



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad Tecnología de la Construcción

Monografía

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL
CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MACUELIZO, DEPARTAMENTO DE
NUEVA SEGOVIA.**

Para optar al Título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Luis Antonio Cáceres Sandoval

Br. Heyling Magaly Blandón Zeledón

Tutor

Ing. Keyling Ninoska Pérez Blandón

Managua, mayo 2020

Managua, 05 de mayo de 2020

A: Dr. Oscar Isaac Gutiérrez Somarriba
Decano
Facultad de Tecnología de la Construcción-UNI
Su despacho

Estimado Dr. Gutiérrez

Reciba saludos cordiales, deseando el mejor de los éxitos en su labor diaria.

Remito ante usted, el documento Monográfico **“Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en el Casco Urbano del Municipio de Macuelizo, departamento de Nueva Segovia”** para optar al título de Ingeniero Civil.

Elaborado por:

Br. Luis Antonio Cáceres Sandoval

Br. Heyling Magaly Blandón Zeledón

Dando por revisado el trabajo Monográfico, el cual cumple con todos los requisitos para ser sometido al jurado examinador que usted disponga. Y a la vez para que se proceda a la programación de Predefensa y Defensa respectivamente.

Sin más a que referirme, me despido enviándole mis muestras de consideración y estima.

Atentamente;


Ing. Keyling Ninoska Pérez Blandón
Tutor Monográfico



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DECANATURA

DEC-FTC-REF-No.051
Managua, 11 Marzo del 2020

Bachilleres

LUIS ANTONIO CACERES SANDOVAL
HEYLING MAGALY BLANDON ZELEDON

Estimados (as) Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MACUELIZO, DEPARTAMENTO DE NUEVA SEGOVIA**. Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el (la) **Ing. Keyling Ninoska Pérez Blandón**, sea el (la) tutor (a) de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento final, debidamente revisado por el tutor guía será el **11 de Septiembre del 2020**

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,


Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano

CC: Protocolo

Tutor – Ing. Keyling Ninoska Pérez Blandón
Archivo*Consecutivo

DEDICATORIA

A mi familia, especialmente a mi madre, mi esposa y mi hija.

Luis Antonio Cáceres

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico primeramente a Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida.

A mi familia que es el motor que me impulsa a seguir luchando especialmente mi hijo.

A mis padres y hermano mayor quienes han sido la base de mi formación y por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad.

Heyling Magali Blandón Zeledón

AGRADECIMIENTO

Agradecemos la culminación de esta tesis a Dios en primer lugar, por darnos la salud, sabiduría y la fortaleza necesaria.

A todas y cada una de las personas que contribuyeron en toda la etapa de nuestra formación (nuestras familias, docentes, etc.) y elaboración de nuestra tesis, con especial mención a nuestra tutora, la Ing. Keyling Ninoska Pérez Blandón, por su apoyo indispensable, sus consejos y al Ing. Máximo Antonio Hernández, director de Inversiones y Proyectos de la Alcaldía de Macuelizo, quien nos brindó su colaboración y toda la información necesaria en el proceso de elaboración de la tesis.

Luis Antonio Cáceres Sandoval

Heyling Magali Blandón Zeledón

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo consiste en un sistema de abastecimiento de agua potable en el casco urbano del municipio de Macuelizo, departamento de Nueva Segovia. Para un periodo de 20 años.

El sistema existente es de una fuente superficial que consiste en un ojo de agua, ubicado aproximadamente a 2 km del casco urbano, La distribución del agua se hace a través de los únicos 7 puestos públicos que actualmente están funcionando. De manera alternativa, la población de Macuelizo se abastece de agua de lluvia y agua del río Macuelizo. Las redes existentes son obsoletas, tienen 27 años de uso y no se recomienda su uso para el diseño del nuevo proyecto.

La solución a este problema, consta de un diseño de Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE); el sistema ha sido diseñado bajo las normas y criterios dictadas por INAA para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, además de las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses NTON. Los resultados de calidad de agua indican que las aguas de la fuente del río Macuelizo podrán ser utilizadas como fuente de agua para el proyecto, siempre y cuando se realicen la construcción de una obra de captación indirecta de prefiltro de flujo horizontal, con el fin de reducir los valores de turbidez y color, presentes en el curso de agua superficial, además que deben tratarse las aguas con un sistema de aireación y Prefiltro de grava de flujo ascendente auto lavado de taza decreciente, como proceso de remoción por sedimentación del hierro ya oxidados y así como atenuar las turbiedades y colores presente en el agua.

El acueducto de Macuelizo, será abastecido a través de la captación de las aguas subsuperficiales del río Macuelizo, para lo que se propone la construcción de un prefiltro de flujo horizontal como una obra de captación indirecta, para el suministro del vital líquido a los pobladores de esta localidad. El sitio de la obra de captación, se localiza a una distancia de 325.0 metros al Noroeste del centro de la localidad. El prefiltro de piedra graduada de flujo horizontal propuesto tendrá un pozo de bombeo

para impulsar el agua a través de una línea de conducción hasta la planta de tratamiento propuesta y una vez potabilizada el agua, será suministrada a los pobladores de esta comunidad.

El sistema contará con una línea de conducción de 700 m de longitud de 2" la cual será en 400 m pvc-sdr-17 y en 300 m PVC sdr-26. Esta línea conducirá el agua hacia el sistema de tratamiento y luego de este pasará al tanque propuesto de 6,200 galones. La red de distribución tendrá 2, 517.97 m de tubería siendo 1,496.57 m de 1 1/2" pvc-sdr-26 y 1,019.40 m de 2" PVC SDR-26. La red será abastecida por gravedad.

El presupuesto y tarifa estimada para el presente proyecto corresponde a C\$13,018,987.18 (trece millones, dieciocho mil novecientos ochenta y siete córdobas con 18/100) monto que representa la inversión total que se requiere para lograr la ejecución total de las obras de agua y saneamiento que contempla el proyecto. El análisis ambiental indica que el impacto ambiental esperado con la ejecución del proyecto es bajo. La obra de saneamiento propuesta estará en dependencia de los recursos disponibles y para su ejecución deberá contar con el aporte de la población a beneficiar. Además, el análisis socio económico indica que el proyecto es factible desde el punto de vista social, ya que la VAN resultó de 22,462,451.63 y la TIR de 38%.

El trabajo se clasifica en cuatro capítulos, los que presentan la siguiente secuencia lógica:

Capítulo 1: Aspectos generales

Capítulo 2: Marco Teórico

Capítulo 3: Diseño metodológico

Capítulo 4: Análisis y presentación de resultados

Al final del documento se muestran las conclusiones de todo el estudio realizado tomando en cuenta toda la información que permitió obtener los diferentes resultados y así mismo se presentan las recomendaciones para optimizar el proyecto.

Tabla de contenido

CAPÍTULO I. GENERALIDADES	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.4. OBJETIVOS	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos	5
1.5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	6
1.5.1. Localización	6
1.5.1.1. Macrolocalización	6
1.5.1.2. Micro localización	6
1.5.2. Demografía	6
1.5.3. Clima	6
1.5.3.1. Temperatura	6
1.5.4. Precipitación	7
1.5.5. Antecedentes climatológicos de Macuelizo	7
1.5.6. Geografía y geología	8
1.5.6.1. Relieve	8
1.5.6.2. Conformación del suelo	8
1.5.7. Socio economía	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	11
2.1. Diagnóstico socioeconómico	11
2.2. Estudio hidrológico	11
2.2.1. Características morfológicas de la subcuenca	11
2.2.1.1. Parámetros y valores interpretativos de forma de la cuenca	12
2.2.2. Fuente de abastecimiento	15
2.2.2.1. Tipos de sistemas de abastecimiento de agua potable	15
2.2.3. Calidad del agua	15
2.3. Levantamiento topográfico	16
2.4. Parámetros de diseños	16
2.4.1. Obra de captación	17
2.4.1.1. Elementos de una obra de captación para aguas superficiales	17
2.4.1.2. Tipos de obras de captación según las características hidrológicas ..	17
2.4.2. Línea de conducción	18
2.4.3. Tanque de almacenamiento	18
2.4.3.1. Tipos de tanques de almacenamiento	18
2.4.4. Sistema de bombeo	19
2.4.4.1. Elementos de las estaciones de bombeo	19
2.4.5. Red de distribución	19
2.4.6. Golpe de ariete	20
2.5. Presupuesto	21
2.6. Planos constructivos y de detalles	21
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO	24

3.1. Tipo de investigación.....	24
3.1.1. Universo y Muestra	24
3.2. Levantamiento de información socioeconómica	24
3.2.1. Técnicas para el procesamiento de datos	25
3.3. Estudio hidrológico.....	25
3.3.1. Fases del estudio	25
3.3.2. Partes del estudio.....	25
3.4.1. Cantidad.....	28
3.4.2. Calidad.....	28
3.4.3. Análisis de la calidad de agua	29
3.5. Diseño del sistema.....	30
3.5.1. Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable	30
3.5.2. Levantamiento topográfico y diseño del sistema	30
3.5.3. Cálculo de la población	31
3.5.4. Variaciones de consumo	31
3.5.5. Cálculos hidráulicos para diseño	31
3.5.6. Diseño de obras hidráulicas	32
3.5.6.1. Obra de captación	32
3.5.6.2. Línea de conducción por bombeo	33
3.5.6.3. Almacenamiento.....	34
3.5.6.4. Red de distribución por gravedad	35
3.6. Cálculo de presupuesto.....	36
3.6.1 Pasos para la elaboración del presupuesto	36
3.7. Elaboración de planos constructivos y de detalles	37
CAPÍTULO IV. RESULTADOS DEL DISEÑO	39
4.1. Diagnóstico socioeconómico	39
4.1.1. Población	39
4.1.2. Rango por edades.....	40
4.1.3. Nivel de educación	40
4.1.4. Rango de ingresos	41
4.1.5. Tendencia de la propiedad y estado de la vivienda	41
4.1.6. Estados de las viviendas	42
4.1.7. Estructura económica del territorio	42
4.1.8. Población económicamente activa	43
4.1.9. Diagnóstico del servicio existente de agua	43
4.1.10. Saneamiento	44
4.1.11. Incidencia de enfermedades	45
4.1.12. Resumen de la entrevista realizada	46
4.2. Estudio hidrológico.....	47
4.2.1. Delimitación y caracterización general del área de estudio	49
4.2.1.1. Clima.....	49
4.2.2. Cuenca hidrográfica	52
4.2.2.1. Ubicación del sitio de captación, área y perímetro de la subcuenca..	52
4.2.3. Geomorfología de la subcuenca en estudio	55

4.3. Fuente de abastecimiento	58
4.3.1. Calidad de agua	58
4.3.1.1. Calidad físico química del agua	59
4.3.1.2. Calidad bacteriológica	60
4.3.1.3. Resultados de plaguicidas	60
4.3.1.4. Conclusiones de calidad del agua	60
4.3.1.5. Recomendaciones.....	61
4.4. Diseño del sistema.....	61
4.4.1. Levantamiento topográfico	61
4.4.2. Cálculo de la población	61
4.4.3. Variaciones de consumo	62
4.4.4. Obra de captación	64
4.4.4.1. Prefiltro de flujo horizontal	64
4.4.4.2. Obra de captación de emergencia: Galería de infiltración	69
4.4.5. Estación de bombeo.....	75
4.4.5.1. Dimensionamiento de pozo de bombeo	76
4.4.5.2. Características hidráulicas de equipo de bombeo	78
4.4.6. Líneas de conducción por bombeo (impulsión)	80
4.4.7. Planta de tratamiento de agua potable y tanque de almacenamiento.....	81
4.4.8. Red de distribución.....	92
4.4.8.1. Modelación hidráulica.....	92
4.4.8.2. Resultados del análisis hidráulico.....	94
4.4.8.3. Condición de consumo máximo horario (CMH)	94
4.4.8.4. Condición sin consumo	95
4.5. Presupuesto	98
4.6. Elaboración de planos constructivos y de detalles	102
CONCLUSIONES	104
RECOMENDACIONES	105
BIBLIOGRAFÍA	106
ANEXOS	108

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1. Población por edad	Pág. 40
Figura N° 2. Nivel de educación	Pág. 40
Figura N° 3. Rango de ingresos	Pág. 41
Figura N° 4. Estado legal de vivienda	Pág. 41
Figura N° 5. Estado de las viviendas.....	Pág. 42
Figura N° 6. Principales cultivos.....	Pág. 42
Figura N° 7. Ocupación de la población	Pág. 43
Figura N° 8. Calidad del agua	Pág. 43
Figura N° 9. Calidad del servicio del agua.....	Pág. 44
Figura N° 10. Estado de letrinas	Pág. 44
Figura N° 11. Eliminación de aguas servidas	Pág. 45
Figura N° 12. Incidencia de enfermedades	Pág. 45
Figura N° 13. Ubicación de los sitios de captación propuesta	Pág. 48
Figura N° 14. Distribución mensual de la temperatura.	Pág. 49
Figura N° 15. Variación histórica de precipitación	Pág. 51
Figura N° 16. Área de la subcuenca del río Macuelizo	Pág. 53
Figura N° 17. Microcuencas de los afluentes principales que constituyen la subcuenca del río Macuelizo.....	Pág. 54

Figura N° 18. Ubicación propuesta para construcción del prefiltro de grava.	Pág. 66
Figura N° 19. Sección transversal del prefiltro de grava.....	Pág. 68
Figura N° 20. Esquema de distribución de las perforaciones	Pág. 68
Figura N° 21. Sección transversal de la galería de infiltración.....	Pág. 74
Figura N° 22. Pozo de bombeo	Pág. 75
Figura N° 23. Planta de tratamiento y tanque de almacenamiento	Pág. 90
Figura N° 24. Planta de tratamiento y tanque de almacenamiento 2.....	Pág. 91
Figura N° 25. Esquema hidráulico condición CMH	Pág. 96
Figura N° 26. Condición sin consumo	Pág. 97

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1: Clasificación de subcuenca por área	Pág. 12
Tabla N° 2: Valores interpretativos de factor de forma	Pág. 13
Tabla N° 3: Coeficiente de compacidad	Pág. 13
Tabla N° 4: Relación de elongación	Pág. 14
Tabla N° 5: Coeficiente de circularidad	Pág. 14
Tabla N° 6: Densidad de drenaje de la subcuenca.....	Pág. 14
Tabla N° 7: Grado de drenaje de una subcuenca.....	Pág. 15
Tabla N° 8: Población Macuelizo urbano	Pág. 39
Tabla N° 9: Temperaturas. Estación Ocotál	Pág. 50
Tabla N° 10: Cálculo del caudal de las microcuencas por el método racional río Macuelizo.....	Pág. 57
Tabla N° 11: Datos de aforo río Macuelizo	Pág. 58
Tabla N° 12: Resultados de primer análisis de agua.....	Pág. 59
Tabla N° 13: Resultados de segundo análisis de agua	Pág. 59
Tabla N° 14: Resultado de análisis de plaguicida.....	Pág.60
Tabla N° 15: Datos poblacionales y tasas de crecimiento del territorio	Pág. 62
Tabla N° 16: Tasa de crecimiento	Pág. 62
Tabla N° 17: Proyecciones de demanda de consumo y almacenamiento	Pág. 63

Tabla N° 18: Característica granulométrica del medio filtrante	Pág. 67
Tabla N° 19: Característica granulométrica del medio filtrante	Pág. 71
Tabla N° 20: Equipo requerido en pozo de bombeo	Pág. 78
Tabla N° 21: Cálculo de golpe de ariete	Pág. 79
Tabla N° 22: Línea de conducción de pozo recolector a aireador	Pág. 80
Tabla N° 23: Característica granulométrica del medio filtrante	Pág.89
Tabla N° 24: Detalle de tubería red de distribución	Pág.92
Tabla N° 25: Demanda consumo promedio por nodo.....	Pág. 93

ABREVIATURAS

INAA: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados

FISE: Fondo de Inversión Social de Emergencia

L/S: litros por segundo

Km: kilómetro

CAPS: Comité de Agua Potable y Saneamiento

Hab: habitantes

TAM: temperatura media anual

°C: grados centígrados

PMA: precipitación media anual

mm: milímetro

CMD: consumo máximo diario

CMH: consumo máximo horario

Msnm: metros sobre el nivel del mar

NTON: Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense

CPD: consumo promedio diario

Mg/l: miligramo por litro

NTU: nephelometric turbidity unit (unidad que se mide la turbidez de un fluido)

NMP: número más probable

UC: unidad de color

CAPRE: Comité regional de instituciones de agua y saneamiento

µg/l: microgramo por litro

m: metro

GPD: galones promedio diario

LPD: litros promedio diario

GPM: galones por minuto

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

El agua potable es imprescindible para el mantenimiento de la vida. Mientras que las personas pueden pasar incluso meses sin comer, tan solo pueden pasar algunos días sin beber agua. Sin embargo, se ha convertido en los últimos años en un recurso escaso y de difícil acceso en algunas regiones del planeta.

En Nicaragua, a pesar de haber abundancia de agua dulce en los ríos y principalmente en los dos grandes lagos (Cocibolca y Xolotlán), en muchas regiones del país existe escasez de este recurso debido a los niveles de contaminación y la falta de recursos económicos para extraerla y distribuirla. Es por esta razón que el problema afecta con mayor severidad a las poblaciones rurales, ya que generalmente carecen de los recursos económicos necesarios para la instalación de un sistema de abastecimiento.

En nuestro país existen lugares afectados por la falta de servicios de agua potable, como es el caso del casco urbano de Macuelizo, departamento de Nueva Segovia, donde las familias no logran recibir los 75 litros por persona por día como lo indica la norma del INAA, el agua es utilizada únicamente para el consumo humano. Esta situación ha obligado a racionar el agua, por lo que actualmente solo es posible suministrar 20 litros por familia por día; esta distribución se hace a través de puestos públicos que en la actualidad están funcionando¹ (Ver Anexo N° 1).

Es por este fin que se propone el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, que sea ideal para solventar la demanda del recurso en la comunidad durante todo el año y con un periodo de diseño que cumpla con los requisitos de las Normas técnicas obligatorias nicaragüenses.

¹ Promotoría Social. (2017). *Caracterización del Municipio de Macuelizo*. Macuelizo, Nueva Segovia.

1.2. ANTECEDENTES

En el año de 1801 se descubrió minerales en Macuelizo, lo que originó la migración de personas a esta zona, como consecuencia de la concentración considerable de la población ya que para 1813 fue elevado a Municipio. Se construyeron cuatro diques a lo largo del río de Macuelizo con sus respectivos canales, que servían para conducir el agua necesaria para consumo; desde entonces hasta hace no menos de dos décadas la población siguió obteniendo el agua fe consumo del río sin ningún tipo de tratamiento.

Entre los años 2005-2013 se realizaron 6 perforaciones de pozos en el casco urbano de Macuelizo las cuales se hicieron en las siguientes coordenadas: 1. (13.6510548,-86.6137738), 2. (13.6511737,-86.6121075), 3. (13.6505892,-86.6108626), 4. (13.6544793,-86.6144849), 5. (13.6539919,-86.6119898), 6. (13.6531490,-86.6128552); con estudios por hidrogeólogos realizados por el Nuevo FISE. Se realizó una perforación a 300 pies de profundidad y 5 perforaciones a 250 pies de profundidad, no se encontró agua en ninguna de las perforaciones por lo cual la posibilidad de hacer proyectos de pozos perforados se considera no viables.²

Actualmente, la población del casco urbano del municipio de Macuelizo se abastece de agua no potable de una fuente superficial localizada en la zona suroeste, a 2 km del casco urbano. El sistema de agua existente es un Mini Acueducto por gravedad construido desde hace 26 años lo que lo hace obsoleto, y por la forma en que fue construido no es funcional. La fuente ha presentado reducción de su caudal alcanzando únicamente una producción máxima de 0.02 L/S.³

² Promotoría Social. (2008). *Caracterización del Municipio de Macuelizo*. Macuelizo.

