48         | 3.00                          | 2.53                 | 0.19                   | 0.33               | 1.72                     | 0.40 | 3.20 | 30.00   | 53.14   | 0.40    | 2.33                     | ¡No cumple! Calcular baden trapezoidal |  |
| 17+253         | 4.84                        | 2.42           | 2.42           | 2%                     | 0.40                         | 16.53%           | 16.53%           | 0.013               | 0.97         | 6.05                          | 4.91                 | 0.20                   | 0.34               | 3.57                     | 0.40 | 3.20 | 30.00   | 53.14   | 0.24    | 1.45                     | Cumple condiciones                     |  |
| 22+285         | 3.42                        | 1.71           | 1.71           | 2%                     | 0.40                         | 23.39%           | 23.39%           | 0.013               | 0.68         | 4.28                          | 3.51                 | 0.19                   | 0.34               | 2.50                     | 0.40 | 3.20 | 30.00   | 53.14   | 0.70    | 4.10                     | ¡No cumple! Calcular baden trapezoidal |  |
| 38+612         | 2.30                        | 1.15           | 1.15           | 2%                     | 0.40                         | 34.78%           | 34.78%           | 0.013               | 0.46         | 2.88                          | 2.44                 | 0.19                   | 0.33               | 1.65                     | 0.40 | 3.20 | 30.00   | 53.14   | 0.27    | 1.57                     | Cumple condiciones                     |  |
| 46+750         | 3.32                        | 1.6575         | 1.6575         | 2%                     | 0.40                         | 24.13%           | 24.13%           | 0.013               | 0.66         | 4.14                          | 3.41                 | 0.19                   | 0.34               | 2.42                     | 0.40 | 3.20 | 30.00   | 53.14   | 0.74    | 4.36                     | ¡No cumple! Calcular baden trapezoidal |  |
| 49+810         | 2.96                        | 1.481          | 1.481          | 2%                     | 0.40                         | 27.01%           | 27.01%           | 0.013               | 0.59         | 3.70                          | 3.07                 | 0.19                   | 0.33               | 2.15                     | 0.40 | 3.20 | 30.00   | 53.14   | 0.34    | 1.98                     | Cumple condiciones                     |  |

Tabla 46. Resumen de badenes trapezoidal sistema de conducción

| Baden trapezoidal           |              |                |                |                              |             |             |                     |                     |                                 |               |                          |                          |           |                   |                    |
|-----------------------------|--------------|----------------|----------------|------------------------------|-------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|---------------|--------------------------|--------------------------|-----------|-------------------|--------------------|
| Longitud del cauce (Lc) (m) | Base (b) (m) | Longitud 1 (m) | Longitud 2 (m) | Altura máxima permisible (m) | Pendiente 1 | Pendiente 2 | Pendiente del fondo | Rugosidad baden (n) | Razón de pendiente en 1 m (z) = | Área (A) (m2) | Perímetro mojado (P) (m) | Radio hidráulico (R) (m) | $R^{2/3}$ | Caudal baden (Qb) | Resultado          |
| 3.40                        | 1.5          | 0.949          | 0.949          | 0.40                         | 42%         | 42%         | 2%                  | 0.013               | 2.37                            | 0.980         | 3.56                     | 0.28                     | 0.42      | 4.51              | Cumple condiciones |
| 2.00                        | 1            | 0.5            | 0.5            | 0.40                         | 80%         | 80%         | 2%                  | 0.013               | 1.25                            | 0.600         | 2.28                     | 0.26                     | 0.41      | 2.68              | Cumple condiciones |
| 2.40                        | 1            | 0.7            | 0.7            | 0.40                         | 57%         | 57%         | 2%                  | 0.013               | 1.75                            | 0.680         | 2.61                     | 0.26                     | 0.41      | 3.02              | Cumple condiciones |
| 3.42                        | 1.5          | 0.96           | 0.96           | 0.40                         | 42%         | 42%         | 2%                  | 0.013               | 2.40                            | 0.984         | 3.58                     | 0.27                     | 0.42      | 4.53              | Cumple condiciones |
| 3.32                        | 1.7          | 0.8075         | 0.8075         | 0.40                         | 50%         | 50%         | 2%                  | 0.013               | 2.02                            | 1.003         | 3.50                     | 0.29                     | 0.43      | 4.74              | Cumple condiciones |



Para el cálculo del espesor de la losa del badén el procedimiento es unificado, se considera las condiciones mínimas de tráfico que se debería seguir en el caso de ser una ruta transitada, tal y como se muestra a continuación:

| Cálculo de la losa                                                                                                              |      |                                    |               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------|---------------|-----|
| <b>Datos:</b>                                                                                                                   |      |                                    |               |     |
| Carga.Máx.                                                                                                                      | P=   | 4000                               | Kg.           |     |
| Resistencia del Hormigón                                                                                                        | F'c= | 180                                | Kg/cm2        |     |
| Peso unitario del hormigón                                                                                                      | Y =  | 2300                               | Kg/cm3        |     |
| Modulo de Possion(hormigón)                                                                                                     | μ =  | 0.15                               |               |     |
| Espesor de la losa                                                                                                              | e=   | 20                                 | cm            |     |
| Radio de la rueda                                                                                                               | a=   | 30                                 | cm            |     |
| Modulo de Balasto                                                                                                               | K=   | 5                                  | Kg/cm3        |     |
| <b>TIPO DE SUELO</b>                                                                                                            |      |                                    |               |     |
|                                                                                                                                 |      | <b>Coefficiente de balasto (K)</b> |               |     |
| <b>Tipo de suelo</b>                                                                                                            |      | <b>Promedio</b>                    | <b>kg/cm3</b> |     |
| Arena Suelta                                                                                                                    |      | 5                                  | 1.2           | 3.6 |
| Arena Media                                                                                                                     |      | 7.8                                | 3.6           | 12  |
| Arena Densa                                                                                                                     |      | 18                                 | 12            | 24  |
| Arcilla Blanda                                                                                                                  |      | 0.975                              | 0.65          | 1.3 |
| Arcilla Media                                                                                                                   |      | 2.65                               | 1.3           | 4   |
| Arcilla Compacta                                                                                                                |      | 6                                  | 4             | 8   |
| Grava Arenosa floja                                                                                                             |      | 9.5                                | 7             | 12  |
| Grava con arcilla                                                                                                               |      | 8.3                                | 3.6           | 13  |
| Grava Arenosa compacta                                                                                                          |      | 21                                 | 12            | 30  |
| Cálculo de la resistencia a la tracción del Hormigón                                                                            |      |                                    |               |     |
| $f'_{ch} = (1.59 > 1.86) \sqrt{f'c}$                                                                                            |      |                                    |               |     |
| f'ch= 23.21 Kg/cm2                                                                                                              |      |                                    |               |     |
| Verdadera resistencia a la tracción del Hormigón                                                                                |      |                                    |               |     |
| $f'_t = (0.50 > 0.70) * f'_{ch}$                                                                                                |      |                                    |               |     |
| f't= 13.93 Kg/cm2                                                                                                               |      |                                    |               |     |
| Modulo de elasticidad del hormigón                                                                                              |      |                                    |               |     |
| $Ec = 0.136 * \gamma^{1.5} * \sqrt{f'c}$                                                                                        |      |                                    |               |     |
| Ec= 201264 Kg/cm2                                                                                                               |      |                                    |               |     |
| Radio de rigidez relativa                                                                                                       |      |                                    |               |     |
| $L = \sqrt[4]{\frac{Ec * h^3}{12(1 - \mu^2) * k}}$                                                                              |      |                                    |               |     |
| L= 72.38 cm                                                                                                                     |      |                                    |               |     |
| Si la carga se aplica en el centro de la losa, la tension en su cara inferior viene dada por:                                   |      |                                    |               |     |
| $fb = 0.316 * \frac{P}{e^2} \left[ \log e^3 - 4 \log \left( \sqrt{1.6 * a^2 + e^2} - 0.675 * e \right) - \log K + 5.33 \right]$ |      |                                    |               |     |
| fb= 8.41 Kg/cm2                                                                                                                 |      |                                    |               |     |
| 8.41 < 13.93                                                                                                                    |      |                                    |               |     |
| OK.el espesor de la losa es el correcto                                                                                         |      |                                    |               |     |
| Si las cargas se producen en el borde de la losa tenemos                                                                        |      |                                    |               |     |
| $fb = 0.572 * \frac{P}{e^2} \left[ \log e^3 - 4 \log \left( \sqrt{1.6 * a^2 + e^2} - 0.675 * e \right) - \log K + 4.62 \right]$ |      |                                    |               |     |
| fb= 11.16 Kg/cm2                                                                                                                |      |                                    |               |     |
| 11.16 < 13.93                                                                                                                   |      |                                    |               |     |
| OK.el espesor de la losa es el correcto                                                                                         |      |                                    |               |     |



## PASOS ELEVADOS

Para el sistema de conducción, se han considerado 4 pasos elevados, los cuales están ubicados según detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 49.** Ubicación pasos elevados sistema de conducción

| TRAMO                                  | ABSCISAS |          | LONGITUD<br>(m) |
|----------------------------------------|----------|----------|-----------------|
|                                        | DESDE    | HASTA    |                 |
| 1) CCF 1 - CCF 2                       | 0+722.31 | 0+739.31 | 17.00           |
| 2) CCF 2 - Desarenador                 | 2+302.23 | 2+342.26 | 40.00           |
| 3) Desarenador - Planta de Tratamiento | 0+145.27 | 0+285.27 | 140.00          |
| 4) Desarenador - Planta de Tratamiento | 5+035.43 | 5+049.43 | 14.00           |

El paso elevado N°3, por su dimensión se considera el más importante, este ha sido propuesto para salvar un deslizamiento considerable que según el informe geológico se observa que la rotura fue provocada por aumento en el nivel freático en suelos de muy baja resistencia al corte que se encuentran estratificados; actualmente por el deslizamiento se han formado nuevas redes de drenaje, que saturan y erosionan los suelos en dirección del movimiento, lo que imposibilitaría la construcción de la zanja para el paso de la tubería; también se presenta un escarpe de deslizamiento muy pronunciado (pendiente abrupta) el cual aún presenta señales de movimientos actuales en especial en época de lluvias intensas.

El material de la tubería de conducción sobre los pasos elevados es de polietileno de alta densidad PEAD/ PE-100, para su protección por estar expuesta a la intemperie, se ha considerado una tubería de encamisado de PVC/0.63 MPa.

El detalle del cálculo estructural de los pasos elevados y el encamisado de la tubería se presentan en el ANEXO E

### c) Planta de tratamiento

La planta propuesta se compondrá de las siguientes unidades:

1. Mezcla Rápida,
2. Floculación,
3. Sedimentación laminar,
4. Filtración Rápida y
5. Cloración.



El detalle del diseño de cada una de las unidades, se presenta en el ANEXO D

La planta de tratamiento de agua potable ha sido diseñada para un caudal de **40 L/s**.

**Tabla 50.** Volumen de almacenamiento proyectado

| Volumen              | Primera etapa (año 2050) |               |               | Segunda etapa (año 2080) |               |                |
|----------------------|--------------------------|---------------|---------------|--------------------------|---------------|----------------|
|                      | Urbano                   | Rural         | Total         | Urbano                   | Rural         | Total          |
| Regulación           | 513.43                   | -             |               | 601.34                   | -             |                |
| Contra incendio      | 164.4                    | -             |               | 177.9                    | -             |                |
| Emergencia           | 128.36                   | -             |               | 150.34                   | -             |                |
| <b>Total Reserva</b> | <b>806.19</b>            | <b>153.79</b> | <b>959.98</b> | <b>929.58</b>            | <b>228.53</b> | <b>1158.11</b> |

Se ha proyectado construir dos nuevos tanques de reserva en la ciudad de Catacocha, cada uno tendrá una capacidad de 500 m<sup>3</sup>, el primero se ubicará en el sector Ayuma y el segundo en el sector Colinas del Calvario. También se ha considera la construcción de un nuevo tanque de reserva para el barrio Opoluca Alto, uno para el barrio Velacruz Alto, y un tanque que se abastecerá a bombeo desde la PTAP que servirá para abastecer las casas ubicadas en puntos altos de los barrios Agua Rusia y Naranjo Palto.

**Tabla 51: Ubicación de nuevos tanques de reserva**

| SECTOR                                                           | COORDENADAS |        |         | VOL (m <sup>3</sup> ) |
|------------------------------------------------------------------|-------------|--------|---------|-----------------------|
|                                                                  | NORTE       | ESTE   | COTA    |                       |
| Velacruz Alto                                                    | 9559735     | 657785 | 2094.94 | 25                    |
| Reserva Planta de Tratamiento                                    | 9556701     | 654156 | 2006    | 100                   |
| Reserva sectores altos de los barrios Agua Rusia y Naranjo Palto | 9555478     | 655143 | 2163.35 | 20                    |
| Colinas del Calvario                                             | 9552601     | 649681 | 1954.5  | 500                   |
| Ayuma                                                            | 9550276     | 650820 | 1955.54 | 500                   |
| Opoluc Alto                                                      | 9553400     | 647213 | 1201.3  | 20                    |

*A la entrada de cada tanque de reserva se han incorporado equipos de re cloración.*

#### **d) Sistema de distribución**

Las presiones de la red de distribución se han calculado para cumplir con la recomendación del CPE INEN 5 Parte9-1:1992, numerales 4.2.3.2 y 4.2.3.3 en los cuales se especifica lo siguiente:

Presión dinámica máxima: 50 m.c.a

Presión dinámica mínima: 10 m.c.a

Presión estática máxima: 70 m.c.a



Se han diseñado las redes de distribución de la ciudad de Catacocha y las de los barrios Puritaca, Velacruz, Sigiro, Las Cochas, Agua Rusia, Naranjo Palto, El Placer, La Supa, San Pedro Mártir-Chapango, El Sauce-Purón, Rancho Grande, Ongonga y Opoluca.