³ Alcaldía del municipio de Macuelizo. (2015). *Aforo de Macuelizo*.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El agua es cada vez más escasa debido a diversos factores tales como las sequias o la contaminación; factores que no solo afectan la cantidad, sino que también contribuyen a empeorar la calidad. Estos acontecimientos, unidos a otros aspectos, hacen imprescindible el tratamiento de las aguas para ser utilizadas, tanto para su uso industrial como para el uso potable.

Teniendo en cuenta lo anterior y debido a que actualmente la población de Macuelizo se abastece de aguas superficiales que se encuentran altamente contaminadas, que prácticamente no están siendo tratadas y además con un sistema obsoleto; se identificó el proyecto como una necesidad de prioridad por habitantes de Macuelizo, en especial a las mujeres y niños que son las o los que trabajan diario para recolectar y acarrear el agua desde los puestos públicos hasta sus respectivos hogares para realizar sus actividades domésticas, pero principalmente para el consumo humano.

Situaciones como esta representa en cada una de las personas problemas graves en cuanto a salud, economía, y desarrollo intelectual, ya que esta situación es un riesgo para la salud de los pobladores y especialmente para los niños y las niñas son los más vulnerables y perjudicados en cuanto a enfermedades gastrointestinales que entre el período 2010-2018 se vieron afectados 70 niños y niñas; lo cual es un alto porcentaje considerando la poca población del casco urbano de Macuelizo.

Técnicamente no es posible que la población se abastezca de este sistema, de tal manera que nuestro proyecto se enfoca en la solución de diseñar y proponer un modelo nuevo de abastecimiento del vital líquido. El cual permitirá que la población se beneficie de un buen suministro de agua potable minimizando las enfermedades epidémicas que suelen atacar la salud humana.

El acceso a este recurso es indispensable para la vida, es por esto que el proyecto permitirá que las familias mejoren sus condiciones de vida, consumiendo agua potable garantizando cantidad, continuidad y condiciones óptimas.

La comunidad organizada a través de un Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), han gestionado al gobierno municipal de Macuelizo la construcción de un nuevo sistema de agua potable, el cual reemplazará al actual sistema que ya agotó su vida útil resultando ser ineficiente y deficitario. Con esta iniciativa de inversión se prevé mejorar el sistema de abastecimiento de agua al casco urbano del Municipio, logrando abastecer a todas las viviendas en su totalidad.

Cabe señalar que se cuenta con un plan municipal de agua potable y saneamiento elaborado por la alcaldía con apoyo del Nuevo FISE, realizado en febrero del año 2015, donde se plantean las necesidades como comités de agua potable y saneamiento de acuerdo a líneas estratégicas y su nivel de prioridad, en donde está planteado este proyecto como prioridad número uno por esta población.⁴

⁴ “Plan municipal de agua y saneamiento”. (2015). Macuelizo, Nueva Segovia.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable en el casco urbano del municipio de Macuelizo, departamento de Nueva Segovia, para un período de diseño de 20 años.

1.4.2. Objetivos Específicos.

1. Realizar un levantamiento de información socioeconómica del área comprometida.
2. Desarrollar un estudio hidrológico de la subcuenca río Macuelizo.
3. Efectuar un análisis de la calidad de agua de la fuente propuesta.
4. Dimensionar hidráulicamente el sistema adecuado a la topografía de la zona de manera que cumpla con las normativas del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA).
5. Calcular los costos para la construcción del sistema de abastecimiento.
6. Elaborar los planos constructivos del sistema con las especificaciones técnicas requeridas.

1.5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.5.1. Localización

1.5.1.1. Macrolocalización

El municipio de Macuelizo se encuentra ubicado en la República de Nicaragua en el sector oeste del departamento de Nueva Segovia, a 18.5 km de la ubicación de Ocotal. Por su extensión territorial, le corresponde el sexto lugar entre los once municipios de Nueva Segovia.

(Ver anexo N° 2).

1.5.1.2. Micro localización

Macuelizo es la cabecera municipal del municipio de Macuelizo, departamento de Nueva Segovia. El municipio de Macuelizo, se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas 13°39" de latitud norte y 86°36" de longitud oeste, ubicado en el sector oeste de la cabecera departamental de Nueva Segovia, a una distancia de 18.5 km. (Ver anexo n° 2).

1.5.2. Demografía

La población total del municipio es de: 6,980 habitantes. Población urbana 333. Población rural 6,557. Densidad poblacional 27.83 hab/km².

1.5.3. Clima

1.5.3.1. Temperatura

Debido a su altitud sobre el nivel del mar, la temperatura media anual (TAM) es relativamente moderada, en comparación con otras zonas del país, con un valor de 24. 34° C.

El valor máximo para la estación de Macuelizo, suele acontecer en el mes de abril con 26. 7° C y el mínimo en enero con 22. 7° C.

1.5.4. Precipitación

Existen dos zonas bien marcadas de distribución de lluvia, la zona de la parte alta de la microcuenca con 900 mm/año, que es un área mucho menor que la que presenta valores por los 800 mm/año. Según los datos de la estación de Ocotál, la Precipitación Media Anual (PMA) es de 865.4 mm.⁵

1.5.5. Antecedentes climatológicos de Macuelizo

Antecedentes de inundaciones en algunos sectores del municipio (Huracán Mitch). Aunque no es recurrente. Los antecedentes históricos nos permiten identificar comunidades vulnerables ante la presencia de huracanes o fuertes lluvias, qué, aunque no impacten directamente en el municipio, los efectos son sentidos en la población de estos municipios. Las comunidades que se inundaron durante el paso del Huracán Mitch siguen siendo un referente para estar atentos ante cualquier otro evento de esa misma naturaleza. La memoria de los pobladores, aún mantiene ese recuerdo de lo sucedido. Es por esto que las mismas comunidades solamente aparecen referidas en este plan como elemento orientador para ser tomado en cuenta para posibles eventos similares.

Sequía: Es un fenómeno recurrente y que se establece en dependencia de la incidencia del fenómeno del niño o de la niña. En los últimos años llegó a impactar durante 4 años continuos (2012, 2013, 2014, 2015) alcanzando mayúsculos niveles de afectación en la reducción de la disponibilidad de agua para consumo humano, disminuye considerablemente la productividad, motiva brotes de Roya y afecta directamente en la disponibilidad de alimentos para las familias.

Fuertes vientos: A partir del año 2014, el municipio ha registrado la presencia de fuertes vientos, con afectaciones en tres comunidades (Amatillo, Ocote Seco y Mesas de Alcayán) que por su posición geográfica y exposición se han vuelto

⁵ Promotoría Social. (2017). *Caracterización del Municipio de Macuelizo*. Macuelizo Nueva Segovia.

vulnerables ante este evento. El desprendimiento de los techos es el impacto directo generado por este fenómeno.

1.5.6. Geografía y geología

1.5.6.1. Relieve

En general, se puede observar que todo el territorio presenta un relieve accidentado, con numerosos cerros de pendiente media a alta que superan en su mayoría los 1,000 m de altura. En el municipio se localizan altos relieves, cerros y filas de gran importancia que sirven de parte agua natural o divisores topográficos común entre las cuencas, de las cuencas delimitadas y que son tributarias al Río Coco, la cuenca del Río Macuelizo, reviste mayor importancia por su extensión de 216.25 Km², el 80% del municipio está dentro de los límites de la cuenca.

1.5.6.2. Conformación del suelo

En las microcuencas predominan los suelos seniles (viejos) como el Orden Ultisol (49%), seguido de suelos Entisoles (34.61%) y jóvenes del orden Inceptisol con 16.4% los cuales se describen a continuación.

Ultisoles: Son suelos profundos, de textura arcillosa, color pardo rojizo oscuro a rojo, generalmente en pendientes 30 hasta más 45 %. Estos suelos se han originado a partir de rocas de la formación geológica Totogalpa. Cabe mencionar que el desarrollo de estos suelos en las condiciones climáticas actuales no es frecuente.

Suelos Entisoles: Son suelos muy poco desarrollados (es el orden de suelos con más baja evolución), cuyas propiedades están ampliamente determinadas (heredadas) por el material original.

Inceptisoles: Son suelos con un desarrollo incipiente (pero mayor que los Entisoles), generalmente con horizonte superficial ócrico o úmbrico y un sub horizonte cámbico (Bw) de poca evolución. El perfil típico muestra una secuencia de horizontes A– Bw –

C. Ocupan un área de 611.32 ha, equivalente al 16.4 % del territorio de las microcuencas.

1.5.7. Socio economía

El municipio cuenta con diferentes estudios de su territorio, los cuales han sido elaborados por Organismos Gubernamentales, no Gubernamentales, Asociación de Municipios, Instituciones del Estado, y el apoyo del gobierno local y el equipo técnico de la municipalidad.

Estos estudios son:

1. Caracterización del municipio de Macuelizo 2012.
2. Caracterización Socioeconómica del municipio de Macuelizo 2004.
3. Diagnostico edafológico municipio de Macuelizo, 2008.
4. Diagnóstico de los servicios municipales SSMM: Limpieza Pública, Parques y Cementerios.
5. Plan Estratégico de Desarrollo Humano 2014- 2017.
6. Plan Ambiental de Macuelizo (2005 -2015).
7. Línea de base de AMUNSE / CARE - 2006 .
8. Planes de Inversión Multianual (PIM)
9. Planes de Inversión Anual (PIA).
10. Estudio sobre niveles de Pobreza realizado por la Universidad de Centro América (UCA) en el municipio.
11. Delimitación de ASAS en cinco microcuencas del Río Macuelizo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Diagnóstico socioeconómico

Es el que refiere la situación actual, la descripción de lo que sucede al momento de iniciar el estudio en un área determinada. Dicha descripción supone, en primer término, una presentación clara y detallada del problema que origina la inquietud de elaborar un proyecto. La importancia del diagnóstico es la corroboración o no de la idea del problema identificado.⁶

2.2. Estudio hidrológico

Un estudio hidrológico se realiza en una extensión de terreno en el cual cualquier escurrimiento procedente de las precipitaciones o curso de agua vierte a una sección determinada. Para una obra o proyecto éste estudio define cuales son las consecuencias hidráulicas que dicho proyecto puede llegar a afectar el estado de una cuenca hidrológica que le corresponde.⁷

2.2.1. Características morfológicas de la subcuenca

Los estudios morfológicos son de gran importancia en el estudio de cualquier cuenca, ya que se va tener en cuenta las formas que poseen las diversas cuencas existentes. El comportamiento del caudal y de crecidas puede verse modificado por una serie de propiedades morfométricas de las cuencas, como son la forma, el tamaño y la pendiente.

El área (a): Es la longitud más importante que define la cuenca, delimita el volumen total de agua que la cuenca recibe.

⁶“Definición de diagnóstico Socioeconómico”. Recuperado de www.buenastareas.com.

⁷ “¿Que es el estudio hidrológico?”. Recuperado de [www. Certicalia.com/estudio hidrológico](http://www.Certicalia.com/estudio%20hidrol%C3%B3gico).

Perímetro (p): El perímetro es la longitud del límite de la cuenca o en otras palabras de la distancia que habría que recorrer una línea recta si se transitara por todos los filos que envuelve la cuenca.⁸

Tabla N° 1: Clasificación de subcuenca por área

Tamaño de la cuenca	Descripción
Km ²	
<25	Muy pequeña
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Intermedia-Pequeña
500 a 2500	Intermedia-Grande
2500 a 5000	Grande
>5000	Muy grande

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

2.2.1.1. Parámetros y valores interpretativos de forma de la cuenca

Los factores geológicos, principalmente, son los encargados de moldear la fisiografía de una región y particularmente las formas que tiene las cuencas hidrográficas. Para explicar la forma de la cuenca, se compara con figuras geométricas conocidas como los son: el círculo, el ovalo, el cuadrado y el rectángulo.

A. Factor de forma de Horton: El factor de forma según Horton expresa la relación existente entre el área de la cuenca y el cuadrado de la longitud máxima o la longitud axial de la misma

⁸ Reyes, A. Barroso, U y Carvajal, Y. (2010). *Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas*. Universidad del Valle.

Tabla N° 2: Valores interpretativo de factor de forma

Valor Aproximado	Forma de La subcuenca
<0.22	Muy Alargada
0.22-0.30	Alargada
0.30-0.37	Ligeramente Alargada
0.37-0.45	ni Alargada-ni Ensanchada
0.45-0.60	Ligeramente Ensanchada
0.60-0.80	Ensanchada
0.80-1.20	Muy Ensanchada
<1.20	Redondeada El Desagüe

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

B. Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius: Establece la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia de área equivalente a la superficie de la cuenca correspondiente. Este índice representa la forma de la superficie de la cuenca, según su delimitación, y su influencia sobre los escurrimientos y el hidrograma resultante de una precipitación.

Tabla N° 3: Coeficiente de compacidad

Valor de compacidad	Descripción
Kc	
1	Redonda
1.0-1.25	Ovalo Redonda
1.25-1.50	Oblonga
<1.5	Rectangular Oblonga

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

C. Razón de elongación: Es la relación entre el diámetro de un círculo con igual área que la de la cuenca y la longitud máxima de la misma.

Tabla N° 4: Relación de elongación

Valor de Elongación	Descripción
Re	
<0.60	Muy Fuerte Relieves
0.60-0.80	Fuertes Relieves
>0.80	Bajo Relieves

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

Tabla N° 5: Coeficiente de circularidad: Cc.

Valor de Circularidad	Descripción
Cc	
<0.20	Muy Ensanchada
0.20-0.50	Ensanchada
0.50-0.80	Alargada
>0.80	Muy Alargada

Fuente: Autoridad Nacional del agua

D. Densidad de drenaje: Este parámetro indica la relación entre la longitud total de los cursos de agua irregulares y regulares de la cuenca y la superficie total de la misma. De otra manera, expresa la capacidad de desalojar un volumen de agua.⁹

Tabla N° 6: Densidad de drenaje de la subcuenca

Densidad de Drenaje	Valor D	Textura
Muy Baja	<3.0	Ultragruesa
Baja	3.0-14.0	Gruesa
Media	12.0-16.0	Media
Alta	30.0-40.0	Fina
Muy Alta	20-500	Ultrafina

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

⁹ Córdoba, M. (2016). *Parámetros geomorfológicos de cuencas hidrográficas*. Recuperado de: <http://www.protubeam.com>.

Tabla N° 7: Grado de drenaje de una subcuenca

Valor de Dc	Tipo de Drenaje de La Cuenca
>0.50	Drenaje muy pobre
0.50 a 1.0	Drenaje pobre
1.0 a 2.0	Drenaje bajo
2.0 a 3.0	Drenaje medio
3.0 a 3.5	Drenaje alto
>3.5	Bien drenada

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

2.2.2. Fuente de abastecimiento

Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. ¹⁰

2.2.2.1. Tipos de sistemas de abastecimiento de agua potable

De gravedad y de bombeo. En los sistemas de agua potable por gravedad, la fuente de agua debe estar ubicada en la parte alta de la población para que el agua fluya a través de tuberías, usando solo la fuerza de la gravedad. En los sistemas de agua potable por bombeo, la fuente de agua se encuentra localizada en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo, siendo necesario transportar el agua mediante sistemas de bombeo a reservorios de almacenamiento ubicados en elevaciones superiores al centro poblado.

2.2.3. Calidad del agua

Es el grupo de concentraciones, especificaciones, sustancias orgánicas e inorgánicas y la composición y estado de la biota encontrado en el agua. La calidad del cuerpo del agua muestra variaciones espaciales y temporales debido a los factores internos y externos del cuerpo del agua.

¹⁰ "Fuentes de abastecimiento". (2012). Recuperado de www.cepes.org.pe

2.3. Levantamiento topográfico

Es el conjunto de operaciones ejecutadas sobre un terreno con los instrumentos adecuados para poder confeccionar una correcta representación gráfica para situar correctamente cualquier obra q se desee llevar acabo. Consiste en un acopio de datos para poder realizar con posterioridad, un plano que refleje le mayor detalle y exactitud posible del terreno en cuestión.¹¹

2.4. Parámetros de diseños

❖ **Periodo de diseño:** vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de: determinar que períodos de estos componentes del Sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad. Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas. Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

❖ **Variaciones de consumo:** se expresan como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.

Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo diario (CMD)

Consumo máximo horario (CMH)

❖ **Presiones máximas y mínimas:** presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento y deben de cumplir un rango permisible, en los valores siguientes Presión Mínima: 14 metros Presión Máxima: 50 metros.

❖ **Pérdidas de agua en el sistema:** El agua que se pierde por diversos motivos en las líneas de conducción, tanques, red de distribución y tomas domiciliarias se conoce con el nombre genérico de fugas; son las pérdidas físicas y se pueden

¹¹ Domínguez, F. (1978). *Topografía General y Aplicada*. Mundi-prensa.

determinar mediante aforos, inspecciones, distritos hidrométricos, etc. Estas pérdidas dependen de factores como: calidad y edad de las tuberías y accesorios, proceso constructivo, presión del agua, mantenimiento y operación del sistema, etc. ¹²

2.4.1. Obra de captación

Consiste en una estructura colocada directamente en la fuente, a fin de captar el gasto deseado y conducirlo a la línea de conducción. Deberá determinarse la calidad física, química y bacteriológica de la fuente y los parámetros básicos de análisis del agua.

2.4.1.1. Elementos de una obra de captación para aguas superficiales

Dispositivo de toma (orificios, tubos).

Dispositivos de control (compuertas, válvulas de seccionamiento).

Dispositivos de limpia (rejillas, cámaras de decantación).

Dispositivos de control de excedencias (vertederos).

2.4.1.2. Tipos de obras de captación según las características hidrológicas

Para grandes variaciones en los niveles de la superficie libre:

- 1) Torres para captar el agua a diferentes niveles, en las márgenes o en el punto más profundo del río.
- 2) Estaciones de bombeo flotantes, pueden usarse en lagos o embalses.

Para pequeñas oscilaciones en los niveles de la superficie libre:

- 1) Estaciones de bombeo fijas, con toma directa en el río.
- 2) Canales de derivación con, o sin desarenadores.

Para escurrimientos con pequeños tirantes:

¹²Giménez, J. (2013). *Manual para el diseño de agua potable y alcantarillado*. México.

- 1) Presas derivadas o diques con toma directa.
- 2) Dique con vertedor y caja lateral.
- 3) Dique con vertedor y caja central.¹³

2.4.2. Línea de conducción

Es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, forma el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas.

2.4.3. Tanque de almacenamiento

Es un elemento esencial en todo sistema de abastecimiento de agua de una población, proveen una cantidad adecuada en las demandas máximas observando el aspecto económico y de capacidad suficiente. De estos los tipos más importantes de almacenamiento pueden ser: aguas embalsadas, abastecimientos auxiliares por medio de tanques de almacenamiento a nivel de tierra en conjunción con estaciones de bombeo y tanque elevados en sistemas de distribución.¹⁴

2.4.3.1. Tipos de tanques de almacenamiento

❖ **Tanques superficiales:** estos se encuentran contruidos a nivel del terreno, es uno de los más comunes que se construyen siempre y cuando cuenten con una topografía adecuada. Se operan adhiriéndoles a estos sistemas de bombeo, que permiten darle más dinámica al agua que se suministra, su mayoría son de concreto reforzado.

¹³ "obras de captación superficial". Recuperado de www.ingenieria.unam.mx.

¹⁴ "Tanques de almacenamiento-UANL". Recuperado de cdigital.dgb.uanl.mx

❖ **Tanques elevados:** se utilizan cuando la topografía del terreno es plana, se puede construir de concreto o de acero. La mayoría de los tanques elevados se diseñan para operar en conjunto con el sistema, en otras palabras, se conecta directamente a las líneas principales.¹⁵

2.4.4. Sistema de bombeo

Es un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsa a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

2.4.4.1. Elementos de las estaciones de bombeo.

Los componentes básicos de una estación de bombeo de agua potable son los siguientes:

Caseta de bombeo, Equipo de bombeo, Grupo generador de energía y fuerza motriz, Tubería de succión, Tubería de impulsión, Válvulas de regulación y control, Equipos para cloración, Interruptores de máximo y mínimo nivel, Tableros de protección y control eléctrico, Sistema de ventilación, natural o mediante equipos, Área para el personal de operación, Cerco de protección para la caseta de bombeo.¹⁶

2.4.5. Red de distribución

Sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos; para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

a) Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño.

¹⁵ “Almacenamiento y regulación de agua en el sistema de distribución”. (2017). Recuperado de <https://www.iagua.es>.

¹⁶“Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable”. (2005). Lima.

- b) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- c) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

2.4.6. Golpe de ariete

Se llama golpe de ariete a una modificación de la presión en una conducción debida a la variación del estado dinámico del líquido, siendo en algunos casos varias veces superior a la presión de operación normal de la tubería, pudiendo llegar al colapso de este si no se toman las medidas adecuadas. Se trata pues de una onda cíclica de presión que se presenta y se desplaza en las tuberías.

En caso extremo, el golpe de ariete se produce al cerrarse completamente una válvula, generándose una detención del flujo de forma brusca; en estas situaciones, después de la detención del flujo, se produce una circulación en sentido contrario, generándose una componente negativa de presiones, pudiéndose llegar en caso extremo en algunos materiales, al aplastamiento de la tubería como consecuencias de presiones negativas. Existen diversas maniobras que provocan el fenómeno:

- Cierre y apertura de válvulas.
- Arranque de bombas.
- Detención de bombas.
- Funcionamiento inestable de bombas.
- Llenado inicial de tuberías.
- Sistemas de protección contra incendio.
- Cierres cerámicos (griferías de $\frac{1}{4}$ de vuelta y monomandos).
- Válvulas esféricas.
- Griferías electrónicas.

- Aire en las conducciones. ¹⁷

2.5. Presupuesto

El presupuesto de un proyecto es la herramienta que tiene por objeto determinar anticipadamente el costo de la ejecución material de la obra. Todo presupuesto tiene cuatro características fundamentales: es aproximado, es singular, es temporal y es una herramienta de control. ¹⁸

El presupuesto es aproximado, sus previsiones se acercan más o menos al costo real de la obra, es singular, como lo es cada obra puesto que depende de las condiciones de localización, clima y medio de ambiente, calidad de mano de obra, etc. Es temporal, los costos en que se establecen solo son válidos mientras tengan vigencia los precios que sirvieron de base para su elaboración, es una herramienta de control ya que permite correlacionar la ejecución presupuestal con el avance físico, su comparación con el costo real permite detectar y corregir fallas.

2.6. Planos constructivos y de detalles

Son la herramienta fundamental para llevar a cabo el proyecto, ya que son la representación gráfica y detalla a escala un objeto real, además que ayudan en la estandarización de medidas, para el cálculo tanto de materiales como se mencionaba anteriormente, así como de las especificaciones técnicas y detalles constructivos. ¹⁹

¹⁷ Soriano, A y Floristán, F. (2012). *SUMINISTRO DISTRIBUCIÓN Y EVALUACIÓN INTERIOR DE AGUA SANITARIA*. Barcelona.

¹⁸ Cueva del ingeniero civil. (2010). *Presupuesto de obra*.

¹⁹ De Cusa, J. (1989). *Concepto de Planos*.

2.6.1. Funciones de los planos:²⁰

- a) Recoger los antecedentes que existan antes de realizarse el proyecto.
- b) Definir de una manera exacta, unívoca y completa todos y cada uno de los elementos del proyecto, tanto en forma como en dimensiones.
- c) Representar el funcionalismo de los elementos y combinaciones de elementos que componen el proyecto.
- d) Indicar la flexibilidad de las soluciones adoptadas y sus posibilidades de ampliación.
- e) Reflejar la influencia de la modificación sobre el área circulante.

2.6.2. Los puntos a incluir en las especificaciones son:

Objeto, Alcance, Características generales y normas de aplicación general, Características particulares y normas particulares, Datos informativos.

²⁰ "Planos Arquitectónicos". (2013). www.Recuperado de ambientar.co.cr.

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

De acuerdo los objetivos propuestos, la investigación fue analítica aplicada ya que se realizó una metodología de cálculo de las diferentes variables que contiene el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable cumpliendo las normas establecidas en Nicaragua, tomando en cuenta sus características, funcionamiento e interrelación del contenido de las variables de diseño.

3.1.1. Universo y Muestra (ecuación)

El universo para determinar los elementos de la red de abastecimiento de agua potable, fue el estudio para el diseño en la zona urbana, Municipio de Macuelizo departamento de Nueva Segovia.

La Muestra para la realización del este trabajo, fue constituida por el 100% de las familias (un miembro por cada familia y/o vivienda) del casco urbano de Macuelizo, departamento de Nueva Segovia.

3.2. Levantamiento de información socioeconómica

La información se obtuvo por medio de una encuesta a la población (100% de las viviendas) que permitió desarrollar la problemática que afecta al sector e información socioeconómica.

Dicha encuesta se realizó con la ayuda de la Unidad Municipal de Agua y Saneamiento de la Alcaldía Municipal de Macuelizo, la que se denominó encuesta socioeconómica del Casco Urbano del Municipio de Macuelizo, departamento de Nueva Segovia. También se aplicó entrevista a ingeniero experto en la materia (Alcaldía de Macuelizo). Esta información identificó las necesidades básicas y situación actual de la población en base a condiciones de vida, salud, economía y abastecimiento actual de agua. (Ver anexo N° 3).

3.2.1. Técnicas para el procesamiento de datos

Los datos obtenidos en las encuestas fueron procesados mediante el programa Microsoft Excel, asignándoles un valor numérico mediante gráficas, para clasificar la información. Los resultados de la entrevista y observaciones se procesaron con el uso de técnicas de resumen, que permiten priorizar la información básica de interés para la redacción de este documento.

3.3. Estudio hidrológico

3.3.1. Fases del estudio

En primer lugar, se delimitaron las zonas de afección del proyecto. Esto tuvo como objetivo definir exactamente el cauce de una cuenca hidrográfica y sus características físicas. Luego, se realizó un estudio hidráulico del cauce para obtener los perfiles transversales y los puntos donde existe algún elemento especial, como bien podría ser un vado o un estrechamiento del cauce. A continuación, con ayuda de un software, se contrastó la información obtenida.

3.3.2. Partes del estudio²¹

Incluye varios apartados, entre ellos:

- ❖ Un estudio climático.
- ❖ Un estudio topográfico de la zona.
- ❖ Determinación del caudal hidrológico.
- ❖ La preparación del modelo hidrológico por medios electrónicos.
- ❖ La elaboración de la cartografía que analiza las secciones de una cuenca, etc.

Se realizó un reconocimiento hidrológico en toda el área del proyecto, con el objetivo de determinar la factibilidad de la fuente superficial existente y establecer su potencial hidrológico y calidad de la misma como futura fuente de abastecimiento para esta localidad durante los siguientes 20 años.

²¹ Autoridad Nacional Del Agua. (2010). *Estudio Hidrológico*.

El establecimiento de las condiciones pluviométricas del área, se hizo a partir de los registros pluviométricos de la estación de Macuelizo, (45008), ubicadas en el municipio de Macuelizo en las siguientes coordenadas geodésica: 13°28'36" Latitud Norte y 86°36'00" Longitud Oeste a una elevación de 700 msnm.

Para los cálculos de la geomorfología de la cuenca se utilizaron las siguientes ecuaciones:

Ancho de la cuenca

(Ecuación 1)

$$W_c = \frac{A_c}{L_c}$$

Donde:

A_c: Área de la cuenca

L_c: Longitud del cauce del río

Factor de forma de Horton

(Ecuación 2)

$$R_f = \frac{A_c}{L_c^2}$$

Índice de compacidad o índice de Gravelius

(Ecuación 3)

$$K_c = 0.284 \frac{P_c}{\sqrt{A_c}}$$

Donde:

P_c: perímetro de la cuenca

Relación de elongación

(Ecuación 4)

$$R_e = 1.284 \frac{\sqrt{A_c}}{L_c}$$

Coeficiente de circularidad

(Ecuación 5)

$$C_c = 4\pi \frac{A_c}{P_c^2}$$

Densidad de drenaje

(Ecuación 6)

$$D_d = \frac{\sum L_c \cdot km}{A_c}$$

Donde:

$\sum L_c$: Longitud total del cauce

Densidad de corriente o frecuencia

(Ecuación 7)

$$D_c = \frac{N_c * km^2}{A_c}$$

Donde:

N_c : Número de cauce

Intensidad de corriente

(Ecuación 8)

$$D_i = \frac{D_c}{D_d}$$

Longitud del flujo superficial

(Ecuación 9)

$$L_g = \frac{1}{2 * D_d}$$

Caudal

$$Q = V_M * A_P$$

(Ecuación 10)

3.4. Fuente de abastecimiento

En la mayoría de poblaciones de nuestro país, existen dos tipos de fuentes de agua: superficial y subterránea. La primera representada por las quebradas, riachuelos y ríos, que generalmente conduce agua contaminada con la presencia de sedimentos y

residuos orgánicos; siendo necesario plantear para su captación un sistema de tratamiento, que implica la construcción de obras civiles como desarenadores, cámaras de filtros e instalación de sistemas de cloración.

La segunda alternativa representada por aguas subterráneas que se encuentra localizada en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo, Para el abastecimiento por aguas subterráneas se debe obtener la siguiente información:

Geológica: Información geológica y estratigráfica. Características físicas de los acuíferos (magnitud, espesor, límites, etc.). Propiedades físicas de los acuíferos (permeabilidad, rendimiento específico, permeabilidad de los acuíferos adjuntos, coeficiente de almacenamiento, etc.).

Hidrológico: Nivel piezométrico para el cual es necesario conocer la profundidad y los cambios de altura de las capas freáticas.

Precipitación anual, escorrentía y posibles recargas al sub-suelo, pérdidas por evaporación, transpiración y descargas de aguas subterráneas.

Calidad del agua: Características minerales del agua de cada acuífero.

3.4.1. Cantidad

La fuente de abastecimiento proporciona en conjunto el gasto máximo diario, sin embargo, se establecieron las necesidades inmediatas de la localidad siendo necesario que, cuando menos que la fuente proporcione el gasto máximo diario sin peligro de reducción por sequía o cualquier otra causa.²²

3.4.2. Calidad

Cuando se habla de las normas respecto a la calidad del agua para consumo humano, nos referimos a las aprobadas por el INAA. Se incluye la proyección de la

²² "Fuentes de abastecimiento: sistema de agua potable". Recuperado de www.civilgeeks.com

población considerando los métodos más comunes que se utilizan y que son aplicables al sector rural, también se incluye dotación y población a servir.

Para determinar la necesidad de tratamiento, los contaminantes específicos en el agua deben ser identificados y ser medidos²³. Los contaminantes del agua se pueden dividir en dos grupos: Contaminantes disueltos y sólidos suspendidos. Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición. Pueden ser identificadas con la descripción de características visibles de agua, incluyendo turbidez, gusto, color, y olor del agua.

La turbidez se puede medir con varias técnicas, esto demuestra la resistencia a la transmisión de la luz en el agua. El sentido de gusto puede detectar concentraciones específicas. El color puede sugerir que las impurezas estén presentes, el color es medido por la comparación de diversas muestras visuales o con un espectrómetro. La detección del olor puede ser útil, porque el oler puede detectar generalmente incluso niveles bajos de contaminantes.

La calidad del agua se puede también determinar por un número de análisis cuantitativos en el laboratorio, tales como PH, sólidos totales (TS), la conductividad y la contaminación microbiana.

3.4.3. Análisis de la calidad de agua

Se identificaron las alternativas más viables para la captación de aguas superficiales del río Macuelizo.

²³ Zamorano. (2000). *Evaluación de la calidad de agua*.

Para conocer la calidad del agua de la fuente propuesta para el proyecto, se tomaron muestras de agua y se procedieron a realizar el análisis físico químico, metales pesados, plaguicidas y bacteriológicos de las mismas.

El análisis físico químico consideró los parámetros que miden las características estéticas del agua tales como: Aspecto, olor, turbiedad, color verdadero, pH. hierro, manganeso, sodio y sulfato. Algunos de estos parámetros también se consideran como componentes inorgánicos que en concentraciones altas afectan la salud, tal como el sodio, además en este grupo de componentes inorgánicos se analizarán los siguientes parámetros: Dureza, nitratos, nitritos, amonio y cianuro.

3.5. Diseño del sistema

3.5.1. Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable

Para el diseño de un sistema de agua potable en la zona rural se requirió de una serie de normas y criterios que no necesariamente deban ser las normas del sector urbano, debido a que existen diferencias en ambos medios, considerando dentro de esas diferencias los factores culturales, económicos y sociales.

3.5.2. Levantamiento topográfico y diseño del sistema

Se realizó el levantamiento topográfico mediante el método taquimétrico: con estación total (LEICA TS06 PLUS) con su respectivo prisma, bastón, brújula y una cinta métrica para medir altura de instrumento en cada punto de cambio (Altimetría, planimetría), se trazaron líneas de conducción desde donde estará la fuente de captación propuesta hacia el tanque de almacenamiento buscando la parte más recta entre los dos puntos; se continuó con el levantamiento topográfico de la red de distribución, se ubicó toda infraestructura existente (casas, postes de luz, cercas, ramales de caminos, edificios públicos, etc.).

Para la ubicación espacial en el terreno se utilizó el Sistema Global de Posicionamiento Satelital (GPS), aparato electrónico, Digital-portátil, Marca: Garmin, Modelo: GPSmap-60CSx.

Nota: Todos los equipos usados pertenecen a la Alcaldía municipal de Macuelizo y para obtener el plano topográfico se usó el software AutoCad Civil 3D.

3.5.3. Cálculo de la población

En referente al cálculo de las poblaciones se usó el método geométrico el cual abarca un rango 2.5% - 4%, y se expresa de la siguiente forma:

$$P_n = P_0 (1+r)^n \quad (\text{Ecuación 11})$$

Donde:

P_n : Población del año "n"

P_0 : Población al inicio del período de diseño

r: Tasa de crecimiento en el período de diseño expresado en notación decimal.

n: Número de años que comprende el período de diseño.

3.5.4. Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario.

Estos valores son los siguientes: (Ecuación 12 y 13)

Consumo máximo diario (CMD) = 1.5 CPD + Hf (Consumo promedio diario + pérdidas)

Consumo máximo horario (CMH) = 2.5 CPD + Hf (Consumo promedio diario + pérdidas)

3.5.5. Cálculos hidráulicos para diseño

Para modelación y el análisis hidráulico de la red se utilizó el software EPANET 2.0.12 versión en español, se utilizó la fórmula de Hazen Williams que implementa el programa, se efectuará el análisis para CMH (consumo máxima hora) y cero hora de la red de distribución, CMD (consumo máximo día) en la línea de conducción, determinando las velocidades, presiones a las que estarán sometidas las tuberías y el diámetro óptimo para determinar la alternativa más viable técnicamente aplicando los criterios y normas del INAA.

Todas las simulaciones se realizarán considerando las siguientes consideraciones:

- ❖ Nivel dinámico del agua dentro del pozo.
- ❖ La curva característica del equipo de bombeo seleccionado.
- ❖ Las dimensiones reales del tanque de almacenamiento.
- ❖ Tuberías de PVC, HG, C= 150 y C= 100 y diámetros diferentes en las tuberías.
- ❖ La Carga Total Dinámica (CTD).
- ❖ Las longitudes de los tramos.
- ❖ Cantidades de nodos.
- ❖ Velocidades y Presiones.

3.5.6. Diseño de obras hidráulicas

En esta etapa se realizaron los procedimientos y cálculos basados en las Normas Técnicas obligatorias Nicaragüense de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio rural (NTON 09001-99). Primeramente, se usaron los datos del estudio topográfico, la demanda de la población con ayuda del estudio socio económico y la modelación del sistema de red y datos obtenidos mediante el uso del software EPANET y luego se procedió a realizar el diseño de las obras hidráulicas.

3.5.6.1. Obra de captación

Se propone la construcción de un pre filtro de piedra de flujo horizontal, para la captación sub-superficiales del río Macuelizo, este, está ubicado en la ribera norte de este río que será impulsada a través de una línea de conducción hasta la planta de tratamiento propuesta y una vez potabilizada el agua, será suministrada a los pobladores de este municipio. El pre filtro propuesto será de flujo horizontal con tasa de filtración máxima de 0.60 m³/h, con un área de filtración transversal de 6.0 m² (1.0 m x 6.0 m).

Se propone la construcción de una galería infiltración, como una obra de captación de emergencia en el caso, que el nivel freático de las aguas superficiales del acuífero del río Macuelizo, se rebaje en una sequía extrema en época de verano, cuando la

intensidad de lluvia anual sea menor a la ocurrida en el año 2004 (403.80mm/Años), al grado tal que el pre filtro horizontal, como captación principal, quede desabastecido en tal caso el suministro de agua al municipio, se realizó a través de la galería de infiltración.

3.5.6.2. Línea de conducción por bombeo

- a) Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinaron por el uso de la fórmula exponencial de Hazen William.

(Ecuación 14)

$$H_f = 10.67 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \frac{L}{\phi^{4.87}}$$

Donde:

Hf: Pérdidas (m).

Q: Caudal (m³/s).

C: Coeficiente de rugosidad de tubería (adimensional).

Le: Longitudes equivalentes (m).

D: Diámetro de tubería de descarga (m).

- b) Para determinar el diámetro más económico se aplicó la fórmula de Bresse con K =0.9 Y n =0.45 detallado a continuación.

(Ecuación 15)

$$D = 0.9(Q)^{0.45}$$

Donde:

D: Diámetro de tubería de descarga (m)

Q: Caudal (m³/s)

*Se dimensionó para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual se estimará en 1.5 del consumo promedio (CMD =1.5 CP, más las pérdidas).

*Para el cálculo del golpe de ariete considerando la celeridad de la Onda en Tubería viene definida por la Formula de Joukowski.

Cálculo de Velocidad de propagación de las Ondas “a”

(Ecuación 16)

$$a = \frac{\sqrt{\frac{k}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{k}{E} * \frac{D}{\delta}}}$$

Donde:

a: es la celeridad de la onda elástica del fluido en la tubería, [m/s] –SI.

K: es el módulo de elasticidad del fluido (módulo de Bulk), [2.03x10⁹N/m²] –SI.

ρ: es la densidad del líquido, [1000 Kg/m³] –SI.

D: es el diámetro de la tubería, [0.0508m] – SI.

E: es el módulo de elasticidad de la tubería PVC, [2.9x10⁹N/m²] – SI.

δ: es el espesor de la tubería, [0.0023m] –SI.

El numerador de la ecuación es la celeridad de la onda elástica en el fluido. Algunos autores (Mataix) la denotan como a₀ Para el agua, ρ = 1000 Kg/m³ y k =2.03x10⁹N/m², este valor es: (Ecuación 17)

$$a = \sqrt{\frac{k}{\rho}}$$

3.5.6.3. Almacenamiento

El método de diseño se hizo según las Normas (NTON 09003-99), se deben diseñar los tanques que sean necesarios para el almacenamiento, de tal manera que éstos sean todo el tiempo capaces de suplir las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema, además que también mantengan las reservas suficientes para hacerles frente, tanto a los casos de interrupciones en el suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento.

❖ Volumen compensador

Agua necesaria para compensar las variaciones horarias del consumo. En este caso se debe almacenar.

- a) Para poblaciones menores de 20.000 habitantes, el 25%CPD (consumo promedio diario).
- b) Para reserva para eventualidades y/o emergencias. Este volumen será igual al 15%CPD. Según las Normas (NTON 09003-99) de tal manera que:

$$VT = 40\%CPD \quad \text{(Ecuación 18)}$$

3.5.6.4. Red de distribución por gravedad

Para el dimensionamiento de la tubería de la red de distribución se aplicó la fórmula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

Se diseñó para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario (CMD = 1.5 CPD).

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.679Q^{1.852}}{C^{1.852}D^{4.87}} \quad \text{(Ecuación 19)}$$

Donde:

H: Pérdidas (m).

Q: Caudal (m³/s).

C: Coeficiente de rugosidad de tubería (adimensional).