La red de distribución de la ciudad de Catacocha ha sido dividida en tres sectores, cada sector se abastece de un tanque de distribución independiente, de la siguiente manera:

Zona 1: Tanque de distribución Colinas del Calvario (Nuevo)

Zona 2: Tanque de distribución Cruz del Calvario (Existente)

Zona 3: Tanque de distribución Ayuma (Nuevo)

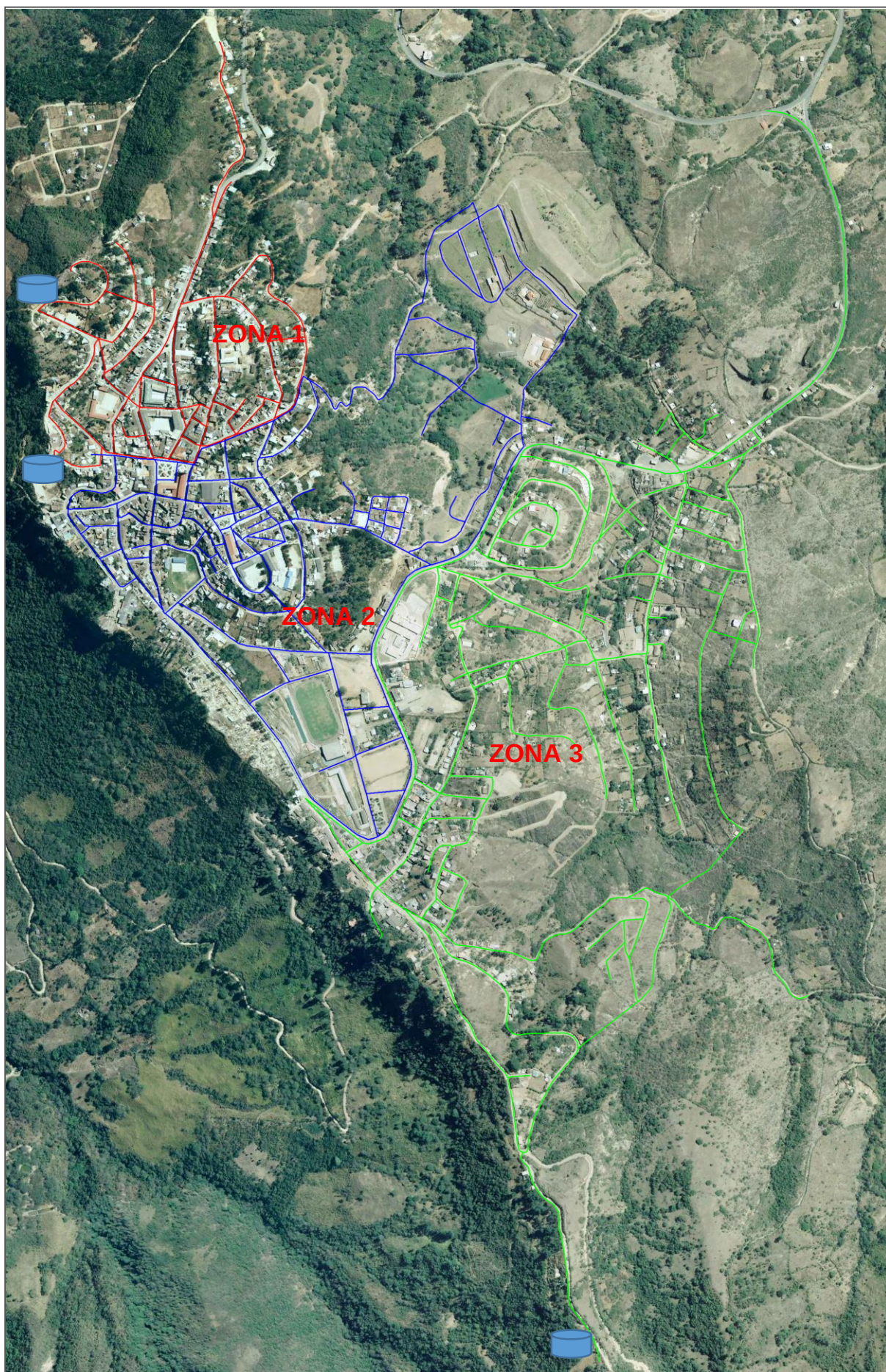
El número de conexiones de cada zona se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 52.** Resumen de conexiones domiciliarias red de distribución Catacocha

| ZONA N°      | N° de conexiones |
|--------------|------------------|
| 1            | 823              |
| 2            | 1969             |
| 3            | 1785             |
| <b>TOTAL</b> | <b>4577</b>      |

En los planos constructivos correspondientes, se presenta la ubicación y el detalle de las válvulas reductoras de presión necesarias para el correcto funcionamiento hidráulico de la red de distribución.

En la siguiente figura se puede observar las áreas a servir para cada zona de la red de distribución de la ciudad de Catacocha:





**Tabla 53. Velacruz**

| <b>Material/Diámetro</b> | <b>Longitud(m)</b> |
|--------------------------|--------------------|
| PEAD 25mm PN12.5         | 2 774,42           |
| PEAD 40mm PN8            | 3 109,06           |
| <b>total</b>             | <b>5.883,48</b>    |

**Tabla 54: Sigiro y Agua Rusia, tubería principal**

| <b>Material/Diámetro</b> | <b>Longitud(m)</b> |
|--------------------------|--------------------|
| PEAD 25mm PN12.5         | 429                |
| PEAD 32mm PN10           | 170                |
| PEAD 50mm PN10           | 2863               |
| PEAD 50mm PN12.5         | 2118               |
| <b>total</b>             | <b>5,580</b>       |

**Tabla 55. El Placer**

| <b>Material/Diámetro</b> | <b>Longitud(m)</b> |
|--------------------------|--------------------|
| PEAD 25mm PN12.5         | 444.94             |
| PEAD 32mm PN10           | 106.23             |
| PEAD 40mm PN8            | 69.15              |

**Tabla 56. La Supa**

| <b>Material/Diámetro</b> | <b>Longitud(m)</b> |
|--------------------------|--------------------|
| PEAD 25mm PN16           | 632.62             |
| PEAD 25mm PN12.5         | 839.36             |
| PEAD 40mm PN8            | 494.65             |

**Tabla 57. San Pedro Chapango**

| <b>Material/Diámetro</b> | <b>Longitud(m)</b> |
|--------------------------|--------------------|
| PEAD 25mm PN12.5         | 3 537.01           |
| PEAD 32mm PN10           | 1 893.69           |
| PEAD 40mm PN8            | 2 585.41           |
| PEAD 50mm PN8            | 421.98             |

**Tabla 58. El Sauce – Purón**

| <b>Material/Diámetro</b> | <b>Longitud(m)</b> |
|--------------------------|--------------------|
| PEAD 25mm PN12.5         | 9 337.56           |
| PEAD 32mm PN10           | 1 858.53           |
| PEAD 40mm PN8            | 291.74             |
| PEAD 50mm PN8            | 1 443.07           |
| PEAD 63mm PN8            | 599.82             |

**Tabla 59. Rancho Grande**

| <b>Material/Diámetro</b> | <b>Longitud(m)</b> |
|--------------------------|--------------------|
| PEAD 40mm PN8            | 1 361              |
| PEAD 63mm PN8            | 182                |



**Tabla 60. Ongonga**

| <b>Material/Diámetro</b> | <b>Longitud(m)</b> |
|--------------------------|--------------------|
| PEAD 25mm PN12.5         | 1 559.60           |

**Tabla 61. Opoluca Bajo**

| <b>Material/Diámetro</b> | <b>Longitud(m)</b> |
|--------------------------|--------------------|
| PEAD 25mm PN12.5         | 5 302.44           |
| PEAD 32mm PN10           | 1 730.51           |
| PEAD 40mm PN10           | 5 748.58           |
| PEAD 40mm PN8            | 907.64             |
| PEAD 50mm PN8            | 1 331.44           |

**Tabla 62. Opoluca Alto**

| <b>Material/Diámetro</b> | <b>Longitud(m)</b> |
|--------------------------|--------------------|
| PEAD 25mm PN12.5         | 7 135.51           |
| PEAD 32mm PN10           | 1 415.18           |
| PEAD 40mm PN8            | 317.21             |

## CATACOCCHA

**Tabla 63. Zona 1**

| <b>Material/Diámetro</b> | <b>Longitud(m)</b> |
|--------------------------|--------------------|
| PEAD 50mm PN10           | 1 890              |
| PEAD 63mm PN10           | 3 476              |
| PEAD 90mm PN10           | 170                |
| PEAD 110mm PN10          | 449                |

**Tabla 64. Zona 2**

| <b>Material/Diámetro</b> | <b>Longitud(m)</b> |
|--------------------------|--------------------|
| PEAD 50mm PN10           | 9 607.19           |
| PEAD 63mm PN10           | 3 607.96           |
| PEAD 75mm PN10           | 89.02              |
| PEAD 90mm PN10           | 187.34             |
| PEAD 110mm PN10          | 283.69             |
| PEAD 160mm PN10          | 138.76             |

**Tabla 65. Zona 3**

| <b>Material/Diámetro</b> | <b>Longitud(m)</b> |
|--------------------------|--------------------|
| PEAD 50mm PN10           | 11 704             |
| PEAD 63mm PN10           | 2 855              |
| PEAD 75mm PN10           | 811                |
| PEAD 90mm PN10           | 1 446              |
| PEAD 110mm PN10          | 1 374              |

Los resultados hidráulicos del diseño de cada red de distribución se presentan en el ANEXO D.



#### 4.1.2. Especificaciones técnicas

Las características físicas y técnicas de los materiales, suministros y servicios que conforman los componentes del proyecto se adjuntan a este documento en el Anexo H.

### 4.2. Viabilidad Financiera Fiscal

El estudio de la viabilidad financiera permitirá determinar si existe suficiente dinero para financiar los gastos e inversiones que implica la puesta en marcha y operación del proyecto.

#### 4.2.1. Metodología utilizada para el cálculo de la inversión total, costos de operación y mantenimiento e ingresos

Los costos fueron valorados a través de la determinación de presupuestos detallados de cada ítem implicado en el proyecto en las fases de construcción, fiscalización, operación, control y mantenimiento.

#### 4.2.2. Identificación y valoración de la inversión total, costos de operación y mantenimiento e ingresos

##### - Inversión

El valor de la inversión inicial fue determinado a partir de la realización de presupuestos detallados de cada ítem implicado en la fase de construcción del proyecto.

Este proyecto tiene siguiente monto de inversión sin incluir IVA:

| PRESUPUESTO REFERENCIAL |                                      |               |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------|
| ITEM                    | DESCRIPCIÓN                          | COSTO TOTAL   |
| 1                       | CONSTRUCCIÓN DE OBRA CIVIL           | 12'299.057,02 |
| 2                       | PLAN DE CONSERVACIÓN DE MICROCUENCAS | 545.474,02    |
| 3                       | PLAN DE MANEJO SOCIAL                | 35.459,00     |
|                         | SUBTOTAL                             | 12'879.990,04 |
| 4                       | FISCALIZACIÓN DE PROYECTO            | 797.235,74    |
|                         | COSTO TOTAL DEL PROYECTO             | 13'677.225,78 |



## Viabilidad económica

La evaluación de la viabilidad económica tiene como objetivo identificar el aporte del proyecto al bienestar de la sociedad en conjunto, medir su contribución al cumplimiento de los objetivos socio-económicos nacionales y valorar los bienes, factores y/o recursos, según su contribución a los mismos. En este contexto, la rentabilidad que mide no es financiera, sino una rentabilidad en términos de bienestar social.

La metodología utilizada para la evaluación económica fue la de costo-beneficio, que consiste en comparar los flujos de costos y beneficios incrementales, resultado de contrastar las situaciones con y sin proyecto. El análisis costo-beneficio asigna valores reales a los beneficios y costos incrementales.

La estructuración del flujo neto incremental, permitió determinar los indicadores de rentabilidad económica: valor actual neto económico VANE, la tasa interna de retorno económica TIRE y la relación BENEFICIOS/COSTOS. Estos indicadores incorporan el valor de los costos y beneficios en el tiempo, a través de la afectación de la tasa social de descuento del 12%.

## Viabilidad financiera

La evaluación financiera tiene como objetivo analizar los recursos que dispondrá el proyecto para financiar su ejecución y operación en condiciones óptimas de gestión, en otras palabras, el estudio de la viabilidad financiera analiza la disponibilidad de recursos monetarios destinados a financiar los gastos e inversiones que implica la puesta en marcha y operación del proyecto.

Los indicadores de rentabilidad económica y financiera del proyecto en cuestión se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 66. Resumen: indicadores de rentabilidad**

| INDICADOR                        |  | FINANCIERO    | DECISIÓN FINANCIERA               |  |  |
|----------------------------------|--|---------------|-----------------------------------|--|--|
| VAN (VALOR ACTUAL NETO)          |  | 10'555.476,68 | VAN > 0 : SE ACEPTA EL PROYECTO   |  |  |
| TIR (TASA INTERNA DE RETORNO)    |  | 23,048%       | TIR > TDS : SE ACEPTA EL PROYECTO |  |  |
| RELACION B/C (BENEFICIO / COSTO) |  | 1,84          | B / C > 1 : SE ACEPTA EL PROYECTO |  |  |
| INGRESOS ACTUALIZADOS            |  | 23'130.358,66 |                                   |  |  |
| COSTOS ACTUALIZADOS              |  | 12'574.881,99 |                                   |  |  |



| INDICADOR                        |  | ECONÓMICO      | DECISIÓN ECONÓMICA                |  |
|----------------------------------|--|----------------|-----------------------------------|--|
| VAN (VALOR ACTUAL NETO)          |  | 5.485.686,71   | VAN > 0 : SE ACEPTA EL PROYECTO   |  |
| TIR (TASA INTERNA DE RETORNO)    |  | 19,75%         | TIR > TDS : SE ACEPTA EL PROYECTO |  |
| RELACION B/C (BENEFICIO / COSTO) |  | 1,44           | B / C > 1 : SE ACEPTA EL PROYECTO |  |
| BENEFICIOS ACTUALIZADOS          |  | 18' 060.750,69 |                                   |  |
| COSTOS ACTUALIZADOS              |  | 12' 574.881,99 |                                   |  |

Si el VAN > 0, se denota que la inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida e indica que el proyecto puede aceptarse.