L: Longitudes en metros (m).

D: Diámetro de tubería (m).

S: Perdida de carga en (m/m).

Cálculo de la sobrepresión por el Golpe de Ariete (Ecuación 20)

$$h = \frac{a * v}{g}$$

h: Sobrepresión del golpe de ariete.

a: es la celeridad de la onda elástica del fluido en la tubería, [m/s] –SI.

V: velocidad media del flujo (m/s).

g: valor de la gravedad.

Cálculo de presión Máxima

(Ecuación 21)

p_{\max} : Presión Estática +sobrepresión $\rightarrow P_{\max} < P_{\text{tubería}}$

3.6. Cálculo de presupuesto

Se realizó una memoria de cálculo (Take off) para determinar volúmenes y cantidades de materiales pertenecientes a cada una de las etapas y se elaboró el presupuesto consultando el catálogo de etapas y sub-etapas que proporciona el Nuevo FISE. Se hizo uso del programa Microsoft Excel y se estableció el total de costos directos de acuerdo a cada una de las actividades, los costos indirectos, además de los impuestos correspondientes.

3.6.1 Pasos para la elaboración del presupuesto:²⁴

a) Listado de precios básicos: El presupuesto debe incluir la lista de precios básicos de materiales, equipos y salarios utilizados.

b) Análisis unitarios: Incluye indicaciones de cantidades y costo de materiales, transporte, desperdicios, rendimientos, costo de mano de obra, etc.

c) Presupuesto por capítulo: Los costos de la obra se presentan divididos por capítulos de acuerdo con el sistema de construcción.

d) Componentes del presupuesto: Se presenta el desglose del presupuesto con las cantidades y precios totales de sus componentes divididos en materiales, mano

²⁴ Ramírez, A. (2004). *PRESUPUESTACION DE OBRAS*. Sevilla.

de obra, subcontratos, equipos y gastos generales. Finalmente, en costos directos y costos indirectos.

e) Fecha del presupuesto: Se debe indicar la fecha en la que se hace el estimativo, en caso de haber proyecciones de costos en el tiempo, se deben indicar.

3.7. Elaboración de planos constructivos y de detalles

Para la creación de los planos se usó el software especializado en elaboración de planos AutoCAD Civil 3D, tomando en cuenta los datos de campo obtenidos a través de la realización del levantamiento topográfico.

Con los resultados del análisis hidráulico realizado en EPANET, se plasmaron los planos de los diferentes elementos que conforman un diseño hidráulico, referentes a la red de distribución y líneas de conducción detallados a continuación:

Obra de captación, Sistema de bombeo, Obra de almacenamiento, Ductos o Tuberías, Accesorios.

Todos estos planos y diseño cumplen con las normas técnicas vigentes para el desarrollo de proyectos de agua potable emitido por el INAA.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL DISEÑO

CAPÍTULO IV. RESULTADOS DEL DISEÑO

4.1. Diagnóstico socioeconómico

La encuesta socioeconómica en el Municipio de Macuelizo departamento de Nueva Segovia fue realizada en el mes de febrero del 2019, casa por casa con el propósito de obtener datos reales y actualizados de la población, vivienda, aspectos socioeconómicos, educación, salud y situación de agua y saneamiento de la población para la realización del estudio. (Ver anexo N°3).

Con esta información se generaron datos básicos para desarrollar los cálculos y proyecciones necesarias para el proyecto. La información recopilada en el campo mediante la encuesta socioeconómica fue procesada y los resultados obtenidos están representados por medio de gráficos y se pueden apreciar a continuación.

4.1.1. Población

El Municipio cuenta con un total de 110 viviendas, en las cuales habitan 333 personas constituidas en 110 familias que da un promedio de 3 habitantes por viviendas (Véase Tabla N° 8).

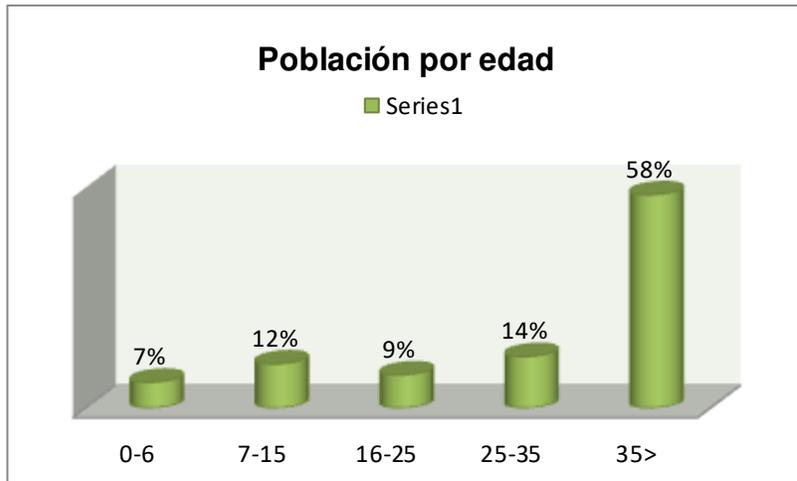
Tabla N°8: Población Macuelizo urbano

Municipio	Viviendas	Total	Hombres	Mujeres
Macuelizo	110	333	173	160
Porcentaje de población			52%	48%

Fuente: Elaboración Propia (2019)

4.1.2. Rango por edades

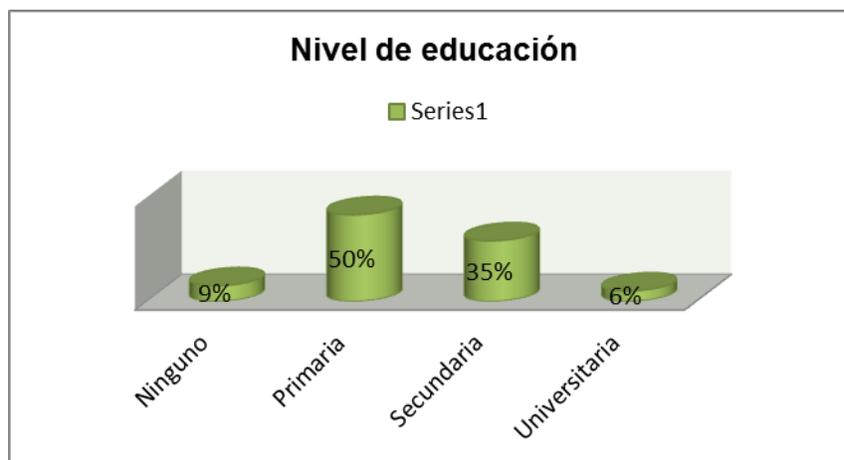
De la gráfica se puede observar que el 58% de la población actual son mayores a los 35 años de edad y el 42% corresponde a la población menores a los 35 años de edad (Véase figura N° 1).



Fuente: Elaboración Propia (2019)

4.1.3. Nivel de educación

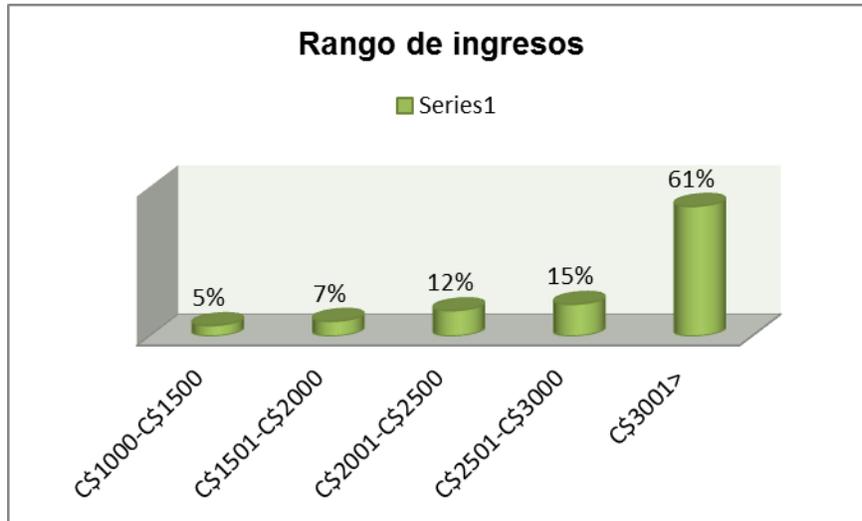
Según información levantada casa a casa se obtiene que el 9% del Municipio solo logra alcanzar los estudios primarios y un 35% de ésta alcanza los estudios superiores (Véase figura N°2).



Fuente: Elaboración Propia (2019)

4.1.4. Rango de ingresos

Según los datos obtenidos un 61% tiene un ingreso mayor a C\$ 3000 y el resto de la población tiene un ingreso menor C\$ 3000 (Véase figura N° 3).



Fuente: Elaboración Propia (2019)

4.1.5. Tendencia de la propiedad y estado de la vivienda

El 92% de las familias poseen casa propia, el 3% de las familias habitan en casa prestada a familiares o amigos y el 5% de las familias habitan en casa alquiladas (Véase figura N°4).



Fuente: Elaboración Propia (2019)

4.1.6. Estados de las viviendas

Las viviendas en su mayoría son construidas de adobe, por ser éste el material de construcción más accesible y económica de la región, el cual se encuentra en abundancia y a bajo costo, ya que los mismos pobladores lo elaboran. Estas viviendas están distribuidas de la siguiente manera: El 55% de las casas están en estado regular, el 38% se encuentran en buen estado y el 7% en mal estado (Véase figura N° 5).



Fuente: Elaboración Propia (2019)

4.1.7. Estructura económica del territorio

La actividad productiva del municipio se basa específicamente en la agricultura (granos básicos) y la ganadería. En el sector agricultura los principales cultivos básicos son:

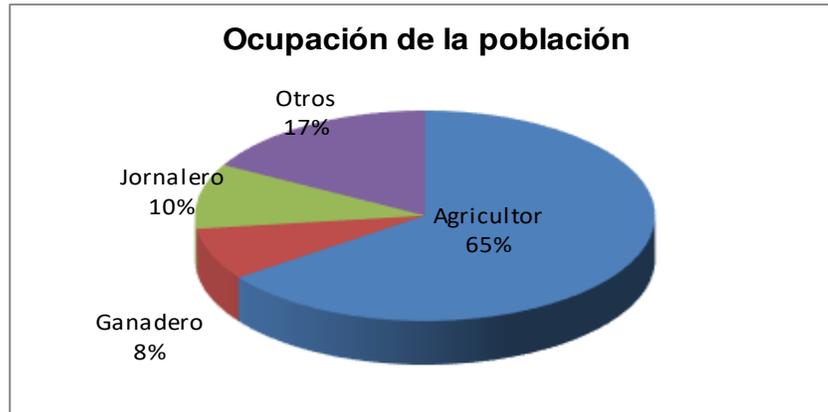
- Frijoles, maíz, sorgo y café.
- Ganadería
- Crianza de ganado menor (cerdo, gallina).
- Extracción de leña y madera. (Véase figura N° 6).



Fuente: Elaboración Propia (2019)

4.1.8. Población económicamente activa

Los resultados de las encuestas demuestran que la población en su gran mayoría se dedica a la agricultura la cual es su mayor ocupación o el único ingreso familiar que tienen (Véase figura N° 7).



Fuente: Elaboración Propia (2019)

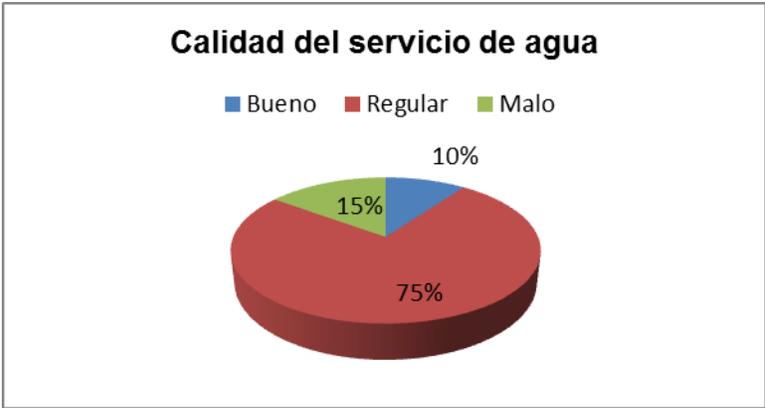
4.1.9. Diagnóstico del servicio existente de agua

Para conocer la opinión de la calidad del agua que actualmente recibe la población, en la encuesta se integró la pregunta sobre la calidad del agua y el servicio que recibe, teniendo en este caso los siguientes resultados: respecto a la calidad del agua el 48% de la población manifiesta que es regular, el 45% dice que es buena y un 7% percibe el agua de mala calidad. (Véase figura N° 8).



Fuente: Elaboración Propia (2019)

En cuanto a la calidad del servicio que recibe la población el 74.73% manifiestan que es regular. El resto de lo manifestado y su porcentaje se puede observar en la figura N°9.



Fuente: Elaboración Propia (2019)

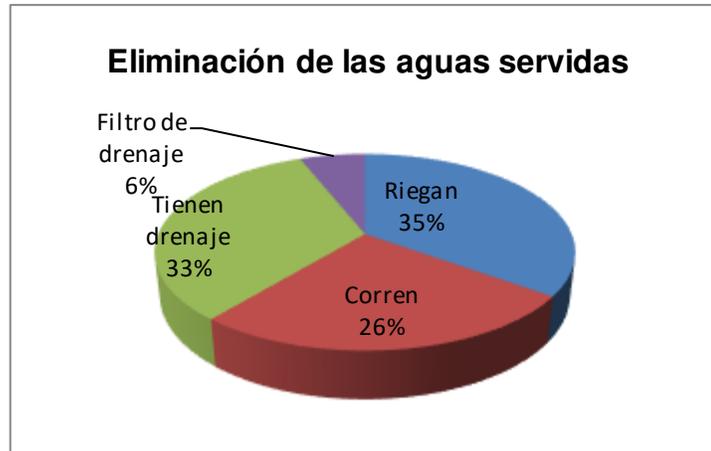
4.1.10. Saneamiento

El 60% de las letrinas existentes se encuentran en estado regular, el 30% se encuentra en buen estado y un 10% de las letrinas existentes se encuentran en mal estado (Véase figura N° 10).



Fuente: Elaboración Propia (2019)

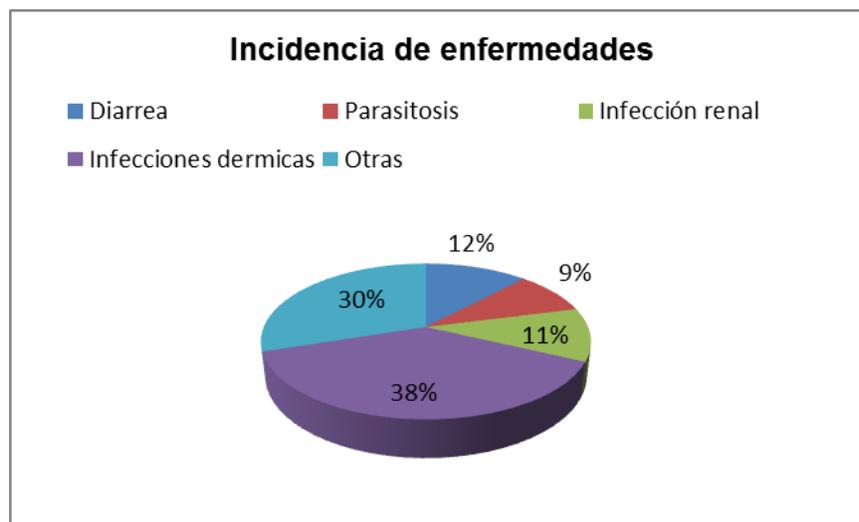
El agua proveniente de las labores diarias del hogar (baño, cocina y otras actividades, etc.), el 35 % de las viviendas utilizan esta agua para regarla, el 33% utilizan zanjas para drenarla, el 26% la dejan correr libremente y un 6% utiliza filtro (Véase figura N° 11).



Fuente: Elaboración Propia (2019)

4.1.11. Incidencia de enfermedades

Las familias tienen que acarrear agua desde el puesto público hasta sus viviendas con un promedio de distancia de 130 metros, destacando que 3 viviendas tienen que recorrer más de 500m hasta el puesto más cercano. Cabe destacar que el agua que consume la población a través de puestos públicos no es potable, lo que facilita el incremento de las enfermedades de origen hídrico/infectocontagiosas. (Véase figura N° 12).



Fuente: Elaboración Propia (2019)

4.1.12. Resumen de la entrevista realizada

La entrevista se realizó en febrero de 2019 al Ing. Máximo Antonio Hernández Hernández director de inversiones y proyectos de la Alcaldía del Municipio de Macuelizo, quien nos habló sobre las necesidades básicas y situación actual de la población en base a condiciones de vida y abastecimiento actual de agua. (Ver anexo N° 4).

De manera alternativa, la población se abastece de agua de lluvia y agua del río Macuelizo. Muy pocas personas consumen agua segura, puesto que significa un alto costo para las familias, derivándose en que su consumo sea reducido, discontinuo, y de mala calidad. Actualmente, la población del casco urbano del municipio de Macuelizo se abastece de agua no potable de una fuente superficial localizada en la zona suroeste, a 2 km del casco urbano. El sistema de agua existente es un Mini Acueducto por gravedad construido desde hace 26 años lo que lo hace obsoleto. La configuración de éste está definida por captación superficial-línea de conducción-tanque-línea de distribución-puestos públicos.

El sistema de almacenamiento consistente en una pila de concreto con capacidad de almacenar 3,900 galones. La distribución del agua se hace a través de los únicos 7 puestos públicos que en la actualidad están funcionando; adicional a estos puestos existen otros 5 puestos públicos que han sido clausurados debido a que por su ubicación no es posible el suministro de agua. Cuatro de los siete puestos públicos disponibles para que la población se abastezca, se encuentran expuestos, no tienen vallas de seguridad para evitar el mal manejo de estos y la afectación o contaminación por animales que se acercan en busca de agua.

En conclusión, la demanda número uno de la población es la construcción de un sistema de agua porque es su problema más sentido, un proyecto que les permita agua potable en calidad y cantidad, continuidad para todas las familias, buscando alternativas que permitan ampliar la cobertura de acceso al agua potable con puestos

de agua domiciliar, siendo la única fuente disponible y de mayor acceso el río Macuelizo.

4.2. Estudio hidrológico

Se realizó un reconocimiento hidrológico en toda el área del proyecto, con el objetivo de determinar, las factibles fuentes superficiales de agua que existen y poder determinar su potencial hidrológico como futura fuente de abastecimiento para esta población. Se evaluaron y estudiaron, las aguas superficiales del río Macuelizo, con el propósito de aprovechar las aguas sub superficiales de esta fuente de agua, donde se proponen los siguientes sitios captación:

a. El sitio de captación No. 1: Este sitio de captación, se localiza a una distancia de 340 metros al Noroeste de la cabecera municipal de Macuelizo, en las siguientes coordenadas UTM; 16P0541642 m este y 11509523 m norte a una elevación de 691 msnm. En esta área, se propone la construcción de una obra de captación indirecta de las aguas sub superficiales del Río Macuelizo, ya sea con la construcción de una galería de infiltración en la margen Noroeste del río o un prefiltro de piedra de flujo descendente que se ubicará sobre el lecho del río. (Ver figura No. 13.)

b. El sitio de captación No. 2: Este sitio de captación, se localiza a una distancia de 217 metros al Noroeste de la cabecera municipal de Macuelizo, en las siguientes coordenadas UTM; 16P0541732 m este y 11509496 m norte a una elevación de 686 msnm. En esta área, se propone la construcción de una obra de captación indirecta de las aguas sub superficiales del Río Macuelizo, con la construcción de un pozo excavado a mano tipo Noria en la margen noreste del río. (Ver figura No. 13).

Figura N°13: Ubicación de los sitios de captación propuesta



Fuente: Elaboración propia

4.2.1. Delimitación y caracterización general del área de estudio

4.2.1.1. Clima

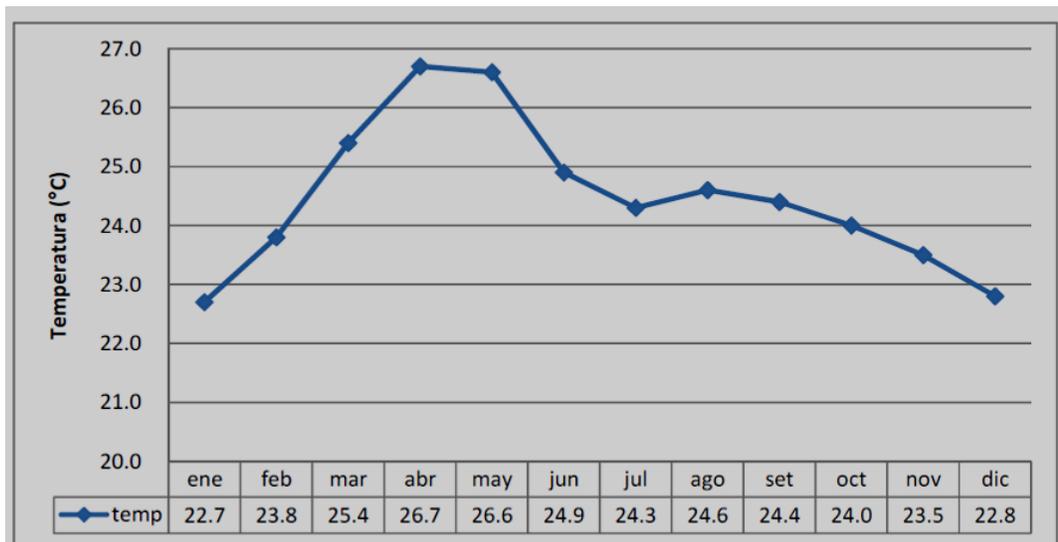
a) Clasificación climática

Temperatura

El Clima de la zona en donde se ubica el proyecto, es de sabana tropical (AW2), se localiza en la parte más alta de la Región Norte, en la cordillera Dipilto y en el municipio de Macuelizo de Norte en el departamento de Nueva Segovia. Se caracteriza por mostrar temperatura media anuales (TAM) del orden de los 23.41°C, teniendo un clima caliente y húmedo.

En la figura No. 14, el valor máximo para la estación de Ocotal, suele acontecer en el mes de abril con 26.7° C y el mínimo en enero con 22.7° C.

Figura No. 14 Distribución mensual de la temperatura. Estación Ocotal. Ineter.



Fuente: Estudio de Caracterización Biofísica y Socioeconómica en cinco Microcuencas en Macuelizo 2012.

Tabla N°9: Temperaturas. Estación Ocotal.

TEMPERATURA MÍNIMA, PROMEDIO Y MÁXIMA DEL DEPARTAMENTO DE NUEVA SEGOVIA													
DATO HISTÓRICO DE INETER													
Temperatura	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio
	15.5	15.80	16.30	17.50	18.60	18.90	18.70	18	18.40	18.30	16.90	16.20	17.43
Mínima	22.00	22.70	23.50	24.50	24.80	24.10	23.80	23.70	23.60	23.60	22.50	22.10	23.41
Máxima	28.50	29.60	30.80	31.60	31.10	29.40	28.90	28.90	28.90	28.90	28.20	28.10	29.41

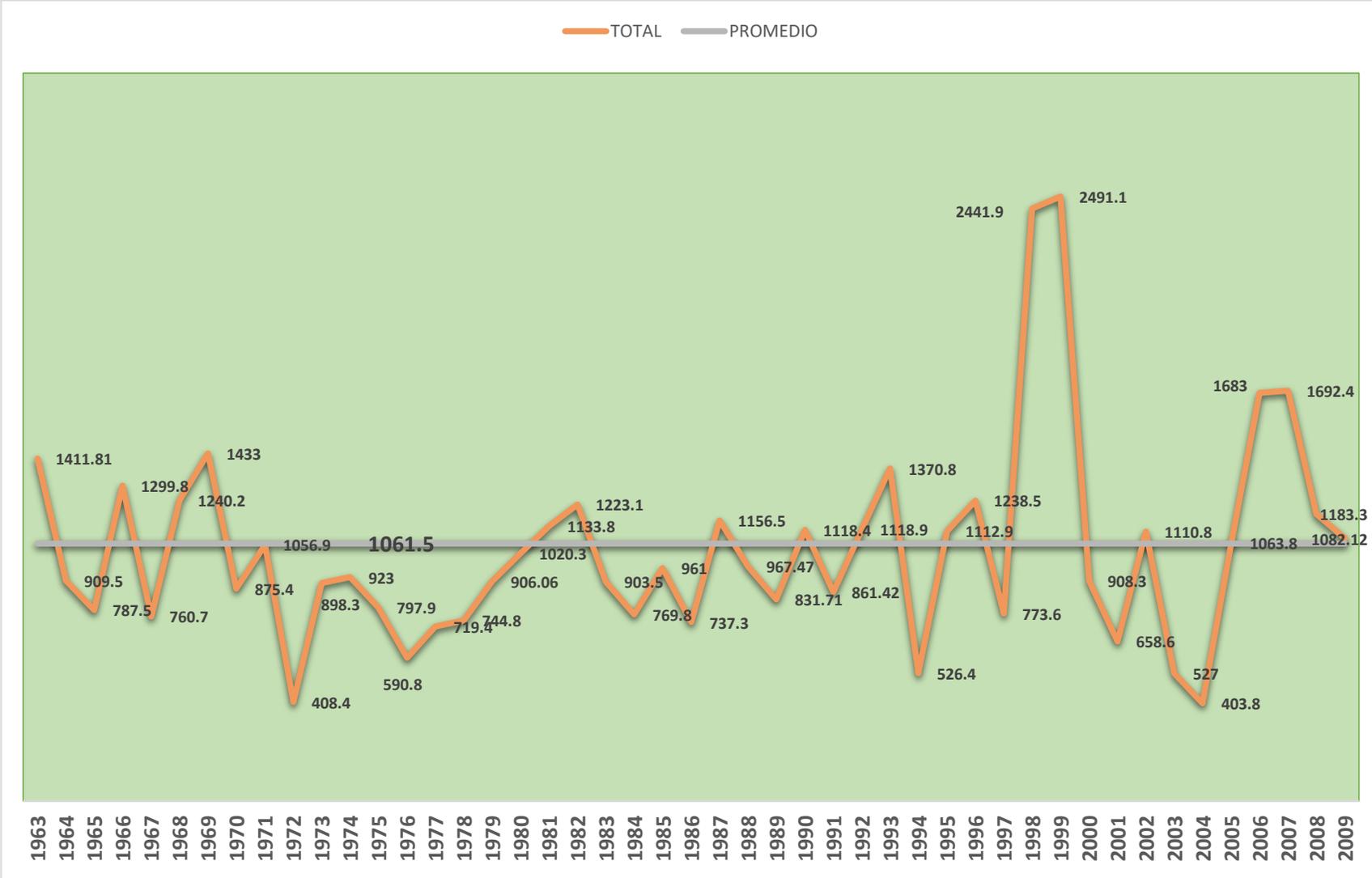
Fuente: Estudio de Caracterización Biofísica y Socioeconómica en cinco Microcuencas en Macuelizo 2012.

b) Parámetros meteorológicos

El establecimiento de las condiciones pluviométricas del área estudiada, se hizo a partir de los registros pluviométricos de la estación de Macuelizo (45008), ubicadas en las siguientes coordenadas geodésicas: 13°28'36" latitud norte y 86°36'00" longitud oeste a una elevación de 700 msnm. Esta estación cuenta con registro histórico de precipitación del periodo de los años de 1963 a 2009. (Ver anexo N° 5).

En la figura No. 15, se observa que el año más lluvioso fue el 1999 con una precipitación total de 2,491.10 mm/año y el más seco fue el 2004 con una precipitación total de 403.80 mm/año. La precipitación promedio durante el periodo de los años 1963 al 2009, es de 1,061.60 mm/año. En el área estudiada, en los últimos 47 años, se han presentado 6 periodos relativamente secos y el más prolongado fue de 10 años (1970 a 1980). Dichos periodos han sido separados por años lluviosos siendo el período más prolongado el comprendido del año de 2005 a 2009 (5 años). El periodo comprendido de los años de 1963 a 1997, se puede decir que fue muy seco con una precipitación promedio de 982 mm/año y el periodo comprendido de 1998 al 2009, un periodo lluvioso con una precipitación promedio de 1,184 mm/año. (Ver anexo N° 5).

Figura N°15: Variación histórica de precipitación



Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Cuenca hidrográfica

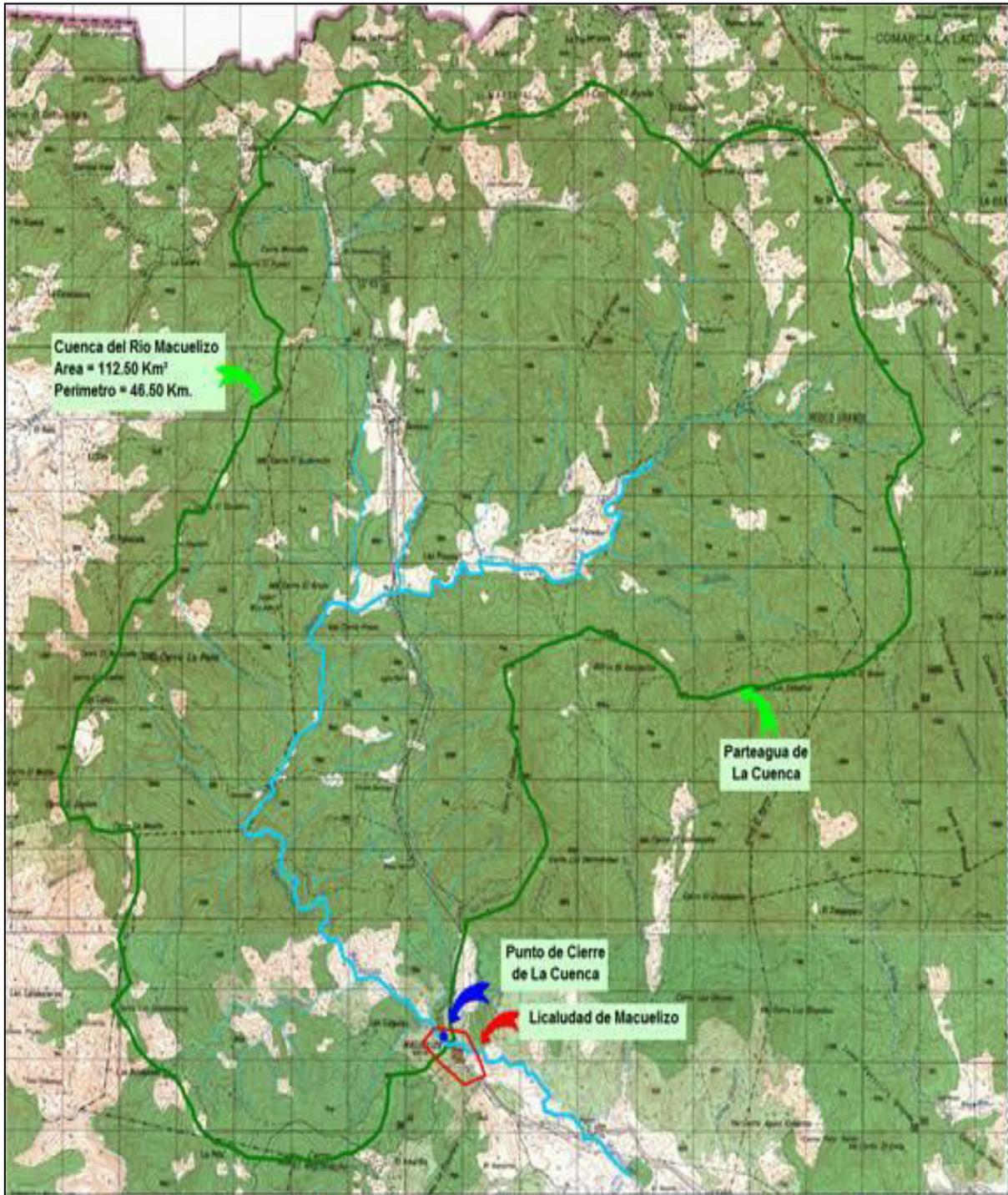
Las aguas superficiales del río Macuelizo, afluentes del río Coco, que desemboca en el Mar Caribe y la cuenca hidrográfica de este río, se encuentra al norte del territorio de Nicaragua, con una extensión en territorio de 18,972.17 km². La cuenca hidrográfica río Coco en este nivel recibe el código 9516 y corresponde a la cuenca 45 del mapa de cuencas de Nicaragua (PHCA, 1972).

4.2.2.1. Ubicación del sitio de captación, área y perímetro de la subcuenca

El río Macuelizo, es una fuente de agua superficial, la cual se propone para el suministro de agua a los pobladores de la localidad de Macuelizo, nace en los cerros El Ayote y El Horno, a unas elevaciones de 1,265 msnm y 1,385 msnm respectivamente y el área de la subcuenca en el punto de captación, se estima en 112.50 Km² y 46.5 Km de perímetro. El punto de cierre de la subcuenca, se localiza a una distancia de 217 metros al noroeste de la cabecera municipal de Macuelizo, en las siguientes coordenadas UTM; 16P0541732 m este y 11509496 m norte a una elevación de 686 msnm. (Ver figura No. 16).

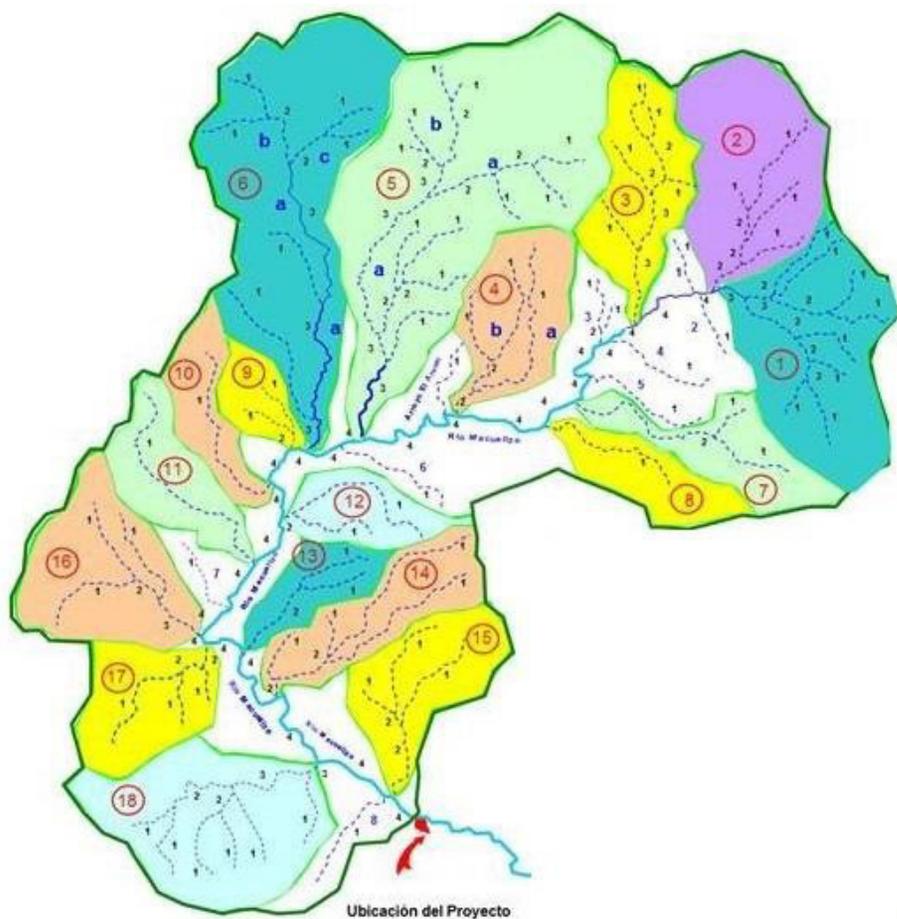
Los principales afluentes de este río a partir de los puntos de captación propuestos, los constituyen los ríos y quebradas: Las Cañas, Piedra Blanca, Ococona, El Arena, las Playas, La Manzana, Las Cabullas, El Gritón, Los Pilares, Los Tapascales, El Horno, El Condoncillos, Los Papelillos y los Jogueños. (Ver figura No. 17).

Figura N°16: Área de la subcuenca del río Macuelizo



Fuente: Elaboración propia

Figura N°17: Microcuencas de los afluentes principales que constituyen la subcuenca del río Macuelizo.



Microc.	Afluente	Área de microcuenca (km ²)	Longitud del cauce (km)	
1	Los Jogueños	8	10.67	
2	El Horno	6.67	4.47	
3	Los Tapacales	3.89	12.5	
4	a) La Manzana	3.45	8.67	
	b) Las Playas			
5	a) Ococona	13.11	10	
	b) Los Papelillos			
6	a) La Caña	10.33	18.33	
	b) El Zurzular			
	c) Los Cordoncillos			
7	El Gritón	3.79	5.33	
8	Las Cabullas	3.14	2	
9	El Arenal	1.85	2.57	
10	Los Pilares	2.17	4	
11	Piedra Blanca	3.22	4.57	
12	Agua Sarca	2.21	3.23	
13	Palma Soriano	1.89	4	
14	Poza Galana	3.56	10	
15	El Copetudo	3.11	4.33	
16	Las Cañas	4.78	4.67	
17	Las Calabaceras	3.64	4.13	
18	Traga Leguas	7	10	
	Cauce río	Río Macuelizo	26.69	22

Fuente: Elaboración propia (2019)

4.2.3. Geomorfología de la sub cuenca en estudio

El área de la subcuenca del río Macuelizo, a partir del punto de cierre, se estima en 112.50 km², se ha clasificado como una subcuenca pequeña ya que su área es menor de 250 Km² (ver tabla No. 1). La longitud máxima del cauce principal es de 22 Km, por tanto, el ancho promedio de la subcuenca se estima en 5.11 Km y el factor de forma es 0.232, por tanto, se considera una subcuenca alargada. (Ver tabla No 2).

a) El ancho de la subcuenca

Área de la subcuenca: $A_{C1} = 11250.0 \text{ Hectárea}$ $A_{C1} = 112.5 \text{ Km}^2$

La longitud del cauce del río: $L_{C1} = 22.0 \text{ Km}$

Ancho de la subcuenca: $W_{C1} = \frac{A_{C1}}{L_{C1}}$ $W_{C1} = 5.114 \text{ Km}$

b) Factor de Forma de Horton.

$$R_f = \frac{A_{C1}}{L_{C1}^2} \quad R_f = 0.232 > 0.22 \text{ Subcuenca alargada}$$

El perímetro de esta subcuenca es de 46.50 kilómetros y el índice de compacidad de es de 1.245 es mayor $K > 1$, por tanto, la subcuenca es de forma ovalo redonda (ver tabla No. 3) y la relación de elongación es de 0.619, se puede decir que la subcuenca se encuentra en una zona de fuerte relieve. (Ver tabla No.4).

c) Índice de Compacidad o Índice Gravelius

Perímetro de La subcuenca: $P_C = 46.50 \cdot \text{KM}$

Índice de Compacidad: $K_C = 1.284 \cdot \frac{P_C}{\sqrt{A_{C1}}}$ $K_C = 1.245$

d) Relación de Elongación:

$$R_E = 1.284 \cdot \frac{\sqrt{A_{C1}}}{L_{C1}} \quad R_E = 0.619$$

El coeficiente de circularidad de la cuenca es de 0.654, por tanto, la cuenca, se clasifica como una cuenca a largada (ver tabla No. 5). La densidad de drenaje de esta cuenca es de 1.62, esta cuenca es de muy baja densidad. (Ver tabla No. 6).

$$R_E = 1.284 \frac{\sqrt{A_{C1}}}{L_{C1}}$$

e) Coeficiente de Circularidad (Cc).

$$C_C = 4 \cdot \pi \cdot \frac{A_{C1}}{P_C^2} \quad C_C = 0.654$$

f) Densidad de Drenaje.