Un VAN < 0 indica que la inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida, por lo cual se aconseja que el proyecto no debe realizarse.

En las dos situaciones se refleja la comparación entre invertir en el proyecto versus colocar el capital a una tasa de interés dada.

Se considera conveniente recomendar la realización de una determinada inversión cuando la Tasa Interna de Retorno (TIR) es superior a la tasa de descuento social considerada para la evaluación, ubicándose ésta al momento en 12%, de acuerdo a datos de la SENPLADES, para proyectos de inversión pública. Conceptualizando a la TIR como la media geométrica de los rendimientos futuros esperados de la inversión a realizar, integrando los riesgos a través de la tasa de descuento social.

Otro de los indicadores a considerar con el fin de enmarcar un determinado proyecto en términos de aceptable o no aceptable es la RBC (Relación Beneficio/Costo) la cual debe necesariamente ser igual o mayor que uno. Si es igual a uno indica que el valor presente neto del proyecto es igual a cero (nótese la relación que existe con los resultados del valor actual neto). Si fuera menor, significa que, con la tasa de descuento utilizada, el VAB es menor que el VAC, con lo que no se estaría recuperando la inversión.

## VIABILIDAD ECONÓMICA

### Antecedentes

Como se mencionó anteriormente, la metodología empleada para la evaluación económica fue la de coste-beneficio. El análisis coste-beneficio permite valorar la inversión a realizar, teniendo en



cuenta un conjunto de aspectos socioeconómicos de la zona beneficiada, que no son considerados en la valoración financiera del proyecto. Las fases que se deben considera para la correcta realización del análisis costo-beneficio son las siguientes:

- Definición de la alternativa óptima
- Fijación de la vida económica
- Identificación de costes y beneficios para la colectividad
- Valoración de costes y beneficios
- Análisis de rentabilidad
- Análisis de sensibilidad y riesgo

### **Fijación de la vida económica**

Según lo especificado en los términos de referencia, se debe realizar las proyecciones financieras del servicio para un periodo de al menos 30 años.

### **Identificación de costes, ingresos y beneficios para la colectividad**

Los costes identificados del proyecto hacen referencia a los gastos por concepto de: Inversión Inicial para construcción del proyecto; fiscalización durante el proceso de construcción del proyecto, Plan de manejo ambiental, y administración, control, mantenimiento y operación del sistema.

En referencia a los beneficios, en términos generales son:

- 1.- Consulta Medica y Medicina
- 2.- Número de familias que acarrean agua
- 3.- Acarreo de agua anual
- 4.- Número de familias abastecidas por tanquero
- 5.- Abastecimiento por tanquero
- 6.- No. De familias que compra agua embotellada
- 7.- Compra de agua embotellada
- 8.- Construcción/Mantenimiento cisternas y sistemas de bombeo intradomiciliarios
- 9.- Purificación intradomiciliara del agua
- 10.- Secuestro de carbono.- Para el cálculo se considera el secuestro de carbono en tn/ha de plantación cuyo precio por tn es de USD \$ 6,00.

### **Valoración de costes, ingresos y beneficios**

#### **Valoración de costos**

Los costos fueron valorados a través de la determinación de presupuestos detallados de cada ítem implicado en el proyecto en las fases de construcción, fiscalización, operación, control y mantenimiento. La siguiente tabla muestra un resumen del presupuesto correspondiente.



**Tabla 67. Resumen de presupuestos correspondientes**

| PRESUPUESTO REFERENCIAL |                                      |               |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------|
| ITEM                    | DESCRIPCIÓN                          | COSTO TOTAL   |
| 1                       | CONSTRUCCIÓN DE OBRA CIVIL           | 12'299.057,02 |
| 2                       | PLAN DE CONSERVACIÓN DE MICROCUENCAS | 545.474,02    |
| 3                       | PLAN DE MANEJO SOCIAL                | 35.459,00     |
|                         | SUBTOTAL                             | 12'879.990,04 |
| 4                       | FISCALIZACIÓN DE PROYECTO            | 797.235,74    |
|                         | COSTO TOTAL DEL PROYECTO             | 13'677.225,78 |

### Valoración de beneficios

La valoración de los beneficios se obtuvo a través del análisis cuantitativo de determinados apartados de los datos de encuestamiento en conjunto con criterios y recomendaciones de orden técnico para este tipo de proyectos. La tabla a continuación resume los factores más importantes de la determinación de los beneficios valorados del proyecto.

**Tabla 68. Resumen de parámetros: beneficios valorados del proyecto**

| Ítem                                                                         | Población implicada (%) | Ahorro de recursos debido al proyecto \$/persona/ año | Ahorro anual promedio durante el periodo de vida económica del sistema (30 años) |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Consulta médica y Medicina                                                   | 36,80%                  | \$ 120,00                                             | \$ 520.630,21                                                                    |
| Acarreo de agua                                                              | 5,65%                   | \$ 165,00                                             | \$ 329.736,00                                                                    |
| Compra de agua embotellada                                                   | 30,00%                  | \$ 56,88                                              | \$ 603.519,55                                                                    |
| Abastecimiento por tanquero                                                  | 3,6%                    | 216,00                                                | \$ 275.184,00                                                                    |
| Construcción/Mantenimiento cisternas y sistemas de bombeo intradomiciliarios | 43,00%                  | \$ 45,00                                              | \$ 228.129,41                                                                    |
| Purificación intradomiciliar del agua                                        | 75,00%                  | \$ 50,00                                              | \$ 13' 263.388,25                                                                |
| Secuestro de carbono por las plantaciones forestales                         |                         |                                                       | 3600,00                                                                          |
| <b>Ahorro total (30 años)</b>                                                |                         |                                                       | <b>\$ 15.220.587,42</b>                                                          |



Fuente: Datos obtenidos a partir del análisis y tabulación del proceso de escuestamiento socioeconómico de las distintas zonas localizadas en el radio de influencia del proyecto.

A continuación, se exponen los procesos de determinación de los parámetros más importantes que dieron pie a la obtención de varios de los costos y beneficios del proyecto.

### Proyección de población y demanda

La proyección de población fue realizada haciendo uso del método geométrico, obteniendo una tasa de crecimiento poblacional de 1.08%, considerando que se realizan los cálculos correspondientes suponiendo el caso de que el proyecto luego de conseguir financiamiento, procesos contractuales y etapa de construcción, comience a funcionar a los cinco años a partir del año base en que se realizan los estudios.

Los datos y resultados más relevantes de este proceso de cálculo se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 69. Datos proyección de población**

|                                   |        |      |
|-----------------------------------|--------|------|
| Vida Útil del Proyecto:           | 30     | Años |
| Población inicial (2021):         | 9.953  | Hab  |
| Población Futura (2050):          | 13.371 | Hab  |
| Tasa de Crecimiento Poblacional*: | 1,08%  |      |

\*El valor de la tasa de crecimiento poblacional se determinó en base a los datos de población y demografía del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

La proyección de la demanda se realizó en función de la población futura de cada año del periodo de diseño.

La dotación considerada según las recomendaciones de la Norma CPE INEN 5 Parte 9-1:1992 fue de 190 L/hab/día correspondiente a las zonas ubicadas en la región sierra.

A continuación, se presenta una tabla resumen la proyección de población y demanda:



**Tabla 70. Proyección de población y demanda**

| AÑO  | TAMAÑO ANUAL |                            |                              | Volumen a abastecer M3/año |
|------|--------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
|      | P. FUTURA    | DEMANDA FUTURA Lts/Hab/día | Oferta de diseño Lts/Hab/día |                            |
| 2021 | 9.953        | 190                        | 190                          | 690240,55                  |
| 2022 | 10.087       | 190                        | 190                          | 699533,45                  |
| 2023 | 10.219       | 190                        | 190                          | 708687,65                  |
| 2024 | 10.350       | 190                        | 190                          | 717772,50                  |
| 2025 | 10.480       | 190                        | 190                          | 726788,00                  |
| 2026 | 10.608       | 190                        | 190                          | 735664,80                  |
| 2027 | 10.737       | 190                        | 190                          | 744610,95                  |
| 2028 | 10.868       | 190                        | 190                          | 753695,80                  |
| 2029 | 10.997       | 190                        | 190                          | 762641,95                  |
| 2030 | 11.129       | 190                        | 190                          | 771796,15                  |
| 2031 | 11.262       | 190                        | 190                          | 781019,70                  |
| 2032 | 11.394       | 190                        | 190                          | 790173,90                  |
| 2033 | 11.526       | 190                        | 190                          | 799328,10                  |
| 2034 | 11.658       | 190                        | 190                          | 808482,30                  |
| 2035 | 11.792       | 190                        | 190                          | 817775,20                  |
| 2036 | 11.924       | 190                        | 190                          | 826929,40                  |
| 2037 | 12.056       | 190                        | 190                          | 836083,60                  |
| 2038 | 12.186       | 190                        | 190                          | 845099,10                  |
| 2039 | 12.316       | 190                        | 190                          | 854114,60                  |
| 2040 | 12.445       | 190                        | 190                          | 863060,75                  |
| 2041 | 12.547       | 190                        | 190                          | 870134,45                  |
| 2042 | 12.646       | 190                        | 190                          | 877000,10                  |
| 2043 | 12.743       | 190                        | 190                          | 883727,05                  |
| 2044 | 12.839       | 190                        | 190                          | 890384,65                  |
| 2045 | 12.932       | 190                        | 190                          | 896834,20                  |
| 2046 | 13.023       | 190                        | 190                          | 903145,05                  |
| 2047 | 13.113       | 190                        | 190                          | 909386,55                  |
| 2048 | 13.201       | 190                        | 190                          | 915489,35                  |
| 2049 | 13.287       | 190                        | 190                          | 921453,45                  |
| 2050 | 13.371       | 190                        | 190                          | 927278,85                  |

### **Determinación de los costes de administración y operación anuales**

Con el fin de determinar los costes de administración y operación del proyecto todos los egresos monetarios que presenta el proyecto a lo largo de su vida económica fueron determinados:

Gastos por administración central, gastos en obra (mantenimiento del sistema) y depreciaciones de los activos.

A nivel específico los gastos considerados son:



- I. Mano de obra directa
- II. Mano de obra indirecta
- III. Alquileres de equipos y maquinaria
- IV. Combustibles y lubricantes
- V. Insumos para construcciones provisionales
- VI. Cargos administrativos
- VII. Mobiliario
- VIII. Equipo
- IX. Material de oficina
- X. Alquiler y mantenimiento de equipos de oficina
- XI. Pago de servicios básicos
- XII. Publicidad y varios
- XIII. Pago de seguros

El desglose de los ítems mostrados se presenta a continuación:

### INVERSIONES y DEPRECIACIÓN DEL PROYECTO

**13.677.225,78 \$**

#### I ACTIVOS FIJOS

| CONCEPTO                                                       | VALOR              |
|----------------------------------------------------------------|--------------------|
| PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE PARA CATACOCOA Y BARRIOS ALEDAÑOS | 12879990,04        |
| FISCALIZACIÓN                                                  | 797235,74          |
| <b>TOTAL</b>                                                   | <b>13677225,78</b> |

### GAD MUNICIPAL DE PALTAS

#### COSTOS DE ADMINISTRACION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUALES

**SITUACION SIN PROYECTO**

| RUBROS                                          |                                   |             |          | TOTAL             |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|----------|-------------------|
| PERSONAL                                        | Participación de Servicio de AAPP | Nº Personas | Mensual  | 193.267,89        |
| <b>1. MANO DE OBRA CALIFICADA</b>               |                                   |             |          | <b>110.608,53</b> |
| Director de Agua Potable y Alcantarillado UMAPP | 60%                               | 1           | 1.586,78 | 12.376,88         |
| Técnico de la Unidad                            | 70%                               | 1           | 1.212,00 | 11.029,20         |
| Lectorador                                      | 100%                              | 1           | 898,27   | 11.677,51         |
| Recaudador                                      | 10%                               | 1           | 776,00   | 931,20            |
| Operadores Estaciones de bombeo                 | 100%                              | 4           | 741,85   | 35.608,80         |
| Secretaria                                      | 50%                               | 1           | 713,65   | 4.281,90          |



**“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACOCCHA Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURÓN Y OPOLUCA”**

|                                                                    |      |                  |                   |                   |
|--------------------------------------------------------------------|------|------------------|-------------------|-------------------|
| Chofer Unidad                                                      | 70%  | 1                | 781,60            | 6.565,44          |
| Chofer Cuerpo Bomberos                                             | 100% | 1                | 781,60            | 9.379,20          |
| Chofer de Obras Públicas y Gestión Ambiental (abastecimiento) AAPP | 100% | 2                | 781,60            | 18.758,40         |
| <b>2.MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>                                |      |                  |                   | <b>82.659,36</b>  |
| Trabajadores de cuadrilla de mantenimiento AAPP Y AASS             | 80%  | 10               | 713,65            | 68.510,40         |
| Ayudante ABASTECIMIENTO AAPP                                       | 100% | 1                | 782,28            | 9.387,36          |
| Auxiliar de Servicio                                               | 80%  | 1                | 496,00            | 4.761,60          |
| <b>3. GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>                                   |      | <b>Importado</b> | <b>Nacional</b>   | <b>750,00</b>     |
| Suministros de oficina                                             |      |                  | 750,00            |                   |
| <b>4. MATERIALES VARIOS</b>                                        |      | <b>Importado</b> | <b>Nacional</b>   | <b>125.367,00</b> |
| <b>Herramientas y Equipo</b>                                       |      |                  | <b>125.367,00</b> |                   |
| Herramientas                                                       |      |                  | 1.000,00          |                   |
| Repuestos accesorios                                               |      |                  | 6.600,00          |                   |
| Tubería y materiales varios de construcción                        |      |                  | 17.500,00         |                   |
| combustibles y lubricantes                                         |      |                  | 5.700,00          |                   |
| Vestimenta                                                         |      |                  | 5.000,00          |                   |
| Energía eléctrica plantas y estaciones de bombeo                   |      |                  | 58.000,00         |                   |
| Cloro granulado y reactivos                                        |      |                  | 4.879,00          |                   |
| Exámenes de laboratorio                                            |      |                  | 26.688,00         |                   |
| <b>TOTAL</b>                                                       |      |                  |                   | <b>319.384,89</b> |