-Longitud total de cauce: $\Sigma L_{C3} = 182.33 \text{ KM}$

$$D_D = \frac{\Sigma L_{C3} \cdot \text{KM}}{A_{C1}} \quad D_D = 1.621 <$$

La densidad de corriente o frecuencia de corriente de la subcuenca, se estima en 0.852, se concluye que la subcuenca tiene un sistema de drenaje pobre (ver tabla No. 7), la intensidad de corriente es de 1.069 y la longitud de flujo de 0.236.

g) Densidad de corriente o frecuencia

-Número de cauce: $N_C = 108$

$$D_C = \frac{N_C \cdot \text{KM}^2}{A_{C1}} \quad D_C = 0.852$$

h) Intensidad de Corriente.

$$D_I = \frac{D_C}{D_D} \quad D_I = 0.402$$

i) Longitud del flujo superficial.

$$L_g = \frac{1}{2 \cdot D_d} \quad L_g = 0.236$$

j) Caudal

Se realizó el cálculo del caudal máximo de descarga usando el método racional en base a datos obtenidos en el estudio hidrológico, tomando en cuenta los datos históricos de precipitación de la zona, coeficiente de escorrentía, uso y tipos de suelo, etc. Dando como resultado 222.40 m³/s (ver tabla N° 10).

Tabla N° 10: Cálculo del caudal de las microcuencas por el método racional río Macuelizo

Micro-cuenca	ÁREA	LONG	Hmax	Hmin	Sc		tc	I	Coeficiente de escorrentía				Caudal
	km2	m	m	m	m/m	%	min	mm/hora	Us	Ts	Pt	C	m3/s
1	8	10670	1260.00	924.00	0.0315	3.1%	48.97	140.00	0.04	1.25	2.00	0.100	31.11
2	6.67	4470	1251.00	919.00	0.0743	7.4%	18.01	140.00	0.04	1.25	2.00	0.100	25.94
3	3.89	12500	1196.00	900.00	0.0237	2.4%	61.73	140.00	0.04	1.25	2.00	0.100	15.13
4	3.45	8670	1096.00	862.00	0.0270	2.7%	44.29	140.00	0.04	1.25	2.00	0.100	13.42
5	13.11	10000	1441.00	841.00	0.0600	6.0%	36.34	140.00	0.04	1.25	2.00	0.100	50.99
6	10.33	18330	1374.00	816.00	0.0304	3.0%	75.25	140.00	0.04	1.25	2.00	0.100	40.18
7	3.79	5330	1253.00	885.00	0.0690	6.9%	21.21	140.00	0.04	1.25	2.00	0.100	14.74
8	3.14	2000	1203.00	867.00	0.1680	16.8%	7.08	140.00	0.04	1.25	2.50	0.125	15.27
9	1.85	2570	1036.00	810.00	0.0879	8.8%	11.02	140.00	0.04	1.25	2.00	0.100	7.20
10	2.17	4000	1132.00	791.00	0.0853	8.5%	15.68	140.00	0.04	1.25	2.00	0.100	8.44
11	3.22	4570	1200.00	784.00	0.0910	9.1%	16.94	140.00	0.04	1.25	2.00	0.100	12.52
12	2.21	3230	1006.00	786.00	0.0681	6.8%	14.50	140.00	0.04	1.25	2.00	0.100	8.60
13	1.89	4000	937.00	739.00	0.0495	5.0%	19.33	140.00	0.04	1.25	2.00	0.100	7.35
14	3.56	10000	1123.00	720.00	0.0403	4.0%	42.36	140.00	0.04	1.25	2.00	0.100	13.85
15	3.11	4330	1105.00	698.00	0.0940	9.4%	16.05	140.00	0.04	1.25	2.00	0.100	12.10
16	4.78	4670	1036.00	745.00	0.0623	6.2%	19.93	140.00	0.04	1.25	2.00	0.100	18.59
17	3.64	4130	995.00	741.00	0.0615	6.2%	18.22	140.00	0.04	1.25	2.00	0.100	14.16
18	7.00	10000	1255.00	710.00	0.0545	5.5%	37.71	140.00	0.04	1.25	2.00	0.100	27.22
SUMA	85.81												222.40

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Además, el río de Macuelizo, aporta un caudal en época de estiaje de 0.022 m³/s (348.7 GPM) de acuerdo al aforo realizado en abril de 2019, en donde se utiliza el método del flotador. El caudal obtenido es superior a la demanda de agua de los próximos 20 años. (Ver tabla N° 11).

Tabla N° 11: Datos de aforo río Macuelizo

Ítem	Longitud (m)	Profundidad promedio (m)	Tiempo (s)	Ancho promedio (m)	Velocidad (m/s)	Área promedio (m ²)	Caudal (m ³ /s)
1	4.500	0.050	14.950	1.500	0.301	0.075	0.023
2	4.500	0.050	14.950	1.500	0.301	0.075	0.023
3	4.500	0.050	15.350	1.500	0.293	0.075	0.022
4	4.500	0.050	13.950	1.500	0.323	0.075	0.024
5	4.500	0.050	15.900	1.500	0.283	0.075	0.021
6	4.500	0.050	15.850	1.500	0.284	0.075	0.021
7	4.500	0.050	15.250	1.500	0.295	0.075	0.022
8	4.500	0.050	15.350	1.500	0.293	0.075	0.022
9	4.500	0.050	15.250	1.500	0.295	0.075	0.022
10	4.500	0.050	15.500	1.500	0.290	0.075	0.022
Promedio					0.296	0.075	0.022

Fuente: Elaboración Propia (2019)

4.3. Fuente de abastecimiento

La fuente de agua principal para el proyecto es el río Macuelizo, este presenta un caudal variable pero suficiente para abastecer a las familias del casco urbano de Macuelizo durante los próximos 20 años, lo cual se determinó en el aforo realizado previamente, así como el estudio hidrológico de la subcuenca.

4.3.1. Calidad de agua

Para conocer la calidad del agua de la fuente propuesta para el proyecto, se tomó muestra de agua y se procedió a realizar el análisis físico químico, metales pesados, plaguicidas y bacteriológicos.

El análisis físico químico consideró los parámetros que miden las características estéticas del agua tales como: aspecto, olor, turbiedad, color verdadero, PH, hierro, manganeso, sodio y sulfato. Algunos de estos parámetros también se consideran como componentes inorgánicos que en concentraciones altas afectan la salud, tal como el sodio, además en este grupo de componentes inorgánicos se analizaron los siguientes parámetros: dureza, nitratos, nitritos, amonio y cianuro. Los resultados obtenidos sobre la calidad del agua, se comentan a continuación.

4.3.1.1. Calidad físico química del agua

Los resultados de calidad de agua se presentan en el anexo N° 6.

Los resultados de análisis iniciales de la fuente de abastecimiento río Macuelizo, la cual fue tomada en temporada de invierno, indican que la mayoría de los parámetros analizados se encuentran dentro de los valores y rangos recomendados por las normas de INAA. Estos resultados mostraron que algunos parámetros presentan valores superiores a los recomendados en la norma de INAA. Los cuales se detallan en la tabla No.12.

Tabla No.12 Resultados de primer análisis de agua

Parámetro	Resultado	Norma CAPRE
Hierro total	3.29mg/l	0.30mg/l
Turbidez	55 NTU	5 NTU
Aluminio	0.96mg/l	0.20mg/l

Fuente: Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente Managua, Nicaragua.

Se analizaron los resultados de algunos parámetros, cuyos resultados se presentaron en microgramos por litro y en la norma los valores máximos admisibles están expresados en mg/l. A continuación se presenta tabla con equivalencia de valores mg/l.

Tabla No.13 Resultados de segundo análisis de agua

Parámetro	ug/l	mg/l	Norma INAA mg/l
	1	0.001	Valor máximo admisible
Aluminio	969.93	0.96993	0.2
Cobre	5.66	0.00566	2
Arsénico	6.33	0.00633	0.01
Mercurio	0.53	0.00053	0.001

Fuente: Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente Managua, Nicaragua.

Al analizar los valores encontrados para estos parámetros, se encontró que únicamente el aluminio es superior al valor máximo admisible recomendado por INAA.

4.3.1.2. Calidad bacteriológica

Desde el punto de vista bacteriológico el agua presenta contaminación por coliformes fecales con un resultado de 48NMP/100ml y coliformes totales de 1,600NMP/100ml.

4.3.1.3. Resultados de plaguicidas

Los resultados de análisis de plaguicidas, indican que existe presencia de tres contaminantes, sin embargo, las concentraciones encontradas están por debajo de los valores de la norma CAPRE.

Tabla No.14 resultado de análisis de plaguicida

Parámetro	Resultado	Norma CAPRE
Carbaril	0.15µg/l	10µg/l
Azoxystrobin	1.03µg/l	10µg/l
Ethion	0.21µg/l	10µg/l

Fuente: Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente Managua, Nicaragua.

Estos productos están presentes en plaguicidas utilizados en las actividades agrícolas presentes en la sub cuenca.

4.3.1.4. Conclusiones de calidad del agua

Las aguas de la fuente del río Macuelizo podrán ser utilizadas como fuente de agua para el proyecto, siempre y cuando se realicen las siguientes acciones:

- Tratar las aguas con aireación y prefiltro dinámico para remover el hierro y reducir la concentración de aluminio, cabe mencionar que la normativa del valor del aluminio esta mayormente relacionada a las características organolépticas del agua, y no existen estudios que comprueben la afectación de la salud humana por este componente, cabe mencionar que el mismo es utilizado en los procesos de potabilización del agua como coagulante.

- Para reducir la turbidez y desinfectar el agua, se debe utilizar la filtración lenta y cloración.
- Realizar campañas de reducción de uso de plaguicidas en las actividades agrícolas que tienen lugar en la cuenca.
- Mantener un monitoreo periodo a lo largo de la vida útil del proyecto de las concentraciones de los plaguicidas, tanto en verano como en invierno, con el fin de verificar que estos no superen los valores permisibles en la norma.

4.3.1.5. Recomendaciones

- . Construir una obra de captación de agua indirecta de las aguas del río Macuelizo, con el fin de obtener agua de mejor calidad.

4.4. Diseño del sistema

4.4.1. Levantamiento topográfico

Se realizó un recorrido por toda el área de cobertura del proyecto, donde luego se realizó el levantamiento topográfico de la misma, tomando un total de 926 puntos entre los cuales destacan: elevación más alta: 771.03 msnm, elevación más baja: 672.52 msnm con pendientes que oscilan entre 2% y 40%, lo que demuestra lo accidentado del terreno. Además, los puntos levantados incluyen: los sitios propuestos de captación, almacenamiento y planta de tratamiento, línea de conducción con una longitud total de 700 m, red de distribución 2517.95 m, etc. (Ver lámina 3/24 del Anexo N° 8 **plano topográfico**).

4.4.2. Cálculo de la población

Para estimar la demanda de agua de la población futura, fue necesario determinar la tasa de crecimiento, para ello se realizó un análisis de las tasas de crecimiento. Encontrando que la tasa media del territorio es de 2.45% (ver tabla N° 15), esta tasa es similar a la tasa de crecimiento mínima de 2.5% recomendada por INAA en la norma NTON 09003-99.

Tabla N° 15: Datos poblacionales y tasas de crecimiento del territorio

Grupo poblacional	Población urbana	Dato histórico	Dato reciente	Tasa de crecimiento	Tasa media
Datos demográficos nacionales		Año 1995	Año 2005	calculada	del territorio
País	NICARAGUA	2370810 hab.	2875550 hab.	1.95%	2.45%
Departamento	NUEVA SEGOVIA	122440 hab.	174852 hab.	3.63%	
Municipio	MACUELIZO	3,825 hab.	4744 hab.	2.18%	
Comarca	MACUELIZO	192 hab.	235 hab.	2.04%	

Fuente: Elaboración propia

Se calculó la tasa de crecimiento para el casco urbano de Macuelizo en el periodo 2005 al 2019, considerando los datos obtenidos en la encuesta. A continuación, se presenta el cálculo, por tanto, la tasa de crecimiento a utilizar en el proyecto será de 2.52% (ver tabla N° 16)

Tabla N° 16: Tasa de crecimiento

Estimación de tasa de crecimiento Casco urbano de Macuelizo		
Año	Población	Tasa de crecimiento %
2005	235	2.52%
2019	333	

Fuente: Elaboración propia

4.4.3. Variaciones de consumo

En el siguiente cuadro se presentan el cálculo de las proyecciones de demanda de consumo y almacenamiento del sistema de agua potable proyectado (ver tabla N° 17).

Tabla N° 17: Proyecciones de demanda de consumo y almacenamiento

PROYECCIONES DE DEMANDA DE CONSUMO Y ALMACENAMIENTO																		
PERIODO	AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN		CONSUMO ESPECIALES		CPD				PÉRDIDAS (20%)		CMD		CMH		ALMAC.	
			GPD	LPD	COMERCIAL	PUB. E INST.	GPD	LPD	GPM	L/S	20%GPM	20%L/S	GPM	L/S	GPM	L/S	M³	GALONES
					GPD	GPD												
	2,019	333	6,598.41	24,975.00	461.89	461.89	7,522.19	28,471.50	5.22	0.33	1.04	0.07	8.88	0.56	13.06	0.82	11.39	3,008.87
0	2,020	341	6,764.69	25,604.37	473.53	473.53	7,711.75	29,188.98	5.36	0.34	1.07	0.07	9.10	0.58	13.39	0.84	11.68	3,084.69
1	2,021	350	6,935.17	26,249.60	485.46	485.46	7,906.09	29,924.54	5.49	0.35	1.10	0.07	9.34	0.59	13.73	0.87	11.97	3,162.43
2	2,022	359	7,109.93	26,911.09	497.70	497.70	8,105.32	30,678.64	5.63	0.36	1.13	0.07	9.57	0.60	14.07	0.89	12.27	3,242.12
3	2,023	368	7,289.10	27,589.25	510.24	510.24	8,309.58	31,451.74	5.77	0.36	1.15	0.07	9.81	0.62	14.43	0.91	12.58	3,323.82
4	2,024	377	7,472.79	28,284.50	523.10	523.10	8,518.98	32,244.33	5.92	0.37	1.18	0.07	10.05	0.63	14.79	0.93	12.90	3,407.58
5	2,025	387	7,661.10	28,997.27	536.28	536.28	8,733.66	33,056.89	6.07	0.38	1.21	0.08	10.31	0.65	15.16	0.96	13.22	3,493.45
6	2,026	396	7,854.16	29,728.00	549.79	549.79	8,953.74	33,889.92	6.22	0.39	1.24	0.08	10.57	0.67	15.54	0.98	13.56	3,581.49
7	2,027	406	8,052.09	30,477.14	563.65	563.65	9,179.38	34,743.94	6.37	0.40	1.27	0.08	10.83	0.68	15.94	1.01	13.90	3,671.74
8	2,028	417	8,255.00	31,245.17	577.85	577.85	9,410.70	35,619.49	6.54	0.41	1.31	0.08	11.11	0.70	16.34	1.03	14.25	3,764.27
9	2,029	427	8,463.02	32,032.55	592.41	592.41	9,647.85	36,517.10	6.70	0.42	1.34	0.08	11.39	0.71	16.75	1.06	14.61	3,859.13
10	2,030	438	8,676.29	32,839.77	607.34	607.34	9,890.97	37,437.33	6.87	0.43	1.37	0.09	11.67	0.74	17.17	1.08	14.97	3,956.38
11	2,031	449	8,894.94	33,667.33	622.65	622.65	10,140.23	38,380.76	7.04	0.44	1.41	0.09	11.97	0.76	17.60	1.11	15.35	4,056.08
12	2,032	460	9,119.09	34,515.75	638.34	638.34	10,395.76	39,347.95	7.22	0.46	1.44	0.09	12.27	0.77	18.05	1.14	15.74	4,158.29
13	2,033	472	9,348.89	35,385.54	654.42	654.42	10,657.73	40,339.52	7.40	0.47	1.48	0.09	12.58	0.79	18.50	1.17	16.14	4,263.08
14	2,034	484	9,584.48	36,277.26	670.91	670.91	10,926.31	41,356.07	7.59	0.48	1.52	0.10	12.90	0.82	18.97	1.20	16.54	4,370.51
15	2,035	496	9,826.01	37,191.45	687.82	687.82	11,201.65	42,398.25	7.78	0.49	1.56	0.10	13.23	0.84	19.45	1.23	16.96	4,480.65
16	2,036	508	10,073.62	38,128.67	705.15	705.15	11,483.93	43,466.68	7.97	0.50	1.59	0.10	13.55	0.85	19.94	1.26	17.39	4,593.56
17	2,037	521	10,327.48	39,089.51	722.92	722.92	11,773.33	44,562.04	8.18	0.52	1.64	0.10	13.90	0.87	20.44	1.29	17.82	4,709.32
18	2,038	534	10,587.73	40,074.57	741.14	741.14	12,070.02	45,685.01	8.38	0.53	1.68	0.11	14.25	0.90	20.95	1.32	18.27	4,827.99
19	2,039	548	10,854.54	41,084.45	759.82	759.82	12,374.18	46,836.27	8.59	0.54	1.72	0.11	14.61	0.92	21.48	1.36	18.73	4,949.66
20	2,040	562	11,128.08	42,119.78	778.97	778.97	12,686.01	48,016.54	8.81	0.56	1.76	0.11	14.97	0.94	22.02	1.39	19.21	5,074.39
Descripción									Valor	Unidad								
Año de inicio de formulación									2019									
Población al inicio de la formulación									333	Habitantes								
Numero de viviendas beneficiadas al inicio del proyecto									110	Viviendas								
Índice de hab./viv									3	Hab./Viv.								
Dotación de agua potable									19.82	gppd								
									75.00	lppd								
Consumos especiales																		
Comercial									7.00	%								
Publico o institucional									7.00	%								
Tasa de crecim. geométrico i									0.0252	dec.								
Factor de perdidas									20.0%	%								
Cobertura del 100%																		

Fuente: Elaboración propia

4.4.4. Obra de captación

4.4.4.1. Prefiltro de flujo horizontal

1.0) Diseño de prefiltro de flujo ascendente horizontal.

1.1) Criterio de diseño.

-Velocidad de filtración entre: 0.50 a 1.0 m/hr

-Velocidad de lavado mínima 2.0 m/hr

-Turbiedad media: 150.0 UNT

-Turbiedad máxima: 750.0 UNT

Turbiedad máxima extra ordinaria: 1500.0 UNT

1.2) Área transversal del prefiltro

- Caudal de diseño: $Q_d := 1.0 \cdot \text{liter} \cdot \text{sec}^{-1}$ $Q_d = 3.6 \cdot \text{m}^3 \cdot \text{hr}^{-1}$

-Velocidad de filtración: $v_f := 0.80 \cdot \text{m} \cdot \text{hr}^{-1}$

$$A_u := \frac{Q_d}{v_f} \quad A_u = 4.5 \text{ m}^2$$

1.3) Ancho de filtro.

Profundidad del prefiltro: $h_g := 1.0 \text{ m}$

$$B_f := \frac{A_u}{h_g} \quad B_f = 4.5 \text{ m} \quad \text{Usar: } B_f := 6.0 \text{ m}$$

Área de filtración: $A_{fl} := h_g \cdot B_f$ $A_{fl} = 4.5 \text{ m}^2$ $A_u = 4.5 \text{ m}^2$

Velocidad de filtración: $v_{fl} := \frac{Q_d}{A_{fl}}$ $v_{fl} = 0.8 \text{ m} \cdot \text{hr}^{-1}$ $v_{\text{max}} := 1.0 \text{ m} \cdot \text{hr}^{-1}$

2.0) Característica del medio filtrante.