**COSTOS DE ADMINISTRACION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUALES**

|                                                 |                                                  |                    |              | <b>SITUACIÓN CON PROYECTO</b> |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------|--------------|-------------------------------|
|                                                 |                                                  |                    |              | % de participación            |
| <b>RUBROS</b>                                   |                                                  |                    |              | <b>TOTAL</b>                  |
| <b>PERSONAL</b>                                 | <b>Participacion de Servicio de agua potable</b> | <b>Nº Personas</b> | <b>Anual</b> | <b>151.307,34</b>             |
| <b>I. MANO DE OBRA CALIFICADA</b>               |                                                  |                    |              | <b>73.045,38</b>              |
| Director de Agua Potable y Alcantarillado UMAPP | 50%                                              | 1                  | 1.586,00     | 9516,00                       |
| Técnico de Unidad                               | 60%                                              | 1                  | 1.212,00     | 9453,60                       |
| Lectorador                                      | 100%                                             | 2                  | 898,27       | 21558,48                      |



**“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACOTCHA Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURÓN Y OPOLUCA”**

|                                                                                                         |      |                  |                  |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------|------------------|-------------------|
| Recaudador                                                                                              | 10%  | 1                | 776,00           | 931,20            |
| Operador de la planta (Jatumpamba)                                                                      | 100% | 1                | 741,85           | 8902,20           |
| Operadores de estaciones de bombeo (Estación de bombeo San Pedro Martín, Pisaca y la Cruz del Calvario) | 30%  | 3                | 741,85           | 8011,98           |
| Secretaria                                                                                              | 40%  | 1                | 713,65           | 3425,52           |
| Chofer (Administrativo y Operación y Mantenimiento)                                                     | 60%  | 2                | 781,00           | 11.246,40         |
| <b>II. MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>                                                                   |      |                  |                  | <b>78.261,96</b>  |
| Trabajadores de cuadrilla de mantenimiento AAPP Y AASS                                                  | 70%  | 10               | 713,65           | 59.946,60         |
| Ayudante ABASTECIMIENTO AAPP                                                                            | 100% | 1                | 782,28           | 9.387,36          |
| Auxiliar de Servicio                                                                                    | 100% | 1                | 496,00           | 5.952,00          |
| Guardia (Planta Nueva)                                                                                  | 50%  | 1                | 496,00           | 2.976,00          |
| <b>III. GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>                                                                      |      | <b>Importado</b> | <b>Nacional</b>  | <b>500,00</b>     |
| Suministros de oficina                                                                                  |      | 0,00             | 500,00           |                   |
| <b>IV. MATERIALES VARIOS</b>                                                                            |      | <b>Importado</b> | <b>Nacional</b>  | <b>64.991,57</b>  |
| <b>Herramientas y Equipo</b>                                                                            |      |                  | <b>64.991,57</b> |                   |
| Herramientas                                                                                            |      |                  | 1.000,00         |                   |
| Repuestos accesorios                                                                                    |      |                  | 6.000,00         |                   |
| Tubería y materiales varios de construcción                                                             |      |                  | 15.000,00        |                   |
| Combustibles y Lubricantes                                                                              |      |                  | 5.700,00         |                   |
| Vestimenta                                                                                              |      |                  | 6.545,66         |                   |
| Energía eléctrica plantas y estaciones de bombeo                                                        |      |                  | 400,00           |                   |
| Costo Tratamiento de Agua (Aditivos Químicos y Cloración)                                               |      |                  | 3.657,91         |                   |
| Exámenes de Laboratorio (pruebas)                                                                       |      |                  | 26.688,00        |                   |
| <b>TOTAL</b>                                                                                            |      |                  |                  | <b>216.798,91</b> |

**COSTOS DE ADMINISTRACION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO INCREMENTALES**

| RUBROS                         |                       |             |       | TOTAL             |
|--------------------------------|-----------------------|-------------|-------|-------------------|
| PERSONAL                       | Participacion de Agua | Nº Personas | Anual |                   |
| <b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b> |                       |             |       | <b>-37.563,15</b> |



|                                   |  |  |              |                    |
|-----------------------------------|--|--|--------------|--------------------|
| <b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b> |  |  |              | <b>-4.397,40</b>   |
| <b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>     |  |  |              | <b>-250,00</b>     |
| <b>MATERIALES VARIOS</b>          |  |  |              | <b>-60.375,43</b>  |
|                                   |  |  | <b>SUMAN</b> | <b>-102.585,98</b> |

| <b>1. INVERSIONES</b>             |                         |               |
|-----------------------------------|-------------------------|---------------|
| <b>CONCEPTO</b>                   | <b>VALOR</b>            |               |
| FIJAS                             |                         |               |
| Construcción de obra              | \$ 12.299.057,02        |               |
| Variables                         |                         |               |
| Plan de manejo ambiental          | \$ 35.459,00            |               |
| REFORESTACIÓN DE MICROCUENCAS     | \$ 545.474,02           |               |
| TOTAL OBRA CIVIL                  | \$ 12.879.990,04        |               |
| <b>Fiscalización del proyecto</b> | \$ 797.235,74           |               |
| TOTAL PROYECTO                    | <b>\$ 13.677.225,78</b> |               |
| <b>RESUMEN DE GASTOS</b>          | <b>\$ 797.235,74</b>    | Fiscalización |
|                                   | <b>\$ 12.879.990,04</b> | Obra Civil    |
|                                   | <b>\$ 13.677.225,78</b> | <b>TOTAL</b>  |

|                                                                             |                         |             |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|
| <b>Costo obra civil =</b>                                                   | <b>\$ 12.879.990,04</b> |             |
| <b>Vida útil obra civil =</b>                                               | <b>50</b>               | <b>años</b> |
| <b>Vida útil proyecto =</b>                                                 | <b>30</b>               | <b>años</b> |
| <b>% de costo proporcional =</b>                                            | <b>60%</b>              |             |
| <b>Costo obra civil para la vida útil del proyecto =</b>                    | <b>\$ 7.727.994,02</b>  |             |
| <b>Valor de la obra luego del periodo del proyecto (Valor de rescate) =</b> | <b>\$ 5.151.996,02</b>  |             |

| <b>DEPRECIACIÓN DE BIENES</b> |                        |                   |               |              |
|-------------------------------|------------------------|-------------------|---------------|--------------|
| <b>ACTIVOS FIJOS</b>          | <b>INFRAESTRUCTURA</b> | <b>MOBILIARIO</b> | <b>EQUIPO</b> | <b>TOTAL</b> |
| <b>VIDA UTIL</b>              | <b>30 Años</b>         | <b>10 Años</b>    | <b>5 Años</b> |              |
| <b>VALOR</b>                  |                        |                   |               |              |
|                               | 7727994,02             | 500,00            | 64991,57      |              |
| 1                             | 257599,80              | 50,00             | 12998,31      | 270648,11    |
| 2                             | 257599,80              | 50,00             | 12998,31      | 270648,11    |
| 3                             | 257599,80              | 50,00             | 12998,31      | 270648,11    |
| 4                             | 257599,80              | 50,00             | 12998,31      | 270648,11    |
| 5                             | 257599,80              | 50,00             | 12998,31      | 270648,11    |
| 6                             | 257599,80              | 50,00             |               | 257649,80    |
| 7                             | 257599,80              | 50,00             |               | 257649,80    |
| 8                             | 257599,80              | 50,00             |               | 257649,80    |
| 9                             | 257599,80              | 50,00             |               | 257649,80    |



**“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACOCOA Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURÓN Y OPOLUCA”**

|    |           |       |  |           |
|----|-----------|-------|--|-----------|
| 10 | 257599,80 | 50,00 |  | 257649,80 |
| 11 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 12 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 13 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 14 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 15 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 16 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 17 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 18 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 19 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 20 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 21 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 22 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 23 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 24 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 25 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 26 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 27 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 28 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 29 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |
| 30 | 257599,80 |       |  | 257599,80 |

A continuación, se presenta una tabla resumen del coste anual que representa la cobertura de los gastos de administración y control anual, precio que incluye los valores de las depreciaciones de los activos del proyecto:

**Tabla 71. Coste anual de administración y control del sistema**

| <b>Año</b> | <b>Coste anual</b> |
|------------|--------------------|
| <b>1</b>   | 740592,9           |
| <b>2</b>   | 748229,5           |
| <b>3</b>   | 699434,5           |
| <b>4</b>   | 706526,3           |
| <b>5</b>   | 713776,8           |
| <b>6</b>   | 717990,8           |
| <b>7</b>   | 725325,8           |
| <b>8</b>   | 732824,4           |
| <b>9</b>   | 740490,0           |
| <b>10</b>  | 748266,9           |
| <b>11</b>  | 756031,7           |
| <b>12</b>  | 763914,3           |
| <b>13</b>  | 772033,0           |
| <b>14</b>  | 780331,4           |
| <b>15</b>  | 788624,7           |
| <b>16</b>  | 797037,4           |
| <b>17</b>  | 805699,9           |
| <b>18</b>  | 814357,9           |
| <b>19</b>  | 823140,4           |



**“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACOCCHA Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURÓN Y OPOLUCA”**

---

|           |          |
|-----------|----------|
| <b>20</b> | 832049,1 |
| <b>21</b> | 841153,0 |
| <b>22</b> | 849911,2 |
| <b>23</b> | 858860,3 |
| <b>24</b> | 867795,2 |
| <b>25</b> | 876853,9 |
| <b>26</b> | 886038,0 |
| <b>27</b> | 895277,0 |
| <b>28</b> | 904643,1 |
| <b>29</b> | 914064,2 |
| <b>30</b> | 923614,1 |

Las tablas con los detalles y resultados de los cálculos realizados para la determinación de los costes de administración y operación del proyecto se muestran a continuación:



“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACOA Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURÓN Y OPOLUCA”

|                     | COSTOS DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUAL |                                |                              |                       |                            |                              |                            |                      | COSTO DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUAL. CP | DEPREC IACIÓN | COSTO ANUAL |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------|---------------|-------------|
|                     | CON PROYECTO                                              |                                |                              |                       | SIN PROYECTO               |                              |                            |                      |                                                              |               |             |
| RUBRO               | I. MANO DE OBRA CALIFICADA                                | II. MANO DE OBRA NO CALIFICADA | III. GASTOS ADMINISTRATIV OS | IV. MATERIALES VARIOS | 1. MANO DE OBRA CALIFICADA | 2.MANO DE OBRA NO CALIFICADA | 3. GASTOS ADMINISTRATIV OS | 4. MATERIALES VARIOS |                                                              |               |             |
| TIEMPO DE INVERSIÓN | 30 Años                                                   | 30 Años                        | 30 Años                      | 30 Años               | 30 Años                    | 30 Años                      | 30 Años                    | 30 Años              | Tasa                                                         | NO APLICA     |             |
| VALOR               | 73045,38                                                  | 78261,96                       | 500,00                       | 64991,57              | 110608,53                  | 82659,36                     | 750,00                     | 125367,00            | 1,08%                                                        |               |             |
| 1                   | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 216798,9                                                     |               | 216798,9    |
| 2                   | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 219142,1                                                     |               | 219142,1    |
| 3                   | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 221510,7                                                     |               | 221510,7    |
| 4                   | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 223904,9                                                     |               | 223904,9    |
| 5                   | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 226324,9                                                     |               | 226324,9    |
| 6                   | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 228771,1                                                     |               | 228771,1    |
| 7                   | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 231243,7                                                     |               | 231243,7    |
| 8                   | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 233743,1                                                     |               | 233743,1    |
| 9                   | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 236269,4                                                     |               | 236269,4    |
| 10                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 238823,1                                                     |               | 238823,1    |
| 11                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 241404,4                                                     |               | 241404,4    |
| 12                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 244013,6                                                     |               | 244013,6    |
| 13                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 246651,0                                                     |               | 246651,0    |
| 14                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 249316,8                                                     |               | 249316,8    |
| 15                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 252011,5                                                     |               | 252011,5    |
| 16                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 254735,4                                                     |               | 254735,4    |
| 17                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 257488,6                                                     |               | 257488,6    |
| 18                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 260271,6                                                     |               | 260271,6    |
| 19                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 263084,7                                                     |               | 263084,7    |
| 20                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 265928,2                                                     |               | 265928,2    |
| 21                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 268802,5                                                     |               | 268802,5    |
| 22                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 271707,8                                                     |               | 271707,8    |
| 23                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 274644,5                                                     |               | 274644,5    |
| 24                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 277612,9                                                     |               | 277612,9    |
| 25                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 280613,5                                                     |               | 280613,5    |
| 26                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 283646,4                                                     |               | 283646,4    |
| 27                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 286712,2                                                     |               | 286712,2    |
| 28                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 289811,0                                                     |               | 289811,0    |
| 29                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 292943,4                                                     |               | 292943,4    |
| 30                  | 73045,4                                                   | 78262,0                        | 500,0                        | 64991,6               | 110608,53                  | 82659,4                      | 750,0                      | 125367,0             | 296109,6                                                     |               | 296109,6    |

Tabla 72. Resumen de costos de operación, mantenimiento y gastos administrativos



### Cálculo de beneficios valorados del proyecto

Los beneficios valorados del proyecto fueron determinados a partir del análisis y tabulación de los resultados obtenidos en el proceso de encuestamiento socioeconómico de las zonas pertenecientes al radio de influencia del proyecto. En las siguientes tablas se presenta los datos referentes al cálculo de beneficios valorados, así como su proyección en la línea temporal de vida económica del proyecto.

Tabla 73. Cálculo de beneficios valorados

## 6. BENEFICIOS VALORADOS QUE GENERA EL PROYECTO

### PARÁMETROS

- 1.- Consulta Medica y Medicina
- 2.- Número de familias que acarrear agua
- 3.- Acarreo de agua anual
- 4.- Número de familias abastecidas por tanquero
- 5.- Abastecimiento por tanquero
- 6.- No. De familias que compra agua embotellada
- 7.- Compra de agua embotellada
- 8.- Construcción/Mantenimiento cisternas y sistemas de bombeo intradomiciliarios
- 9.- Purificación intradomiciliara del agua
- 10.- Secuestro de carbono.- Para el cálculo se considera el secuestro de carbono en tn/ha de plantación cuyo precio por tn es de USD \$ 6,00.



**“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACocha Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURÓN Y OPOLUCA”**

| AÑO                            | POBLACION BENEFICIARIA | 1.- Consulta Medica y Medicina | 2.- Número familias carrear agua | 3.- Acarreo de agua anual | 4.- Número de familias abastecidas por tanquero | 5.- Abastecimiento por tanquero | 6.- No. De familias que compra agua embotellada | 7.- Compra de agua embotellada | 8.- Construcción/Mantenimiento cisternas y sistemas de bombeo intradomiciliarios | 9.- Purificación intradomiciliara del agua | 10.- Secuestro de carbono por las plantaciones forestales | AHORRO TOTAL POR COSTOS EVITADOS (BENEFICIOS) |
|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>% DE POBLACION AFECTADA</b> |                        | <b>36,80%</b>                  |                                  | <b>5,65%</b>              |                                                 | <b>3,60%</b>                    |                                                 | <b>30,00%</b>                  | <b>43,00%</b>                                                                    | <b>75,00%</b>                              |                                                           |                                               |
| <b>GASTO / PERSONA / AÑO</b>   |                        | <b>\$ 120,00</b>               |                                  | <b>\$ 165,00/ mes</b>     |                                                 | <b>\$ 216,00/ mes</b>           |                                                 | <b>\$ 56,88/ mes</b>           | <b>\$ 45,00</b>                                                                  | <b>\$ 50,00</b>                            |                                                           |                                               |
| 1                              | 9953,00                | 439524,4                       | 141                              | 279180,0                  | 90                                              | 233280,00                       | 746                                             | 509189,76                      | 192590,55                                                                        | 373237,50                                  |                                                           | \$ 2.027.002,29                               |
| 2                              | 10087,00               | 445441,9                       | 142                              | 281160,0                  | 91                                              | 235872,00                       | 757                                             | 516697,92                      | 195183,45                                                                        | 378262,50                                  |                                                           | \$ 2.052.617,79                               |
| 3                              | 10219,00               | 451271,0                       | 144                              | 285120,0                  | 92                                              | 238464,00                       | 766                                             | 522840,96                      | 197737,65                                                                        | 383212,50                                  |                                                           | \$ 2.078.646,15                               |
| 4                              | 10350,00               | 457056,0                       | 146                              | 289080,0                  | 93                                              | 241056,00                       | 776                                             | 529666,56                      | 200272,50                                                                        | 388125,00                                  |                                                           | \$ 2.105.256,06                               |
| 5                              | 10480,00               | 462796,8                       | 148                              | 293040,0                  | 94                                              | 243648,00                       | 786                                             | 536492,16                      | 202788,00                                                                        | 393000,00                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.135.364,96                               |
| 6                              | 10608,00               | 468449,2                       | 150                              | 297000,0                  | 95                                              | 246240,00                       | 796                                             | 543317,76                      | 205264,80                                                                        | 397800,00                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.161.671,84                               |
| 7                              | 10737,00               | 474145,9                       | 152                              | 300960,0                  | 97                                              | 251424,00                       | 805                                             | 549460,80                      | 207760,95                                                                        | 402637,50                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.189.989,17                               |
| 8                              | 10868,00               | 479930,8                       | 154                              | 304920,0                  | 98                                              | 254016,00                       | 815                                             | 556286,40                      | 210295,80                                                                        | 407550,00                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.216.599,08                               |
| 9                              | 10997,00               | 485627,5                       | 155                              | 306900,0                  | 99                                              | 256608,00                       | 825                                             | 563112,00                      | 212791,95                                                                        | 412387,50                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.241.026,97                               |
| 10                             | 11129,00               | 491456,6                       | 157                              | 310860,0                  | 100                                             | 259200,00                       | 835                                             | 569937,60                      | 215346,15                                                                        | 417337,50                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.267.737,89                               |
| 11                             | 11262,00               | 497329,9                       | 159                              | 314820,0                  | 101                                             | 261792,00                       | 845                                             | 576763,20                      | 217919,70                                                                        | 422325,00                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.294.549,82                               |
| 12                             | 11394,00               | 503159,0                       | 161                              | 318780,0                  | 103                                             | 266976,00                       | 855                                             | 583588,80                      | 220473,90                                                                        | 427275,00                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.323.852,74                               |
| 13                             | 11526,00               | 508988,1                       | 163                              | 322740,0                  | 104                                             | 269568,00                       | 864                                             | 589731,84                      | 223028,10                                                                        | 432225,00                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.349.881,10                               |
| 14                             | 11658,00               | 514817,2                       | 165                              | 326700,0                  | 105                                             | 272160,00                       | 874                                             | 596557,44                      | 225582,30                                                                        | 437175,00                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.376.592,02                               |
| 15                             | 11792,00               | 520734,7                       | 167                              | 330660,0                  | 106                                             | 274752,00                       | 884                                             | 603383,04                      | 228175,20                                                                        | 442200,00                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.403.504,96                               |
| 16                             | 11924,00               | 526563,8                       | 168                              | 332640,0                  | 107                                             | 277344,00                       | 894                                             | 610208,64                      | 230729,40                                                                        | 447150,00                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.428.235,88                               |
| 17                             | 12056,00               | 532392,9                       | 170                              | 336600,0                  | 109                                             | 282528,00                       | 904                                             | 617034,24                      | 233283,60                                                                        | 452100,00                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.457.538,80                               |
| 18                             | 12186,00               | 538133,7                       | 172                              | 340560,0                  | 110                                             | 285120,00                       | 914                                             | 623859,84                      | 235799,10                                                                        | 456975,00                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.484.047,70                               |
| 19                             | 12316,00               | 543874,5                       | 174                              | 344520,0                  | 111                                             | 287712,00                       | 924                                             | 630685,44                      | 238314,60                                                                        | 461850,00                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.510.556,60                               |
| 20                             | 12445,00               | 549571,2                       | 176                              | 348480,0                  | 112                                             | 290304,00                       | 933                                             | 636828,48                      | 240810,75                                                                        | 466687,50                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.536.281,93                               |
| 21                             | 12547,00               | 554075,5                       | 177                              | 350460,0                  | 113                                             | 292896,00                       | 941                                             | 642288,96                      | 242784,45                                                                        | 470512,50                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.556.617,43                               |
| 22                             | 12646,00               | 558447,3                       | 179                              | 354420,0                  | 114                                             | 295488,00                       | 948                                             | 647066,88                      | 244700,10                                                                        | 474225,00                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.577.947,34                               |
| 23                             | 12743,00               | 562730,8                       | 180                              | 356400,0                  | 115                                             | 298080,00                       | 956                                             | 652527,36                      | 246577,05                                                                        | 477862,50                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.597.777,79                               |
| 24                             | 12839,00               | 566970,2                       | 181                              | 358380,0                  | 116                                             | 300672,00                       | 963                                             | 657305,28                      | 248434,65                                                                        | 481462,50                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.616.824,67                               |
| 25                             | 12932,00               | 571077,1                       | 183                              | 362340,0                  | 116                                             | 300672,00                       | 970                                             | 662083,20                      | 250234,20                                                                        | 484950,00                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.634.956,52                               |
| 26                             | 13023,00               | 575095,6                       | 184                              | 364320,0                  | 117                                             | 303264,00                       | 977                                             | 666861,12                      | 251995,05                                                                        | 488362,50                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.653.498,35                               |
| 27                             | 13113,00               | 579070,0                       | 185                              | 366300,0                  | 118                                             | 305856,00                       | 983                                             | 670956,48                      | 253736,55                                                                        | 491737,50                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.671.256,61                               |
| 28                             | 13201,00               | 582956,1                       | 186                              | 368280,0                  | 119                                             | 308448,00                       | 990                                             | 675734,40                      | 255439,35                                                                        | 495037,50                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.689.495,41                               |
| 29                             | 13287,00               | 586753,9                       | 188                              | 372240,0                  | 120                                             | 311040,00                       | 997                                             | 680512,32                      | 257103,45                                                                        | 498262,50                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.709.512,19                               |
| 30                             | 13371,00               | 590463,3                       | 189                              | 374220,0                  | 120                                             | 311040,00                       | 1003                                            | 684607,68                      | 258728,85                                                                        | 501412,50                                  | 3600,00                                                   | \$ 2.724.072,39                               |
|                                |                        | 520630,2                       |                                  | 329736,0                  |                                                 | 275184,00                       |                                                 | 603519,55                      | 228129,41                                                                        | 1326338,25                                 |                                                           | \$ 15.220.587,42                              |



## INDICADORES DE RENTABILIDAD

Los indicadores para el análisis de rentabilidad fueron seleccionados a partir de las recomendaciones para estudios de viabilidad económica de la **SUBSECRETARÍA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO**. Dichos criterios son:

- Valor Actual Neto.
- Tasa Interna de Retorno.
- Relación Beneficio-Costo.

### VALOR ACTUAL NETO

Un proyecto implica una corriente de ingresos y de costos que se van a producir durante el período de vida útil del mismo.

Para hacer comparables estos flujos, se utiliza la tasa de descuento, que es un dato externo al proyecto. Desde este punto de vista, un proyecto es rentable si el valor actual del flujo de ingresos es mayor que el valor actual de flujo de costos, obviamente, utilizando la misma tasa de descuento. El valor actual neto del año cero (hoy) del ingreso neto del año t se define como:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B - CT}{(1 - i)^t}$$

Dónde:

VAN = Valor Actual Neto

B = beneficios o ingresos del proyecto

CT = costos totales del proyecto

i = tasa de descuento

t = tiempo

Según este indicador, el criterio de selección formal consiste en aceptar todos los proyectos cuyo VAN sea positivo. Si se trata de elegir entre distintos proyectos igualmente rentables, el VAN es un indicador adecuado. Si el  $VAN > 0$ , indica que el proyecto es deseable. Un  $VAN < 0$  aconseja que el proyecto no debe realizarse. En las dos situaciones se refleja la comparación entre invertir en el proyecto versus colocar el capital a una tasa de interés dada. La tasa de descuento social que actualmente se emplea para la evaluación económica y financiera de proyectos, por parte de entidades como la SUBSECRETARÍA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO o el Banco de Desarrollo, posee un valor de 12%. Los flujos de caja, es decir la diferencia entre los costes totales del proyecto y los beneficios económicos del mismo, para el periodo de vida económica establecida se presentan a continuación:



**Tabla 74. Flujos de caja netos económicos del proyecto (1/2)**

| AÑO | BENEFICIOS      | VALOR DE RESCATE | TOTAL BENEFICIOS | INVERSIONES | OP. Y MANT. APyAlc | MANEJO FORESTAL | GASTOS ADMINISTRATIVOS | TOTAL EGRESOS | F.I.N.           |
|-----|-----------------|------------------|------------------|-------------|--------------------|-----------------|------------------------|---------------|------------------|
| 1   | \$ 2.027.002,29 |                  | \$ 2.027.002,29  | 8021820,45  |                    |                 | 47183,26               | 8069003,71    | -\$ 6.042.001,42 |
| 2   | \$ 2.052.617,79 |                  | \$ 2.052.617,79  | 4858169,58  |                    | 80000,00        | 47183,26               | 4985352,84    | -\$ 2.932.735,05 |
| 3   | \$ 2.078.646,15 |                  | \$ 2.078.646,15  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 1.861.847,24  |
| 4   | \$ 2.105.256,06 |                  | \$ 2.105.256,06  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 1.888.457,15  |
| 5   | \$ 2.135.364,96 |                  | \$ 2.135.364,96  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 1.918.566,05  |
| 6   | \$ 2.161.671,84 |                  | \$ 2.161.671,84  |             | 169615,65          | 3000,00         | 47183,26               | 219798,91     | \$ 1.941.872,93  |
| 7   | \$ 2.189.989,17 |                  | \$ 2.189.989,17  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 1.973.190,26  |
| 8   | \$ 2.216.599,08 |                  | \$ 2.216.599,08  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 1.999.800,17  |
| 9   | \$ 2.241.026,97 |                  | \$ 2.241.026,97  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.024.228,06  |
| 10  | \$ 2.267.737,89 |                  | \$ 2.267.737,89  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.050.938,98  |
| 11  | \$ 2.294.549,82 |                  | \$ 2.294.549,82  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.077.750,91  |
| 12  | \$ 2.323.852,74 |                  | \$ 2.323.852,74  |             | 169615,65          | 15000,00        | 47183,26               | 231798,91     | \$ 2.092.053,83  |
| 13  | \$ 2.349.881,10 |                  | \$ 2.349.881,10  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.133.082,19  |
| 14  | \$ 2.376.592,02 |                  | \$ 2.376.592,02  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.159.793,11  |
| 15  | \$ 2.403.504,96 |                  | \$ 2.403.504,96  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.186.706,05  |
| 16  | \$ 2.428.235,88 |                  | \$ 2.428.235,88  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.211.436,97  |
| 17  | \$ 2.457.538,80 |                  | \$ 2.457.538,80  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.240.739,89  |
| 18  | \$ 2.484.047,70 |                  | \$ 2.484.047,70  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.267.248,79  |
| 19  | \$ 2.510.556,60 |                  | \$ 2.510.556,60  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.293.757,69  |
| 20  | \$ 2.536.281,93 |                  | \$ 2.536.281,93  |             | 169615,65          | 96000,00        | 47183,26               | 312798,91     | \$ 2.223.483,02  |
| 21  | \$ 2.556.617,43 |                  | \$ 2.556.617,43  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.339.818,52  |
| 22  | \$ 2.577.947,34 |                  | \$ 2.577.947,34  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.361.148,43  |
| 23  | \$ 2.597.777,79 |                  | \$ 2.597.777,79  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.380.978,88  |
| 24  | \$ 2.616.824,67 |                  | \$ 2.616.824,67  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.400.025,76  |
| 25  | \$ 2.634.956,52 |                  | \$ 2.634.956,52  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.418.157,61  |
| 26  | \$ 2.653.498,35 |                  | \$ 2.653.498,35  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.436.699,44  |
| 27  | \$ 2.671.256,61 |                  | \$ 2.671.256,61  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.454.457,70  |
| 28  | \$ 2.689.495,41 |                  | \$ 2.689.495,41  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.472.696,50  |
| 29  | \$ 2.709.512,19 |                  | \$ 2.709.512,19  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 2.492.713,28  |
| 30  | \$ 2.724.072,39 | 5.137.804,42     | \$ 7.861.876,81  |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 7.645.077,90  |