En vista que no se tiene la característica granulométrica de la arena del acuífero, se recomienda la utilización del siguiente de forro filtrante:

-Diámetro de la piedra del gavión:	$d_{g11} := 100.0 \text{ mm}$	$d_{g12} := 150.0 \text{ mm}$
-Diámetro de la grava primera capa de grava:	$d_{g21} := 38.10 \text{ mm}$	$d_{g22} := 76.2 \text{ mm}$
-Diámetro de la grava primera capa de grava:	$d_{g31} := 19.05 \text{ mm}$	$d_{g32} := 25.40 \text{ mm}$
-Diámetro mayor de la tercera capa de grava:	$d_{g41} := 6.36 \text{ mm}$	$d_{g42} := 12.70 \text{ mm}$
-Diámetro mayor de la cuarta capa de grava:	$d_{g51} := 19.05 \text{ mm}$	$d_{g52} := 25.4 \text{ mm}$
-Ancho del gavión	$h_{g1} := 0.60 \text{ m}$	
-Ancho de la primera capa de grava:	$h_{g2} := 1.0 \text{ m}$	
-Ancho de la segunda capa de grava:	$h_{g3} := 1.50 \text{ m}$	
-Ancho de la tercera capa de grava:	$h_{g4} := 1.50 \text{ m}$	

-Ancho de la cuarta capa de grava: $h_{g5} := 0.90\text{m}$

Ancho total del prefiltro: $h_{gt} := h_{g2} + h_{g3} + h_{g4} + h_{g5} \quad h_{gt} = 4.9\text{m}$

3.0) Determinar el número de orificio de entrada en la tubería colectora.

a.-) Área de orificio de entrada a la tubería recolectora.

-Diámetro de tubería recolectora: $d_{\phi 12} := 0.30\text{m}$

-Número de orificio por hilera: $N_1 := 4$

Longitud de ranura: $l_r := \frac{\pi \cdot d_{\phi 12}}{N_1} \quad l_r = 0.236\text{m}$

b.-) Número de fila de orificios.

-Separación de fila de orificio: $s_1 := 0.05\text{m}$

Numero de orificio horizontal: $N_2 := \frac{B_f}{s_1} \quad N_2 = 90$ Usar Número de orificio: $N_2 := 120$

Verificación de la separación: $s_1 := \frac{B_f}{N_2 - 1} \quad s_1 = 0.05\text{m}$

Número total de orificio: $N_3 := N_1 \cdot N_2 \quad N_3 = 360$

c.-) Determinar el área abierta de los orificios.

-Ancho de ranura: $a_r := 12.5\text{mm}$

Verificación del diámetro menor de la grava última capa: $\frac{d_{g41}}{a_r} = 0.509 \quad \blacksquare > 1.0$

Área de ranura: $A_{av} := a_r \cdot l_r \cdot N_3 \quad A_{av} = 1.06\text{m}^2$

d.-) Velocidad de entrada en los orificios.

-Coeficiente de contracción de entrada al orificio: $C_c := 0.5$

$V_{e1} := \frac{Q_d}{C_c \cdot A_{av}} \quad V_{e1} = 6.173\text{m} \cdot \text{hr}^{-1} \quad \blacksquare < \blacksquare \quad V_{\min} := 0.50 \cdot \text{m} \cdot \text{hr}^{-1}$

e.-) Pérdida de carga en el orificio de entrada.

$h_{\phi\phi} := \frac{V_{e1}^2}{2g} \quad h_{\phi\phi} = 1.499 \times 10^{-7}\text{m}$

f.-) Determinar el porcentaje de área abierta.

$A\% := \frac{\pi \cdot d_{\phi 12}^2}{4 \cdot a_r \cdot l_r \cdot N_3} \quad A\% = 6.667\%$

g.-) Determinar el ángulo de separación de los orificios.

Grado de un círculo: $\beta_1 := 360\text{deg}$

$\alpha_1 := \frac{\beta_1}{N_1} \quad \alpha_1 = 90\text{deg}$
 $l_p := \frac{\beta_1}{N_1} d_{\phi 12} \quad l_p = 0.942\text{m}$

$$l_{p1} := \frac{\pi \cdot d_{\phi 12}}{N_2} \quad l_{p1} = 0.01m$$

4.0) Estimación de la remoción de turbiedad.

a.-) Característica granulométrica del acuífero del rio Macuelizo.

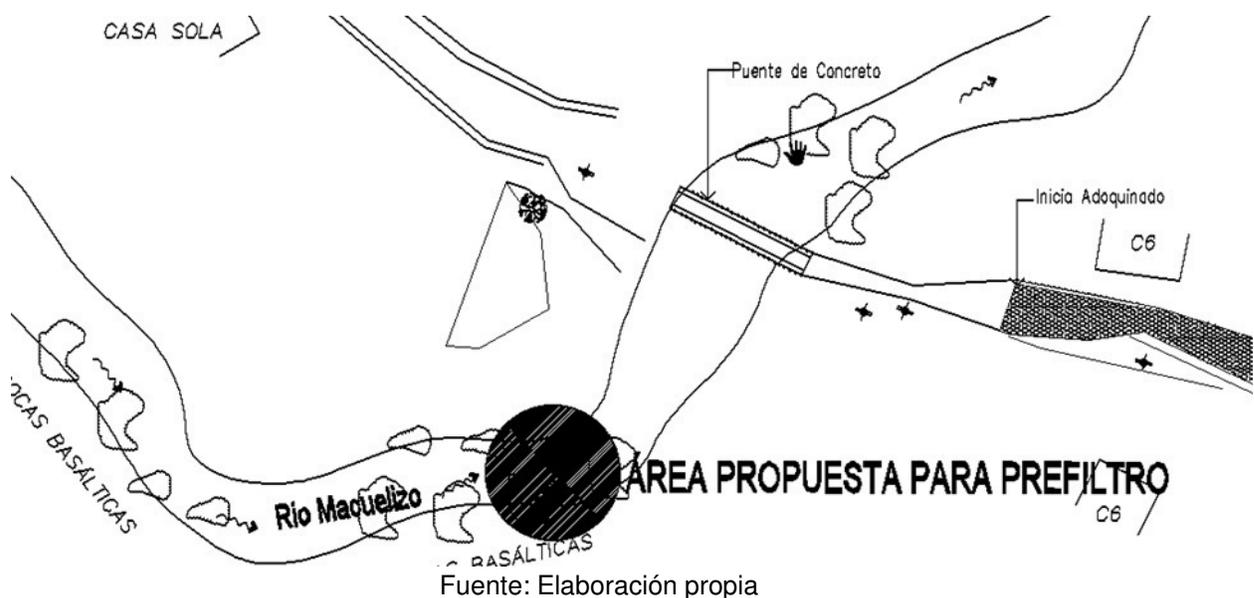
De acuerdo al estudio de la característica granulométrica realizada a la arena del acuífero del rio Macuelizo, se obtuvieron los siguientes datos:

- Coeficiente de uniformidad: $C_u := 1.82$
- El D10 del acuífero: $d_{e10} := 1.32mm$
- El D60 del acuífero: $d_{e60} := 2.41mm$

$$\frac{d_{g11}}{d_{e10}} = 75.758 \quad \blacksquare > 5$$

Para la captación de las aguas sub superficiales del río Macuelizo, se propone la construcción de un prefiltro de grava de flujo horizontal como una obra de captación indirecta, para el suministro del vital líquido a la población. El sitio de la obra de captación, se localiza en el río a una distancia de 325 metros al noroeste del centro del casco urbano de Macuelizo, entre las Estaciones 0+260 m a la 0+270 m, en las siguientes coordenadas UTM 16P0541613 m Este y 1509537 m Norte a una elevación de 674 msnm (Ver figura N° 18).

Figura N° 18: Ubicación propuesta para construcción del prefiltro de grava



El medio filtrante con espesor de un metro, estará constituido de piedra de río canto redondeado con una longitud de 5.50 m y un ancho de 6.0 m, conformado por cuatro capas de grava de diferente graduación, en el cuadro siguiente se presenta la característica de este:

Tabla N° 18: Característica granulométrica del medio filtrante

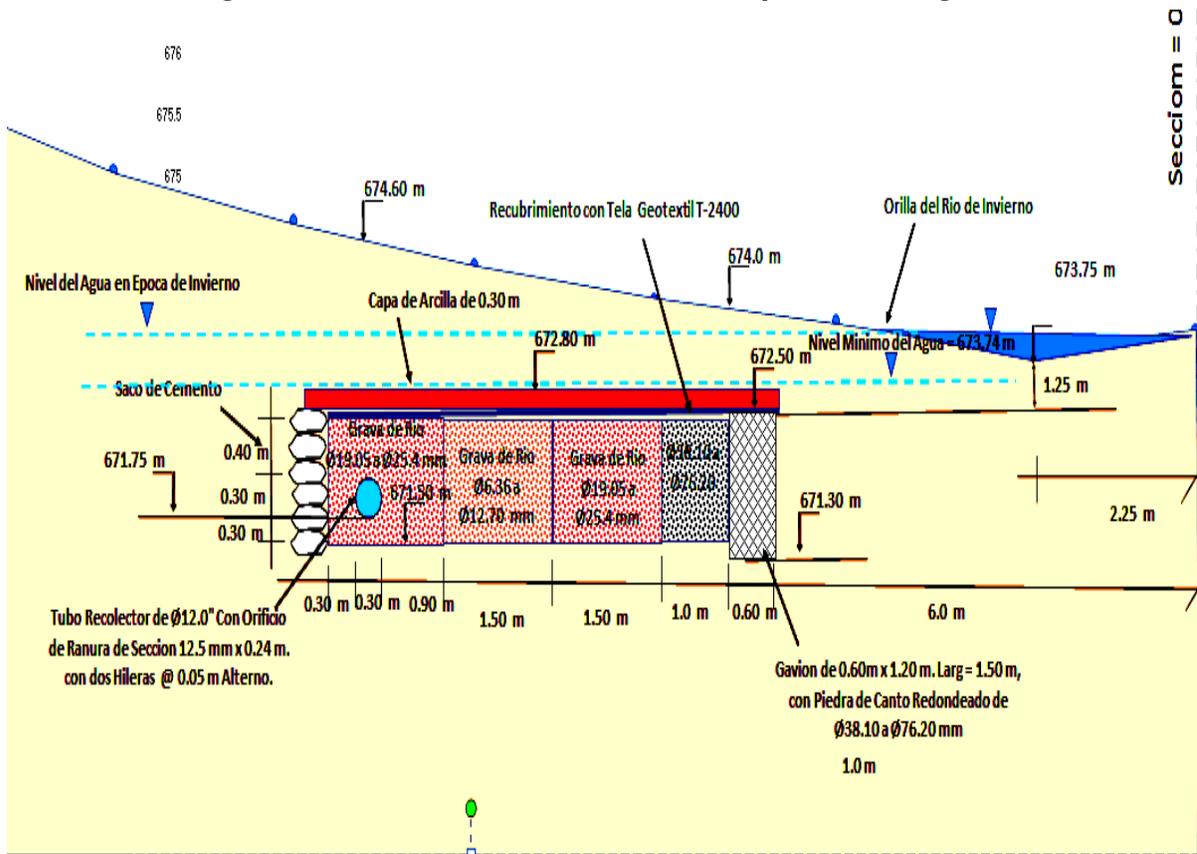
No.	Diámetro de la grava en mm(in)		Altura m
	Mínimo	Máxima	
Gavión	100.0(4.0")	150.0(6.0")	0.6
1	38.10(1 1/2")	76.20(3.0")	1.0
2	19.05(3/4")	25.40(1.0")	1.50
3	6.36(1/4")	12.7(1/2")	1.50
4	19.05(3/4")	25.4(1.0")	0.90

Fuente: Elaboración propia

El prefiltro de grava, estará separado 2.50 m de la orilla del río y su longitud, está diseñado, para atenuar las altas turbiedades y color presente en las aguas superficiales de este río en época de invierno. Esta unidad de pre tratamiento, para la remoción de estos dos contaminantes tendrán una eficiencia de remoción del 99.87%, obteniendo al final una turbiedad mínima de 1.98 UNT y 1.39 UC (ver figura N° 19).

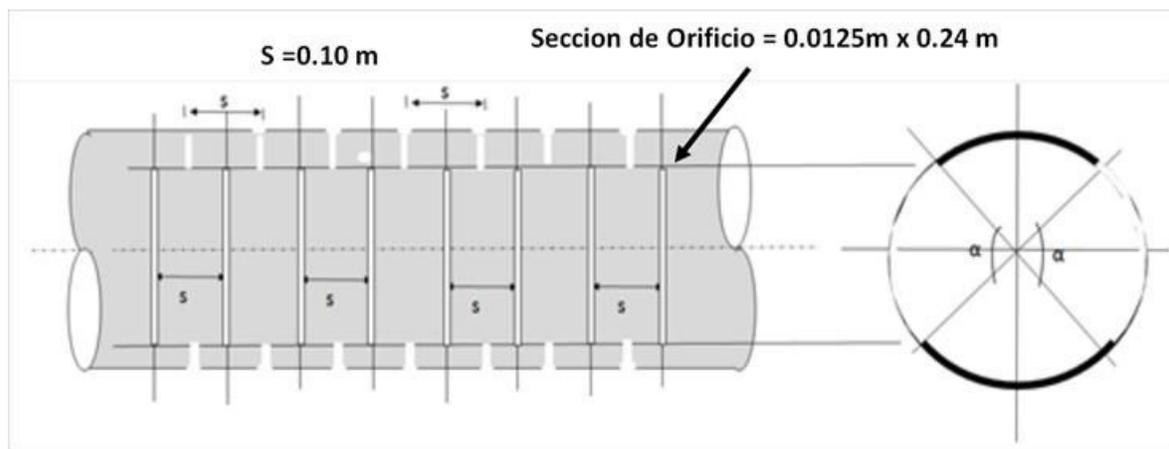
El agua prefiltrada, será recolectada, por una tubería de diámetro Ø12.0" PVC SDR-26, a una profundidad de 1.70 m debajo del nivel freático del agua crítica en época de verano. El agua captada ingresará a la tubería recolectora a través de 240 perforaciones de ranura de sección 12.5 mm x 24.0 mm, en dos hileras y se parado a cada 0.05 m. El agua ingresará a la Tubería recolectora a través de estos orificios con una velocidad de 9.26 m/hr y un porcentaje de área abierta con respecto al colector de 10.0% (ver figura N° 20).

Figura N° 19: Sección transversal del prefiltro de grava



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 20: Esquema de la distribución de las perforaciones



Fuente: Elaboración propia

Para evitar que el agua contaminada de una crecida de este río o las aguas de lluvia o agua estancada, se filtre hacia el prefiltro y pueda contaminar el agua captada, se propone instalar encima del medio filtrante, una membrana o tela impermeable o geo-membrana y adicionalmente, se propone encima de esta geomembrana la construcción de una capa de arcilla de unos 30 centímetros de espesor cuya función principal, será de un sello impermeable, para garantizar que el agua superficial, se infiltre o aumentar el recorrido del agua superficial a través de la masa de suelos, y así mejorar su calidad física y bacteriológica.

Para facilitar la entrada del agua subsuperficiales al prefiltro de grava, se propone la instalación de gaviones, construido con piedra de canto redondeado de diámetro de Ø4.0" a Ø6.0" de sección de 0.60m x 1.20 y 1.50 de largo forrado con malla ciclón y para conformar el prefiltro, se instalarán bolsas de cemento alrededor del mismo.

4.4.4.2. Obra de captación de emergencia: Galería de infiltración

Se propone la construcción de una galería infiltración, como una obra de captación de emergencia en el caso que el nivel freático de las aguas superficiales del acuífero del río Macuelizo, se rebaje en una sequía extrema en época de verano, al grado tal que el prefiltro horizontal, como captación principal, quede desabastecido en tal caso el suministro de agua, se realizará a través de la galería de infiltración para evitar el desabastecimiento a la población.

La galería de infiltración propuesta estará ubicada bajo del cauce principal del río de Macuelizo, a una profundidad de 1.90 m, transversal a la corriente de las aguas superficiales del río.

a) Determinar el caudal de captación de la galería de infiltración

Caudal de diseño: $Q_d := 1.0 \cdot L \cdot s^{-1}$ $Q_d = 15.85 \cdot gal \cdot min^{-1}$

Longitud transversal del cauce del río: $L_{g1} := 13.0 \cdot m$

Caudal de captación: $Q_{cg} := q_{u1} \cdot L_{g1}$ $Q_{cg} = 24.053 \cdot L \cdot s^{-1}$ $Q_d = 1 \cdot L \cdot s^{-1}$

Factor de seguridad: $f_s := \frac{Q_{cg}}{Q_d}$ $f_s = 24.053$

b) Determinar el numero de orificio de entrada en la tubería colectora

Separación de fila de orificio: $s_1 := 0.30 \cdot m$

Número de orificio por hilera: $N_2 := 6$

$N_1 := \frac{L_{g1}}{s_1}$ $N_1 = 43.333$ Usar Numero de orificio: $N_{11} := 43$

$s_1 := \frac{L_{g1}}{N_{11} + 1}$ $s_1 = 0.3 \text{ m}$

Numero total de orificio: $N_3 := N_{11} \cdot N_2$ $N_3 = 258$

Determinar el area abierta de los orificios.

Diámetro de orificio de entrada Ø3/4” $d_{\phi 1} := 0.0191 \cdot m$

$A_{av} := \frac{\pi \cdot d_{\phi 1}^2}{4} \cdot N_3$ $A_{av} = 1.37 \times 10^3 \text{ m}^2$

Velocidad de entrada en los orificios.

Coefficiente de contraccio de entrada al orificio: $C_c := 0.55$

$V_{e1} := \frac{Q_d}{C_c \cdot A_{av}}$ $V_{e1} = 1.327 \times 10^{-6} \frac{m}{s}$ Valores varían de 0.025 a 0.10 m/s

Pérdida de carga en el orificio de entrada.

$$h_{f\phi} := \frac{V_{e1}^2}{2g} \quad h_{f\phi} = 8.983 \times 10^{-14} \text{ m}$$

Determinar el porcentaje de area abierta.

$$A\% := \frac{N_2 \cdot d_{\phi 1}^2}{d_{\phi 8}^2} \quad A\% = 1.014 \times 10^5 \cdot \%$$

Determinar el ángulo de separación de los orificios.

Grado de un circulo: $\beta_1 := 360 \cdot \text{deg}$

$$\alpha_1 := \frac{\beta_1}{N_2 + 1} \quad \alpha_1 = 51.429 \cdot \text{deg}$$

c) Diseño del medio filtrante.

En vista que de la característica granulométrico de la arena del acuífero, se recomienda la utilización del siguiente de forro filtrante (ver tabla N° 17):

Diametro de la grava primera capa de grava: $d_{g11} := 6.35 \cdot \text{mm}$ $d_{g12} := 9.52 \cdot \text{mm}$

Diametro de la grava primera capa de grava: $d_{g21} := 12.70 \cdot \text{mm}$ $d_{g22} := 19.05 \cdot \text{mm}$

Diametro mayor de la tercera capa de grava: $d_{g31} := 31.75 \cdot \text{mm}$ $d_{g32} := 44.45 \cdot \text{mm}$

Verificacion del diametro menor de la grava ultima capa: $\frac{(d_{g31} + d_{g32})}{2d_{\phi 1}} = 0.015 \quad \mathbf{n} = 2.0$

Tabla N° 19: Característica granulométrica del medio filtrante

No.	Diámetro de la grava en mm(in)		Altura m
	Mínimo	Máxima	
1	6.35(1/4")	9.52(3/8")	0.20
2	12.70(1/2")	19.05(3/4")	0.20
3	31.75(1 1/4")	44.45(1 3/4")	0.20

Fuente: Elaboración propia

d) Selección de la pendiente mínima

Para evitar la acumulación del material fino que pueda entrar al conducto, es beneficioso darle a éste, una pendiente tal, que produzca una velocidad auto limpiante. De esta manera, el material fino, se deposita en el foso colector, donde su eliminación no es problemática. La pendiente que se le da al colector debe producir una velocidad de aproximadamente 0.61 m/s. Esta velocidad, que generalmente, se logra con pendientes que varían de 0.001 m/m a 0.005 m/m, es capaz de arrastrar los sólidos que puedan infiltrarse. No se recomienda una pendiente mayor para evitar, en casos de galerías de gran longitud, una profundidad excesiva.