“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACOA Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURÓN Y OPOLUCA”

Tabla 75. Flujos de caja netos económicos del proyecto (2/2)

10. CÁLCULO DE INDICADORES ECONÓMICOS

Tasa de descuento: 12%

Vida útil de la infraestructura y plantaciones forestales: 50 años

Horizonte de evaluación: 30 años

| AÑO | F.I.N.           | FA (12%) | VAN (12%)        | FA (20%) | VAN (20%)         | TOTAL BENEFICIOS | BENEFICIOS ACTUALIZADOS | TOTAL EGRESOS | EGRESOS ACTUALIZADOS |
|-----|------------------|----------|------------------|----------|-------------------|------------------|-------------------------|---------------|----------------------|
| 1   | -\$ 6.042.001,42 | 0,893    | -\$ 5.395.507,27 | 0,833    | -\$ 5.032.987,183 | 2027002,29       | \$ 1.810.113,04         | 8069003,71    | 7205620,313          |
| 2   | -\$ 2.932.735,05 | 0,797    | -\$ 2.337.389,83 | 0,694    | -\$ 2.035.318,125 | 2052617,79       | \$ 1.635.936,38         | 4985352,84    | 3973326,213          |
| 3   | \$ 1.861.847,24  | 0,712    | \$ 1.325.635,23  | 0,579    | \$ 1.078.009,552  | 2078646,15       | \$ 1.479.996,06         | 216798,91     | 154360,8239          |
| 4   | \$ 1.888.457,15  | 0,636    | \$ 1.201.058,75  | 0,482    | \$ 910.236,346    | 2105256,06       | \$ 1.338.942,85         | 216798,91     | 137884,1068          |
| 5   | \$ 1.918.566,05  | 0,567    | \$ 1.087.826,95  | 0,402    | \$ 771.263,552    | 2135364,96       | \$ 1.210.751,93         | 216798,91     | 122924,982           |
| 6   | \$ 1.941.872,93  | 0,507    | \$ 984.529,58    | 0,335    | \$ 650.527,432    | 2161671,84       | \$ 1.095.967,62         | 219798,91     | 111438,0474          |
| 7   | \$ 1.973.190,26  | 0,452    | \$ 891.882,00    | 0,279    | \$ 550.520,083    | 2189989,17       | \$ 989.875,10           | 216798,91     | 97993,10732          |
| 8   | \$ 1.999.800,17  | 0,404    | \$ 807.919,27    | 0,233    | \$ 465.953,440    | 2216599,08       | \$ 895.506,03           | 216798,91     | 87586,75964          |
| 9   | \$ 2.024.228,06  | 0,361    | \$ 730.746,33    | 0,194    | \$ 392.700,244    | 2241026,97       | \$ 809.010,74           | 216798,91     | 78264,40651          |
| 10  | \$ 2.050.938,98  | 0,322    | \$ 660.402,35    | 0,162    | \$ 332.252,115    | 2267737,89       | \$ 730.211,60           | 216798,91     | 69809,24902          |
| 11  | \$ 2.077.750,91  | 0,287    | \$ 596.314,51    | 0,135    | \$ 280.496,373    | 2294549,82       | \$ 658.535,80           | 216798,91     | 62221,28717          |
| 12  | \$ 2.092.053,83  | 0,257    | \$ 537.657,83    | 0,112    | \$ 234.310,029    | 2323852,74       | \$ 597.230,15           | 231798,91     | 59572,31987          |
| 13  | \$ 2.133.082,19  | 0,229    | \$ 488.475,82    | 0,093    | \$ 198.376,644    | 2349881,1        | \$ 538.122,77           | 216798,91     | 49646,95039          |
| 14  | \$ 2.159.793,11  | 0,205    | \$ 442.757,59    | 0,078    | \$ 168.463,863    | 2376592,02       | \$ 487.201,36           | 216798,91     | 44443,77655          |
| 15  | \$ 2.186.706,05  | 0,183    | \$ 400.167,21    | 0,065    | \$ 142.135,893    | 2403504,96       | \$ 439.841,41           | 216798,91     | 39674,20053          |
| 16  | \$ 2.211.436,97  | 0,163    | \$ 360.464,23    | 0,054    | \$ 119.417,596    | 2428235,88       | \$ 395.802,45           | 216798,91     | 35338,22233          |
| 17  | \$ 2.240.739,89  | 0,146    | \$ 327.148,02    | 0,045    | \$ 100.833,295    | 2457538,8        | \$ 358.800,66           | 216798,91     | 31652,64086          |
| 18  | \$ 2.267.248,79  | 0,130    | \$ 294.742,34    | 0,038    | \$ 86.155,454     | 2484047,7        | \$ 322.926,20           | 216798,91     | 28183,8583           |
| 19  | \$ 2.293.757,69  | 0,116    | \$ 266.075,89    | 0,031    | \$ 71.106,488     | 2510556,6        | \$ 291.224,57           | 216798,91     | 25148,67356          |
| 20  | \$ 2.223.483,02  | 0,104    | \$ 231.242,23    | 0,026    | \$ 57.810,559     | 2536281,93       | \$ 263.773,32           | 312798,91     | 32531,08664          |
| 21  | \$ 2.339.818,52  | 0,093    | \$ 217.603,12    | 0,022    | \$ 51.476,007     | 2556617,43       | \$ 237.765,42           | 216798,91     | 20162,29863          |



“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACOA Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURÓN Y OPOLUCA”

|     |                 |       |                 |       |                 |            |                  |           |             |
|-----|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|------------|------------------|-----------|-------------|
| 22  | \$ 2.361.148,43 | 0,083 | \$ 195.975,32   | 0,018 | \$ 42.500,672   | 2577947,34 | \$ 213.969,63    | 216798,91 | 17994,30953 |
| 23  | \$ 2.380.978,88 | 0,074 | \$ 176.192,44   | 0,015 | \$ 35.714,683   | 2597777,79 | \$ 192.235,56    | 216798,91 | 16043,11934 |
| 24  | \$ 2.400.025,76 | 0,066 | \$ 158.401,70   | 0,013 | \$ 31.200,335   | 2616824,67 | \$ 172.710,43    | 216798,91 | 14308,72806 |
| 25  | \$ 2.418.157,61 | 0,059 | \$ 142.671,30   | 0,01  | \$ 24.181,576   | 2634956,52 | \$ 155.462,43    | 216798,91 | 12791,13569 |
| 26  | \$ 2.436.699,44 | 0,053 | \$ 129.145,07   | 0,009 | \$ 21.930,295   | 2653498,35 | \$ 140.635,41    | 216798,91 | 11490,34223 |
| 27  | \$ 2.454.457,70 | 0,047 | \$ 115.359,51   | 0,007 | \$ 17.181,204   | 2671256,61 | \$ 125.549,06    | 216798,91 | 10189,54877 |
| 28  | \$ 2.472.696,50 | 0,042 | \$ 103.853,25   | 0,006 | \$ 14.836,179   | 2689495,41 | \$ 112.958,81    | 216798,91 | 9105,55422  |
| 29  | \$ 2.492.713,28 | 0,037 | \$ 92.230,39    | 0,005 | \$ 12.463,566   | 2709512,19 | \$ 100.251,95    | 216798,91 | 8021,55967  |
| 30  | \$ 7.645.077,90 | 0,033 | \$ 252.287,57   | 0,004 | \$ 30.580,312   | 7861876,81 | \$ 259.441,93    | 216798,91 | 7154,36403  |
| VAN |                 |       | \$ 5.485.868,71 |       | -\$ 175.671,522 |            | \$ 18.060.750,69 |           | 12574881,99 |

| INDICADORES ECONÓMICOS: |              |
|-------------------------|--------------|
| VAN                     | 5.485.868,71 |
| TIR                     | 19,75%       |
| B/C                     | 1,44         |

## 11. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- 1) Los Indicadores tanto económicos como financieros son positivos, lo que implica que el **Proyecto es Viable**.
- 2) El **VAN** tanto financiero (10.555.476,68) como económico (5.485.868,71), por sus resultados positivos **garantizan la recuperación de la inversión**.
- 3) La **TIR** tanto financiera (23,04%) como económica (19,75%), por sus resultados superiores a la Tasa de Descuento (12%) **garantizan la viabilidad para la ejecución del Proyecto**.
- 4) En cuanto a la **Relación B/C**, cuyos valores son: B/C Financiero = 1,84 y B/C Económico = 1,44; por los resultados se infiere que por cada dólar invertido se recupera un valor adicional de 0,84 dólares en la financiera y 0,44 dólares en la económica.



Con todos los parámetros que requiere la fórmula de estimación del VAN se determinó su valor correspondiente al ámbito económico del proyecto en cuestión.

$$VAN = \$ 5'485.868,71 > 0$$

El valor positivo del VAN indica que el proyecto puede ser aceptado.

### TASA INTERNA DE RETORNO

Es la tasa de actualización (descuento) que permite igualar a cero el flujo neto de fondos. Representa la utilidad media del dinero utilizado en el proyecto durante su vida útil.

Matemáticamente se expresa como:

$$\sum_{t=0}^n \frac{B - CT}{(1 + i)^t} = 0$$

Dónde:

B = beneficios o ingresos del proyecto

CT = costos totales del proyecto

i = tasa interna de retorno

t = tiempo

Puede resultar conveniente realizar la inversión cuando la tasa interna de retorno (TIR) es superior a la tasa de descuento social considerada para la evaluación, ubicándose ésta al momento en 12%, de acuerdo a datos de la SENPLADES, para proyectos de inversión pública.

Con los parámetros de la fórmula establecida, mismos que fueron utilizados para la determinación del Valor Actual Neto (VAN) es posible determinar el valor de la TIR:

$$TIR = 19.75\% > 12\%$$

En consecuencia, la inversión en el proyecto en cuestión puede resultar conveniente.

### RELACIÓN BENEFICIO-COSTO

Partiendo del hecho de que los flujos corrientes de beneficios y costos deben actualizarse para hacerlos comparables; su relación será igual al cociente entre el valor de los beneficios actualizados sobre el valor de los costos actualizados.

Matemáticamente:

$$RBC = \frac{VAB}{VAC}$$



Para que el proyecto sea aceptable, la RBC debe necesariamente ser igual o mayor que uno. Si es igual a uno indica que el valor presente neto del proyecto es igual a cero (nótese la relación que existe con los resultados del valor actual neto). Si fuera menor, significa que, con la tasa de descuento utilizada, el VAB es menor que el VAC, con lo que no se estaría recuperando la inversión.

Este indicador es útil para determinar si el proyecto es bueno o no. Sin embargo, no es adecuado para elegir entre diferentes alternativas, dado que no toma en cuenta el tamaño del proyecto.

La RBC del proyecto establece lo que ya se había determinado a través del cálculo de la TIR y en VAN, y es que el proyecto es rentable desde la perspectiva económica.

**Tabla 16. Relación beneficio-costos**

| RELACION B/C<br>(BENEFICIO / COSTO) | 1,44          | B / C > 1 : SE ACEPTA<br>EL PROYECTO |  |  |
|-------------------------------------|---------------|--------------------------------------|--|--|
| INGRESOS<br>ACTUALIZADOS            | 18'060.750,69 |                                      |  |  |
| COSTOS<br>ACTUALIZADOS              | 12'574.881,99 |                                      |  |  |

## RENTABILIDAD ECONÓMICA

Para la estimación de los indicadores de rentabilidad económica del proyecto se estableció el flujo neto incremental, considerando los costos económicos y los beneficios económicos a ser generados con la ejecución del proyecto, durante toda la vida económica del proyecto (30 años). La tasa interna de retorno económica de 19,75%, el valor actual neto económico de \$ 5'485.868,71 y la relación BENEFICIO/COSTO de 1.44, permiten aseverar que **el proyecto es rentable** desde el punto de vista de la evaluación económica.

Estos resultados demuestran que invertir en el desarrollo del proyecto es rentable para la sociedad en su conjunto y aporta al desarrollo económico de la Paltas.

| INDICADOR                        | ECONÓMICO     | DECISIÓN ECONÓMICA                |
|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| VAN (VALOR ACTUAL NETO)          | 5'485.868,71  | VAN > 0 : SE ACEPTA EL PROYECTO   |
| TIR (TASA INTERNA DE RETORNO)    | 19,75%        | TIR > TDS : SE ACEPTA EL PROYECTO |
| RELACION B/C (BENEFICIO / COSTO) | 1,44          | B / C > 1 : SE ACEPTA EL PROYECTO |
| BENEFICIOS ACTUALIZADOS          | 18'060.750,69 |                                   |
| COSTOS ACTUALIZADOS              | 12'574.881,99 |                                   |



## VIABILIDAD FINANCIERA

El estudio de la viabilidad financiera nos determina si existe suficiente dinero para financiar los gastos e inversiones que implica la puesta en marcha y operación del proyecto.

La estimación de la viabilidad financiera obedece al mismo proceso metodológico de cálculo de la viabilidad económica. La diferencia entre ambos análisis recae en el hecho de que mientras que para el análisis de rentabilidad económica se considera los beneficios sociales del proyecto, para el análisis financiero se considera el dato referente a las recaudaciones por concepto del pago de la tarifa del agua, como ingreso para el proyecto.

### Determinación de la tarifa de venta

Una vez determinados los datos de volumen a abastecer anualmente y costes de operación y control del sistema (como se indica en el análisis económico) se procede a determinar una tarifa anual que cubra las solicitudes financieras producto de la implementación del proyecto. Para ello se determina la razón entre el volumen estimado de dotación anual y los gastos referentes a operación y control del sistema. Posteriormente se establece una tarifa promedio cada cinco años.

Es importante mencionar que la tarifa está sujeta a ajustes posterior al proceso de análisis de rentabilidad, ya que de esta manera se podrá determinar la tarifa adecuada que conlleve a que el proyecto cumpla con los parámetros de rentabilidad económica y financiera.

La siguiente tabla muestra los parámetros que fueron considerados para estimar la tarifa de venta:



**Tabla 75. Determinación de la tarifa de venta**

**INGRESOS POR TARIFAS DE CONSUMO AGUA**

**Nota: Se ha tomado determinado un consumo mensual de 15 m3**

| AÑOS            | Volumen   | Costo Anual OPERACIÓN | TARIFA ANUAL CALCULADA | TARIFA PROMEDIO PERIODICA | INGRESOS AL PROYECTO POR CONSUMO DE AGUA | INGRESOS AL PROYECTO POR PRODUCTOS FORESTALES | INGRESOS TOTALES DEL PROYECTO |
|-----------------|-----------|-----------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|
| 1               | 690240,55 | 216798,91             | 4,71                   | 4,69                      | \$ 3.237.104,88                          |                                               |                               |
| 2               | 699533,45 | 219142,14             | 4,70                   |                           | \$ 3.280.686,92                          |                                               |                               |
| 3               | 708687,65 | 221510,70             | 4,69                   |                           | \$ 3.323.618,49                          |                                               | \$ 3.323.618,49               |
| 4               | 717772,50 | 223904,86             | 4,68                   |                           | \$ 3.366.224,81                          |                                               | \$ 3.366.224,81               |
| 5               | 726788,00 | 226324,90             | 4,67                   |                           | \$ 3.408.505,89                          |                                               | \$ 3.408.505,89               |
| 6               | 735664,80 | 228771,09             | 4,66                   | 4,65                      | \$ 3.422.826,57                          | \$ 10.000,00                                  | \$ 3.432.826,57               |
| 7               | 744610,95 | 231243,72             | 4,66                   |                           | \$ 3.464.450,31                          |                                               | \$ 3.464.450,31               |
| 8               | 753695,80 | 233743,08             | 4,65                   |                           | \$ 3.506.719,37                          |                                               | \$ 3.506.719,37               |
| 9               | 762641,95 | 236269,45             | 4,65                   |                           | \$ 3.548.343,11                          |                                               | \$ 3.548.343,11               |
| 10              | 771796,15 | 238823,12             | 4,64                   |                           | \$ 3.590.934,85                          |                                               | \$ 3.590.934,85               |
| 11              | 781019,70 | 241404,40             | 4,64                   | 4,63                      | \$ 3.615.375,78                          |                                               | \$ 3.615.375,78               |
| 12              | 790173,90 | 244013,58             | 4,63                   |                           | \$ 3.657.750,99                          | \$ 50.000,00                                  | \$ 3.707.750,99               |
| 13              | 799328,10 | 246650,95             | 4,63                   |                           | \$ 3.700.126,20                          |                                               | \$ 3.700.126,20               |
| 14              | 808482,30 | 249316,84             | 4,63                   |                           | \$ 3.742.501,41                          |                                               | \$ 3.742.501,41               |
| 15              | 817775,20 | 252011,53             | 4,62                   |                           | \$ 3.785.518,67                          |                                               | \$ 3.785.518,67               |
| 16              | 826929,40 | 254735,36             | 4,62                   | 4,62                      | \$ 3.820.761,11                          |                                               | \$ 3.820.761,11               |
| 17              | 836083,60 | 257488,62             | 4,62                   |                           | \$ 3.863.057,36                          |                                               | \$ 3.863.057,36               |
| 18              | 845099,10 | 260271,64             | 4,62                   |                           | \$ 3.904.712,76                          |                                               | \$ 3.904.712,76               |
| 19              | 854114,60 | 263084,74             | 4,62                   |                           | \$ 3.946.368,15                          |                                               | \$ 3.946.368,15               |
| 20              | 863060,75 | 265928,24             | 4,62                   |                           | \$ 3.987.703,12                          | \$ 320.000,00                                 | \$ 4.307.703,12               |
| 21              | 870134,45 | 268802,48             | 4,63                   | 4,66                      | \$ 4.057.085,34                          |                                               | \$ 4.057.085,34               |
| 22              | 877000,10 | 271707,78             | 4,65                   |                           | \$ 4.089.097,09                          |                                               | \$ 4.089.097,09               |
| 23              | 883727,05 | 274644,49             | 4,66                   |                           | \$ 4.120.462,14                          |                                               | \$ 4.120.462,14               |
| 24              | 890384,65 | 277612,93             | 4,68                   |                           | \$ 4.151.503,84                          |                                               | \$ 4.151.503,84               |
| 25              | 896834,20 | 280613,46             | 4,69                   |                           | \$ 4.181.575,49                          |                                               | \$ 4.181.575,49               |
| 26              | 903145,05 | 283646,42             | 4,71                   | 4,75                      | \$ 4.289.459,73                          |                                               | \$ 4.289.459,73               |
| 27              | 909386,55 | 286712,17             | 4,73                   |                           | \$ 4.319.103,54                          |                                               | \$ 4.319.103,54               |
| 28              | 915489,35 | 289811,04             | 4,75                   |                           | \$ 4.348.088,60                          |                                               | \$ 4.348.088,60               |
| 29              | 921453,45 | 292943,42             | 4,77                   |                           | \$ 4.376.414,91                          |                                               | \$ 4.376.414,91               |
| 30              | 927278,85 | 296109,64             | 4,79                   |                           | \$ 4.404.082,47                          |                                               | \$ 4.404.082,47               |
| <b>Promedio</b> |           | <b>7634041,70</b>     | <b>4,67</b>            | <b>4,67</b>               | \$ 114.510.163,94                        |                                               | \$ 108.372.372,13             |

Los valores de “Tarifa de venta periódica” representan la tarifa que cubre la totalidad de los costes de operación y mantenimiento, mientras que la tarifa de venta cubre, además de los costes de operación y mantenimiento, los costes de inversión inicial. El proceso de determinación de los indicadores de rentabilidad es el mismo empleado en el análisis



económico. A continuación, se presentan los flujos de caja financieros que se utilizaron de base para el cálculo de los indicadores en cuestión.

**Tabla 76. Flujos de caja netos financieros del proyecto (1/2)**

| AÑO | INGRESOS        | VALOR DE RESCATE | TOTAL DE INGRESOS | INVERSIONES | OP. Y MANT. APyAlc | MANEJO FORESTAL | GASTOS ADMINISTRATIVOS | TOTAL EGRESOS | F.I.N.           |
|-----|-----------------|------------------|-------------------|-------------|--------------------|-----------------|------------------------|---------------|------------------|
| 1   |                 |                  | \$ 0,00           | 8021820,45  |                    |                 | 47183,26               | 8069003,71    | -\$ 8.069.003,71 |
| 2   |                 |                  | \$ 0,00           | 4858169,58  |                    | 80000,0         | 47183,26               | 4985352,84    | -\$ 4.985.352,84 |
| 3   | \$ 3.323.618,49 |                  | \$ 3.323.618,49   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.106.819,58  |
| 4   | \$ 3.366.224,81 |                  | \$ 3.366.224,81   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.149.425,90  |
| 5   | \$ 3.408.505,89 |                  | \$ 3.408.505,89   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.191.706,98  |
| 6   | \$ 3.432.826,57 |                  | \$ 3.432.826,57   |             | 169615,65          | 3000,00         | 47183,26               | 219798,91     | \$ 3.213.027,66  |
| 7   | \$ 3.464.450,31 |                  | \$ 3.464.450,31   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.247.651,40  |
| 8   | \$ 3.506.719,37 |                  | \$ 3.506.719,37   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.289.920,46  |
| 9   | \$ 3.548.343,11 |                  | \$ 3.548.343,11   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.331.544,20  |
| 10  | \$ 3.590.934,85 |                  | \$ 3.590.934,85   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.374.135,94  |
| 11  | \$ 3.615.375,78 |                  | \$ 3.615.375,78   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.398.576,87  |
| 12  | \$ 3.707.750,99 |                  | \$ 3.707.750,99   |             | 169615,65          | 15000,0         | 47183,26               | 231798,91     | \$ 3.475.952,08  |
| 13  | \$ 3.700.126,20 |                  | \$ 3.700.126,20   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.483.327,29  |
| 14  | \$ 3.742.501,41 |                  | \$ 3.742.501,41   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.525.702,50  |
| 15  | \$ 3.785.518,67 |                  | \$ 3.785.518,67   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.568.719,76  |
| 16  | \$ 3.820.761,11 |                  | \$ 3.820.761,11   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.603.962,20  |
| 17  | \$ 3.863.057,36 |                  | \$ 3.863.057,36   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.646.258,45  |
| 18  | \$ 3.904.712,76 |                  | \$ 3.904.712,76   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.687.913,85  |
| 19  | \$ 3.946.368,15 |                  | \$ 3.946.368,15   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.729.569,24  |
| 20  | \$ 4.307.703,12 |                  | \$ 4.307.703,12   |             | 169615,65          | 96000,0         | 47183,26               | 312798,91     | \$ 3.994.904,21  |
| 21  | \$ 4.057.085,34 |                  | \$ 4.057.085,34   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.840.286,43  |
| 22  | \$ 4.089.097,09 |                  | \$ 4.089.097,09   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.872.298,18  |
| 23  | \$ 4.120.462,14 |                  | \$ 4.120.462,14   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.903.663,23  |
| 24  | \$ 4.151.503,84 |                  | \$ 4.151.503,84   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.934.704,93  |
| 25  | \$ 4.181.575,49 |                  | \$ 4.181.575,49   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 3.964.776,58  |
| 26  | \$ 4.289.459,73 |                  | \$ 4.289.459,73   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 4.072.660,82  |
| 27  | \$ 4.319.103,54 |                  | \$ 4.319.103,54   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 4.102.304,63  |
| 28  | \$ 4.348.088,60 |                  | \$ 4.348.088,60   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 4.131.289,69  |
| 29  | \$ 4.376.414,91 |                  | \$ 4.376.414,91   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 4.159.616,00  |
| 30  | \$ 4.404.082,47 | 5.137.804,42     | \$ 9.541.886,89   |             | 169615,65          |                 | 47183,26               | 216798,91     | \$ 9.325.087,98  |



**“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACOA Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURÓN Y OPOLUCA”**

**Tabla 77. Flujos de caja netos financieros del proyecto (2/2)**

**Tasa de descuento:** 12%

**Vida útil de la infraestructura y plantaciones forestales:** 50 años

**Horizonte de evaluación:** 30 años

| AÑO        | F.I.N.           | FA (12%) | VAN (12%)       | FA (20%) | VAN (20%)               | FA (30%) | VAN (30%)     | TOTAL INGRESOS | INGRESOS ACTUALIZADOS   | TOTAL EGRESOS | EGRESOS ACTUALIZADOS |
|------------|------------------|----------|-----------------|----------|-------------------------|----------|---------------|----------------|-------------------------|---------------|----------------------|
| 1          | -\$ 8.069.003,71 | 0,893    | -\$             | 0,833    | -\$                     | 0,769    | -\$           | 0              | \$ 0,00                 | 8069003,71    | 7205620,313          |
| 2          | -\$ 4.985.352,84 | 0,797    | -\$             | 0,694    | -\$                     | 0,592    | -\$           | 0              | \$ 0,00                 | 4985352,84    | 3973326,213          |
| 3          | \$ 3.106.819,58  | 0,712    | \$ 2.212.055,54 | 0,579    | \$ 1.798.848,535        | 0,455    | \$            | 3323618,486    | \$ 2.366.416,36         | 216798,91     | 154360,8239          |
| 4          | \$ 3.149.425,90  | 0,636    | \$ 2.003.034,87 | 0,482    | \$ 1.518.023,284        | 0,350    | \$            | 3366224,81     | \$ 2.140.918,98         | 216798,91     | 137884,1068          |
| 5          | \$ 3.191.706,98  | 0,567    | \$ 1.809.697,86 | 0,402    | \$ 1.283.066,208        | 0,269    | \$ 858.569,18 | 3408505,894    | \$ 1.932.622,84         | 216798,91     | 122924,982           |
| 6          | \$ 3.213.027,66  | 0,507    | \$ 1.629.005,02 | 0,335    | \$ 1.076.364,265        | 0,207    | \$ 665.096,72 | 3432826,567    | \$ 1.740.443,07         | 219798,91     | 111438,0474          |
| 7          | \$ 3.247.651,40  | 0,452    | \$ 1.467.938,43 | 0,279    | \$ 906.094,740          | 0,159    | \$ 516.376,57 | 3464450,306    | \$ 1.565.931,54         | 216798,91     | 97993,10732          |
| 8          | \$ 3.289.920,46  | 0,404    | \$ 1.329.127,87 | 0,233    | \$ 766.551,468          | 0,123    | \$ 404.660,22 | 3506719,375    | \$ 1.416.714,63         | 216798,91     | 87586,75964          |
| 9          | \$ 3.331.544,20  | 0,361    | \$ 1.202.687,46 | 0,194    | \$ 646.319,576          | 0,094    | \$ 313.165,16 | 3548343,114    | \$ 1.280.951,86         | 216798,91     | 78264,40651          |
| 10         | \$ 3.374.135,94  | 0,322    | \$ 1.086.471,77 | 0,162    | \$ 546.610,022          | 0,073    | \$ 246.311,92 | 3590934,848    | \$ 1.156.281,02         | 216798,91     | 69809,24902          |
| 11         | \$ 3.398.576,87  | 0,287    | \$ 975.391,56   | 0,135    | \$ 458.807,878          | 0,056    | \$ 190.320,30 | 3615375,782    | \$ 1.037.612,85         | 216798,91     | 62221,28717          |
| 12         | \$ 3.475.952,08  | 0,257    | \$ 893.319,68   | 0,112    | \$ 389.306,633          | 0,043    | \$ 149.465,94 | 3707750,991    | \$ 952.892,00           | 231798,91     | 59572,31987          |
| 13         | \$ 3.483.327,29  | 0,229    | \$ 797.681,95   | 0,093    | \$ 323.949,438          | 0,033    | \$ 114.949,80 | 3700126,2      | \$ 847.328,90           | 216798,91     | 49646,95039          |
| 14         | \$ 3.525.702,50  | 0,205    | \$ 722.769,01   | 0,078    | \$ 275.004,795          | 0,025    | \$ 88.142,56  | 3742501,408    | \$ 767.212,79           | 216798,91     | 44443,77655          |
| 15         | \$ 3.568.719,76  | 0,183    | \$ 653.075,72   | 0,065    | \$ 231.966,784          | 0,020    | \$ 71.374,40  | 3785518,666    | \$ 692.749,92           | 216798,91     | 39674,20053          |
| 16         | \$ 3.603.962,20  | 0,163    | \$ 587.445,84   | 0,054    | \$ 194.613,959          | 0,015    | \$ 54.059,43  | 3820761,113    | \$ 622.784,06           | 216798,91     | 35338,22233          |
| 17         | \$ 3.646.258,45  | 0,146    | \$ 532.353,73   | 0,045    | \$ 164.081,630          | 0,012    | \$ 43.755,10  | 3863057,361    | \$ 564.006,37           | 216798,91     | 31652,64086          |
| 18         | \$ 3.687.913,85  | 0,130    | \$ 479.428,80   | 0,038    | \$ 140.140,726          | 0,009    | \$ 33.191,22  | 3904712,757    | \$ 507.612,66           | 216798,91     | 28183,8583           |
| 19         | \$ 3.729.569,24  | 0,116    | \$ 432.630,03   | 0,031    | \$ 115.616,647          | 0,007    | \$ 26.106,98  | 3946368,154    | \$ 457.778,71           | 216798,91     | 25148,67356          |
| 20         | \$ 3.994.904,21  | 0,104    | \$ 415.470,04   | 0,026    | \$ 103.867,510          | 0,005    | \$ 19.974,52  | 4307703,124    | \$ 448.001,12           | 312798,91     | 32531,08664          |
| 21         | \$ 3.840.286,43  | 0,093    | \$ 357.146,64   | 0,022    | \$ 84.486,302           | 0,004    | \$ 15.361,15  | 4057085,343    | \$ 377.308,94           | 216798,91     | 20162,29863          |
| 22         | \$ 3.872.298,18  | 0,083    | \$ 321.400,75   | 0,018    | \$ 69.701,367           | 0,003    | \$ 11.616,89  | 4089097,094    | \$ 339.395,06           | 216798,91     | 17994,30953          |
| 23         | \$ 3.903.663,23  | 0,074    | \$ 288.871,08   | 0,015    | \$ 58.554,949           | 0,002    | \$ 7.807,33   | 4120462,144    | \$ 304.914,20           | 216798,91     | 16043,11934          |
| 24         | \$ 3.934.704,93  | 0,066    | \$ 259.690,53   | 0,013    | \$ 51.151,164           | 0,002    | \$ 7.869,41   | 4151503,843    | \$ 273.999,25           | 216798,91     | 14308,72806          |
| 25         | \$ 3.964.776,58  | 0,059    | \$ 233.921,82   | 0,01     | \$ 39.647,766           | 0,001    | \$ 3.964,78   | 4181575,488    | \$ 246.712,95           | 216798,91     | 12791,13569          |
| 26         | \$ 4.072.660,82  | 0,053    | \$ 215.851,02   | 0,009    | \$ 36.653,947           | 0,001    | \$ 4.072,66   | 4289459,73     | \$ 227.341,37           | 216798,91     | 11490,34223          |
| 27         | \$ 4.102.304,63  | 0,047    | \$ 192.808,32   | 0,007    | \$ 28.716,132           | 0,0008   | \$ 3.281,84   | 4319103,543    | \$ 202.997,87           | 216798,91     | 10189,54877          |
| 28         | \$ 4.131.289,69  | 0,042    | \$ 173.514,17   | 0,006    | \$ 24.787,738           | 0,0006   | \$ 2.478,77   | 4348088,604    | \$ 182.619,72           | 216798,91     | 9105,55422           |
| 29         | \$ 4.159.616,00  | 0,037    | \$ 153.905,79   | 0,005    | \$ 20.798,080           | 0,0005   | \$ 2.079,81   | 4376414,914    | \$ 161.927,35           | 216798,91     | 8021,55967           |
| 30         | \$ 9.325.087,98  | 0,033    | \$ 307.727,90   | 0,004    | \$ 37.300,352           | 0,0004   | \$ 3.730,04   | 9541886,893    | \$ 314.882,27           | 216798,91     | 7154,36403           |
| <b>VAN</b> |                  |          | <b>\$</b>       |          | <b>\$ 1.209.716,932</b> |          | <b>-\$</b>    |                | <b>\$ 23.130.358,66</b> |               | <b>12574881,99</b>   |



| INDICADORES FINANCIEROS: |               |
|--------------------------|---------------|
| VAN                      | 10.555.476,68 |
| TIR                      | 23,04%        |
| B/C                      | 1,84          |

### RENTABILIDAD FINANCIERA

Tabla 18. Resultados análisis de viabilidad financiera

| INDICADOR                        | FINANCIERO    | DECISIÓN FINANCIERA               |  |  |
|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|--|--|
| VAN (VALOR ACTUAL NETO)          | 10'555.476,68 | VAN > 0 : SE ACEPTA EL PROYECTO   |  |  |
| TIR (TASA INTERNA DE RETORNO)    | 23,04%        | TIR > TDS : SE ACEPTA EL PROYECTO |  |  |
| RELACION B/C (BENEFICIO / COSTO) | 1,84          | B / C > 1 : SE ACEPTA EL PROYECTO |  |  |
| INGRESOS ACTUALIZADOS            | 23'130.358,66 |                                   |  |  |
| COSTOS ACTUALIZADOS              | 12'574.881,99 |                                   |  |  |

Financieramente, considerando la inversión, los gastos que conlleva la operación y mantenimiento del sistema, así como los ingresos por concepto de tarifas, durante toda la vida útil del sistema, se determinó los indicadores de rentabilidad financiera. Así, la tasa interna de retorno de 23,04 %, el Valor Actual Neto de \$ 10'555.476,68 y la relación BENEFICIO/COSTO de 1.84, permiten aseverar que **el proyecto es rentable** financieramente.

### CONCLUSIONES

- Los indicadores de evaluación económica TIRE del 19,75%, VANE de \$ 5'485.686,71 y relación BENEFICIO/COSTO de 1.44 permiten aseverar que el proyecto es rentable desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto.
- Los indicadores de la evaluación financiera TIRF, VANF, y la Relación Beneficio-Costo permiten concluir que el proyecto es viable financieramente a partir de las tarifas de cobranza establecidas.



- Los resultados del análisis de sensibilidad económico y financiero determinan que el proyecto tiene todas las probabilidades de ser rentable económicamente y financieramente; incluso, podría tolerar un incremento en los costos y gastos de operación y mantenimiento, sin que esto repercuta en la viabilidad del proyecto. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los indicadores de rentabilidad son sensibles al incremento del costo de la inversión inicial, así como del decremento de ingresos y beneficios valorados, en torno al porcentaje del 10% en ambos casos.

### **4.3. Viabilidad Ambiental y Sostenibilidad Social**

#### *4.3.1. Análisis de impacto ambiental*

El proyecto de agua potable para la ciudad de Catacocha y los 14 barrios aledaños está dentro de un rango de operación entre 1 y 1100 litros/segundo, por lo tanto, según el catálogo de actividades Ambientales del Ministerio del Ambiente, el trámite de regularización corresponde a un registro ambiental, cuyo costo fue de 80 dólares americanos.

El registro ambiental ha sido obtenido a través de la plataforma del SUIA y tiene un presupuesto para la implementación del Plan de Manejo Ambiental de 40.059,00 USD. Para este apartado en el Anexo F se adjunta el certificado de intersección, registro ambiental y la resolución correspondiente.

#### *4.3.2. Sostenibilidad social*

Este tipo de obras son parte de una Regeneración Urbana, que según su definición: “Es un proceso que al actuar sobre las causas generales y los factores específicos que dan origen al deterioro, constituyen al desarrollo de las funciones, así como al mejoramiento de las condiciones del medio ambiente”. La generación urbana es pues, un concepto integral, vital y dinámico (Centro operacional de vivienda y poblamiento, A.C. (COPEVI).



Tienen una repercusión directa en la mejora de las condiciones de habitabilidad de las viviendas y de la calidad de vida de los habitantes de las áreas y barrios afectados, que se encuentran a veces por debajo de los estándares urbanísticos mínimos aceptables.

| Grupo de atención prioritaria                   | Beneficiarios | Beneficiarias |
|-------------------------------------------------|---------------|---------------|
| Adolescentes                                    | 830           | 781           |
| Adulto mayor                                    | 447           | 440           |
| Edad Infantil                                   | 72            | 67            |
| Indígenas, <u>afro ecuatorianos</u> y montubios | 1             | 3             |

## 5. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El financiamiento y presupuesto se presenta en el anexo G:

## 6. ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN

### 6.1. Estructura Operativa

Para emprender en la ejecución del proyecto programado para 24 meses de duración, se tendrá la siguiente estructura operativa: El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Paltas con su Unidad de Agua Potable y Saneamiento, la Unidad de Administración del Contrato, la Unidad de Fiscalización y el Contratista al cual ha sido asignada la ejecución del proyecto.

Para la ejecución deberá contarse con el contratista asignado, fiscalización y supervisión, que deberán cumplir las tareas y/o actividades asignadas en su campo y con el personal necesario.

El ejecutor, deberá emprender la ejecución de los trabajos en todos los frentes y asignar materiales, personal y equipo suficiente en cada uno de ellos, a fin de cumplir con el cronograma.

### 6.2. Arreglos Institucionales y Modalidad de Ejecución

La modalidad de ejecución será:



“CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO REGIONAL DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CATACOA Y LOS BARRIOS DE PURITACA, VELACRUZ, SIGIRO, LAS COCHAS, AGUA RUSIA, NARANJO PALTO, EL PLACER, LA SUPA, SAN PEDRO MÁRTIR, CHAPANGO, RANCHO GRANDE, EL SAUCE, EL PURÓN Y OPOLUCA”

| ARREGLOS INSTITUCIONALES    |                           |                                                                                         |
|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| TIPO DE EJECUCIÓN           |                           | INSTITUCIONES INVOLUCRADAS                                                              |
| DIRECTA (D) O INDIRECTA (I) | TIPO DE ARREGLO           |                                                                                         |
| D                           | CRÉDITO<br>13' 677.225,78 | GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN PALTAS – BANCO DE DESARROLLO DEL ESTADO BP |

### 6.3. Cronograma Valorado por Componentes y Actividades

Se presenta al final del ANEXO G, Presupuesto referencial de construcción

## 7. ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

### 7.1. Seguimiento a la Ejecución

**Tabla 81.** Seguimiento a la ejecución.

| DESCRIPCIÓN                                          | PRIMER TRIMESTRE | SEGUNDO TRIMESTRE | TERCER TRIMESTRE | CUARTO TRIMESTRE | QUINTO TRIMESTRE | SEXTO TRIMESTRE | SÉPTIMO TRIMESTRE | OCTAVO TRIMESTRE |
|------------------------------------------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| Obras de captación                                   | 100 %            |                   |                  |                  |                  |                 |                   |                  |
| Tanques de interconexión                             | 100 %            |                   |                  |                  |                  |                 |                   |                  |
| Conducción desde captación a desarenador             | 60 %             | 40 %              |                  |                  |                  |                 |                   |                  |
| Desarenador                                          | 100 %            |                   |                  |                  |                  |                 |                   |                  |
| Conducción desde desarenador a planta de tratamiento | 10 %             | 30 %              | 30 %             | 30 %             |                  |                 |                   |                  |
| Pasos elevados                                       | 10.63 %          | 71.46 %           | 17.91 %          |                  |                  |                 |                   |                  |
| Planta de tratamiento                                |                  |                   | 17.45 %          | 75.34 %          | 7.21 %           |                 |                   |                  |
| Conducciones secundarias                             |                  |                   | 8.76 %           | 27.06 %          | 45.44 %          | 17.26 %         | 1.48 %            |                  |
| Tanques de reserva                                   |                  |                   |                  |                  | 71.12 %          | 28.88 %         |                   |                  |
| Red de distribución                                  |                  |                   |                  | 2.86 %           | 17.65 %          | 27.05 %         | 29.00 %           | 23.44 %          |
| Obras civiles menores                                |                  |                   |                  |                  | 15.00 %          | 25.00 %         | 30.00 %           | 30.00 %          |
| Reforestación de microcuencas                        | 60%              | 40%               |                  |                  |                  |                 |                   |                  |



## **7.2. Evaluación de Resultados e impactos**

La evaluación de los impactos se la realizará en base a los indicadores de resultados, y de acuerdo al análisis impacto ambiental del proyecto; su monitoreo y evaluación será desde el inicio del proyecto y estará a cargo de la supervisión y la fiscalización durante su permanencia.

Para efectos de la evaluación de resultados y en aplicación a lo que determina la Ley de Participación Ciudadano y Control Social, se deberá realizar un Taller de Socialización con los principales actores sociales que involucra éste proyecto, donde se analizaran el cumplimiento de los indicadores determinados en la Matriz de Marco Lógico; y los siguientes aspectos:

- ✓ Resultados: explicará el detalle de los indicadores por componentes
- ✓ Aspectos cualitativos relevantes: por componentes y resultados
- ✓ Problemas encontrados
- ✓ Medidas correctivas
- ✓ Aspectos financieros
- ✓ Acuerdos
- ✓ Recomendaciones sobre aspectos relevantes a sistematizar
- ✓ Anexos: Fuentes de verificación.

## **7.3. Actualización de la Línea Base**

El proyecto no contempla impactos ambientales negativos para las comunidades, ya que las mismas son ya consolidadas y por ende no amerita realizar un nuevo levantamiento de la línea base más rigurosa. En su momento podrán aplicar encuestas focales durante y después de la construcción para medir los resultados. Se recomienda formar un equipo técnico integrado por el Fiscalizador, Promotor Social y Administrador de la Obra.