Velocidad mínima de arrastre: $V_{a1} := 0.61 \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

Coefficiente de Manning para tubería PVC: $n_{\phi} := 0.010$

$$S_{\phi 1} := \frac{\left[2.51 \cdot n_{\phi} \cdot V_{a1} \cdot \text{s} \right]^2}{\left(\frac{d_{\phi 8}}{\text{m}} \right)^{0.667} \cdot \text{m}}$$

$$S_{\phi 1} = 0.002 \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}} \quad \blacksquare > \blacksquare \quad S_{\text{min}} := 0.001 \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

Usar : $S_{\phi 1} := 0.005 \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}}$

e) Verificación del tirante mínimo de la tubería de drenaje de la galería.

El diámetro mínimo a utilizar es el que garantice el escurrimiento del caudal de diseño con un tirante no mayor al 50%, pero en ningún caso la tubería deberá tener menos de 200 mm. Este diámetro facilita la limpieza y mantenimiento de los drenes.

Diseño hidráulico de la tubería de drenaje a 0.5D.

Capacidad de la tubería llena: $Q_{\phi 1} := \frac{\pi \cdot \left(\frac{d_{\phi 8}}{\text{m}} \right)^{2.667} \cdot S_{\phi 1}^{0.5}}{10.08 \cdot n_{\phi}} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad Q_{\phi 1} = 19.088 \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1}$

Relación: $\frac{Q_d}{Q_{\phi 1}} = 0.052$

Tirante de agua en la tubería: $y_{c1} := 0.013 \cdot d_{\phi 8} \quad y_{c1} = 0.003 \text{ m} \quad \blacksquare < \blacksquare \quad 0.5 \cdot d_{\phi 8} = 0.1 \text{ m}$

Determinar la velocidad en el conducto de la galería.

Normalmente, la velocidad de escurrimiento del agua en el dren debe ser mayor a la velocidad mínima ($v_{\min}=0.6 \text{ m/s}$) y una máxima ($v_{\max}=0.9 \text{ m/s}$).

$$\text{Velocidad máxima: } V_{c1} := \frac{\left(\frac{d_{\phi 8}}{\text{m}}\right)^{0.667} \cdot S_{\phi 1}^{0.50}}{2.521 n_{\phi}} \cdot \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad V_{c1} = 0.959 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Velocidad en la tubería: } V_{\phi 1} := 0.473 \cdot V_{c1} \quad V_{\phi 1} = 0.453 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1} > \blacksquare \quad V_{\min} := 0.60 \cdot \text{m} \cdot \text{sec}^{-1}$$

f) Determinar la elevaciones de la galería.

Determinar la elevaciones del invert de la tubería recolectora.

$$\text{Elevación del fondo del cauce: } E_{t1} := 673.75 \cdot \text{m}$$

$$\text{Profundidad de instalación de la tubería: } h_{\phi 1} := 1.90 \cdot \text{m}$$

$$E_{c1} := E_{t1} - h_{\phi 1} \quad E_{c1} = 671.85 \text{ m}$$

Elevación de la corona de la tubería recolectora.

$$E_{c2} := E_{c1} + d_{\phi 8} \quad E_{c2} = 672.05 \text{ m}$$

Elevación superior del medio filtrante.

$$E_{c3} := E_{c2} + h_{g1} + h_{g2} + h_{g3} \quad E_{c3} = 672.65 \text{ m}$$

Elevación inferior del medio filtrante.

$$E_{c4} := E_{c1} - (h_{g1} + h_{g2} + h_{g3}) \quad E_{c4} = 671.25 \text{ m}$$

Profundidad del medio filtrante.

$$h_{\phi 2} := E_{t1} - E_{c3} \quad h_{\phi 2} = 1.1 \text{ m}$$

Profundidad inicial de la excavación.

$$h_{\phi 3} := E_{t1} - E_{c4} \quad h_{\phi 3} = 2.5 \text{ m}$$

Ancho de la excavación.

$$B_{\text{ex}} := 2 \cdot (h_{g1} + h_{g2} + h_{g3}) + d_{\phi 8} \quad B_{\text{ex}} = 1.4 \text{ m}$$

Volumen del medio filtrante.

$$V_{\text{mf}} := L_{g1} \cdot B_{\text{ex}} \quad V_{\text{mf}} = 18.2 \text{ m}^2$$

Elevación de la tubería a la entrada al pozo de bombeo.

$$\text{Longitud de tubería: } l_{\phi 2} := 28.70 \cdot \text{m}$$

$$E_{c5} := E_{c1} - l_{\phi 2} \cdot S_{\phi 1} \quad E_{c5} = 671.707 \text{ m}$$

Diferencia de altura de la entrada de tubería y el fondo del pozo de bombeo.

$$\text{Elevación del fondo del pozo de bombeo: } E_{\text{pb}} := 670.90 \cdot \text{m}$$

$$\Delta H_{\phi 1} := E_{c5} - E_{\text{pb}} \quad \Delta H_{\phi 1} = 0.807 \text{ m}$$

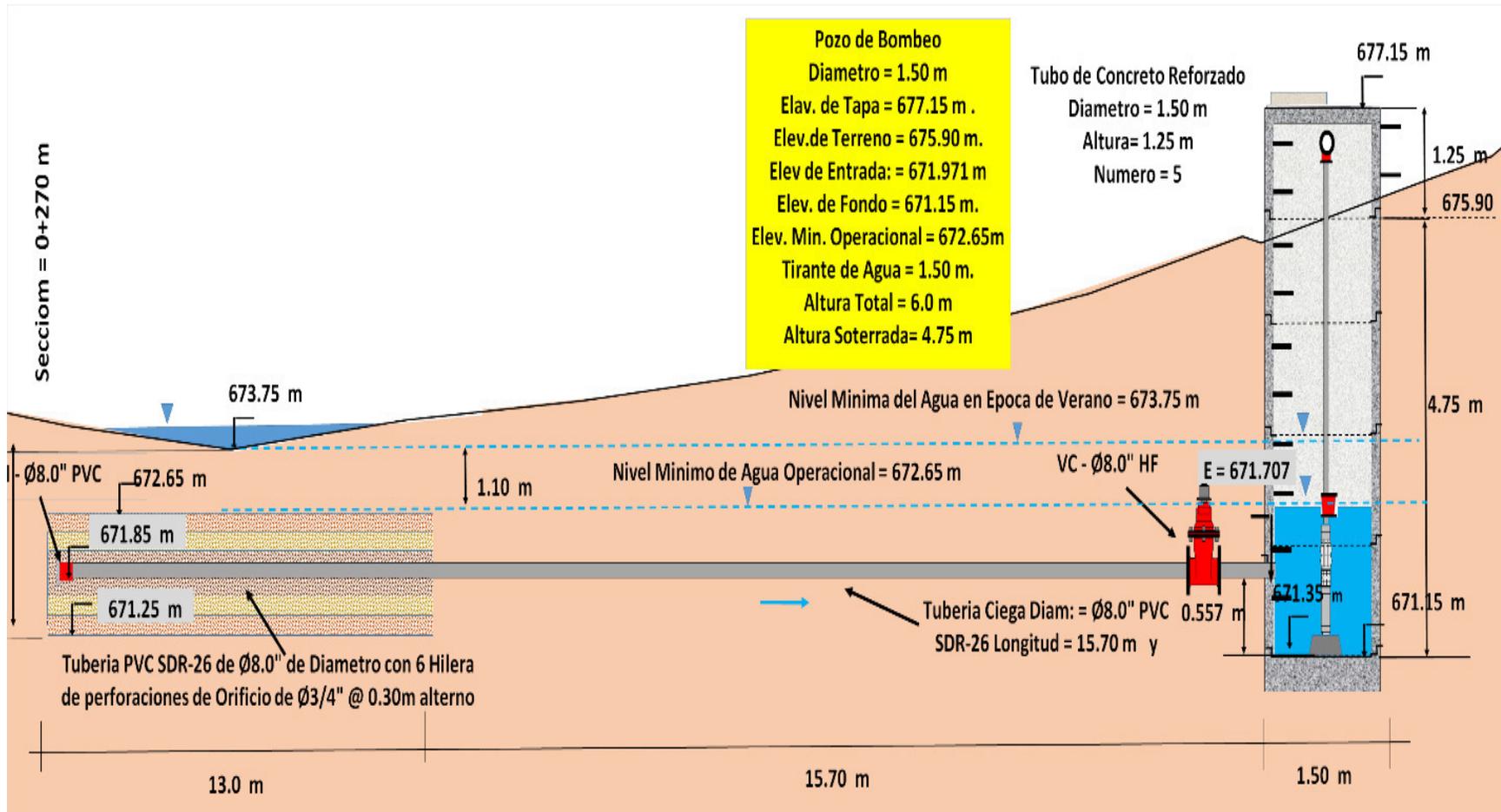
Tirante medio de operación dentro del pozo.

$$T_{a1} := E_{t1} - E_{\text{pb}} \quad T_{a1} = 2.85 \text{ m}$$

Tirante mínimo de operación dentro del pozo.

$$T_{a2} := E_{c3} - E_{\text{pb}} \quad T_{a2} = 1.75 \text{ m}$$

Figura N° 21: Sección transversal de la galería de infiltración



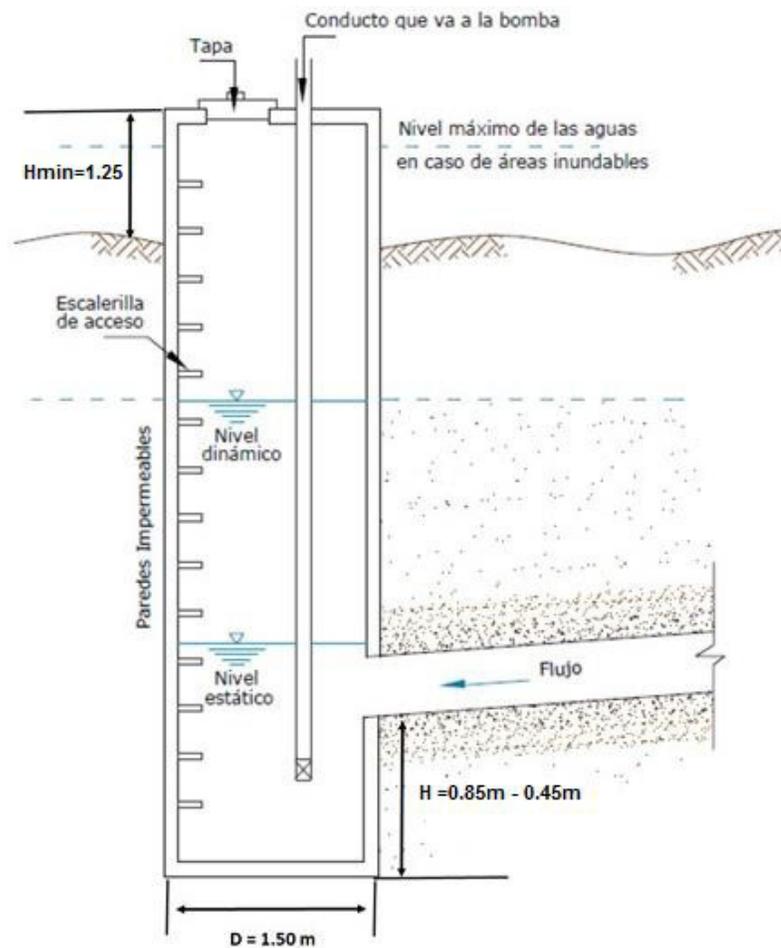
Fuente: Elaboración propia

4.4.5. Estación de bombeo

La estación de bombeo se propone construirla en el margen del río, fuera de la terraza de inundación en la cota 679 msnm.

El agua recolectada, será transportada por una tubería de diámetro $\varnothing 6.0''$ PVC SDR-26 y 9.10 m de longitud hacia el pozo de recolección o bombeo y la función de este pozo es reunir el agua drenada por prefiltro y facilitar el bombeo. El pozo será circular con diámetro mínimo de 1.50 m y una altura total de 6.00 m, que permita a un hombre realizar labores tanto de limpieza como de mantenimiento de los conductos y válvulas de regulación de los drenes y de los equipos de impulsión.

Figura N° 22: Pozo de bombeo



Fuente: Elaboración propia

4.4.5.1. Dimensionamiento de pozo de bombeo

a) Elevación superior del prefiltro de grava.

Nivel mínimo de agua en época de verano: $E_{c1} := 673.75\text{m}$

Diferencia del nivel de agua: $\Delta h_{a1} := 1.25\text{m}$

$$E_{c2} := E_{c1} - \Delta h_{a1} \quad E_{c2} = 673.52\text{m}$$

b) Elevación inferior del prefiltro de grava.

Altura del medio filtrante: $h_g = 1\text{m}$

$$E_{c3} := E_{c2} - h_g \quad E_{c3} = 672.52\text{m}$$

c) Elevación del inferior del gavión.

Altura de los gaviones: $h_{gav1} := 1.20\text{m}$

$$E_{c4} := E_{c3} - h_{gav1} \quad E_{c4} = 672.32\text{m}$$

d) Elevación superior de la capa impermeable o arcilla.

Espesor de la capa de arcilla: $h_{ar} := 0.30\text{m}$

$$E_{c5} := E_{c4} + h_{ar} \quad E_{c5} = 673.82\text{m}$$

e) Profundidad inicial de excavación del prefiltro.

Elevación inicial del prefiltro: $E_{t1} := 674.00\text{m}$

$$H_{fg1} := E_{t1} - E_{c3} \quad H_{fg1} = 1.48\text{m}$$

f) Profundidad final de excavación del prefiltro.

Elevación final del prefiltro: $E_{t2} := 674.60\text{m}$

$$H_{fg2} := E_{t2} - E_{c3} \quad H_{fg2} = 2.08\text{m}$$

g) Elevación inicial de la tubería de drenaje.

Altura de instalación de la tubería: $h_{\phi1} := 0.25\text{m}$

$$E_{c7} := E_{c3} + h_{\phi1} \quad E_{c7} = 672.77\text{m}$$

h) Elevación de la tubería en la salida del prefiltro.

Ancho del saco de cemento: $a_{sc1} := 0.47\text{m}$

Separación del saco y el codo: $e_{\phi1} := 0.20\text{m}$

Pendiente de tubería: $S_{\phi1} := 0.50\%$

Diámetro de la tubería recolectora: $d_{\phi12} = 0.3\text{m}$

Diámetro de la tubería de conducción: $d_{\phi6} := 0.15\text{m}$

Longitud de tubería: $l_{\phi1} := B_f + a_{sc1} + e_{\phi1} \quad l_{\phi1} = 5.17\text{m}$

$$E_{c8} := E_{c7} - l_{\phi1} \cdot S_{\phi1} + \frac{(d_{\phi12} - d_{\phi6})}{2} \quad E_{c8} = 672.819\text{m}$$

i) Elevación de la tubería a la entrada al pozo de bombeo.

Longitud de tubería: $l_{\phi 2} := 9.10\text{m}$

$$E_{c9} := E_{c8} - l_{\phi 2} \cdot S_{\phi 1} \quad E_{c9} = 671.754\text{m}$$

j) Elevación del fondo del pozo de bombeo.

Diferencia de altura: $\Delta h_p := 0.846\text{m}$

$$E_{c10} := E_{c9} - \Delta h_p \quad E_{c10} = 670.908\text{m}$$

k) Altura del pozo soterrado.

Elevación de terreno: $E_{t3} := 675.90\text{m}$

$$h_s := E_{t3} - E_{c10} \quad h_s = 4.992\text{m}$$

l) Determinar la altura total del pozo.

El pozo de bombeo va ser construido de tubo de concreto de drenaje de 1.50 de diámetro y 2.0 m de longitud.

Longitud de tubo de concreto: $L_{\phi c} := 2.0\text{m}$

Número de tubo a utilizar: $N_{\phi 1} := 3$

$$H_p := N_{\phi 1} \cdot L_{\phi c} \quad H_p = 6\text{m}$$

m) Elevación de tapa del pozo de bombeo.

$$E_{c11} := E_{c10} + H_p \quad E_{c11} = 676.908\text{m}$$

n) Determinar la altura de la tapa de pozo del suelo.

$$\Delta h_{p2} := E_{c11} - E_{t3} \quad \Delta h_{p2} = 1.008\text{m}$$

o) Perdida de carga en la tubería.

Coefficiente de Hazen Williams: $C_1 := 150$

$$\text{Perdida de tubería: } h_{f1} := \frac{10.5486 \left(Q_d \cdot \text{gal}^{-1} \cdot \text{min} \right)^{1.85} \cdot l_{\phi 2}}{C_1^{1.85} \cdot \left(\frac{d_{\phi 6}}{\text{in}} \right)^{4.87}} \quad h_{f1} = 2.633 \times 10^{-4} \text{m}$$

p) Elevación del nivel de agua en el pozo.

$$E_{c12} := E_{c11} - h_{f1} \quad E_{c12} = 673.75\text{m}$$

q) Tirante de agua en el pozo de bombeo.

$$h_a := E_{c12} - E_{c10} \quad h_a = 2.842\text{m}$$

4.4.5.2. Características hidráulicas de equipo de bombeo

A continuación, se presenta el cálculo de las características del equipo de bombeo requerido para un periodo de diseño de 20 años.

Tabla N° 20: Equipo requerido en pozo de bombeo

LOCALIDAD DE MACUELIZO			
CALCULO DE EQUIPO DE BOMBEO			
Datos de entrada			
Caudal de Bombeo (Q)		Niveles (m)	
Calculado (gpm)	24.25 gpm	Profundidad de bombeo	18.04 pies
Real (gpm)	17.00 gpm		5.50 m
	0.00107 m³/s	Profundidad total cárcamo	6.25 m
		Nivel de entrada al aireado	772.54 m
		Nivel Suelo en el cárcamo	675.90 m
		Nivel de bombeo	671.30 m
Calculo de la Carga total dimamica (CDT = CE + CD)			
Donde :	CE: Carga Estatica		
	CE: Nivel estático (NEA)+ Rebajamiento + Elevación de descarga		
Nivel estatico de agua (NEA)	1.00 m		
Rebajamiento	0.50 m		
Nivel bombeo	671.30 m		
Elevación de descarga	772.54 m		
CE=	101.24 m		
CD: Carga dimamica			
CD= Hf +Hc			
	$H_f = \frac{C_f L}{C^{1.852} D^{4.87}} Q^{1.85} \quad 4.496 \text{ m}$		
Gradiente m/1000 m	4.50	< 10.00 m	OK
Donde:	Hf es el incremento en la presión causada por la fricción		
D.- Diametro prop.(pulg.)	2.00 pulg	Longitud Columna	5.50 m
L.-Longitud de la descarga	700.00 m	Hc.-Pérdidas en columna	0.28 m
Q.- Flujo expresado en galones por minuto	17.00 gpm		
C.-Factor de capacidad de carga	150		
Cf = Factor de conversion	10.549		
	CD= Hf +Hc	4.77 m	
	CE.- NEA+ Rebajamiento + Elev. de descarga	101.24 m	
	Carga total dimamica (CDT = CE + CD)	106.01 m	
Calculo de la velocidad (m/s)			
	$V = \frac{Q}{A}$		
Q= es el flujo expresado en metros cúbicos por segundo (m3/s).			
A= area de tuberia A= (πD ²) / 4			
D= diametro (pulg)	V= 0.53		
Calculo de la Potencia de la bomba			
Donde:	$HP = \frac{Q \text{ (lps)} H \text{ (m)}}{75 \text{ n}(\%)/100}$		
Hp= Potencia de la bomba			
Q =es el flujo			
H= Carga total de la bomba			
n= Eficiencia de la bomba=	65.00%		
Potencia de la Bomba	2.33		
Potencia del motor	2.80		

HP 3

Fuente: Elaboración propia

Para un periodo de diseño de 20 años se requiere instalar un equipo de bombeo de 17 gpm, 106.01 m de carga total dinámica y 3 HP. A continuación, se presenta el cálculo del golpe de ariete estimado para el pozo propuesto.

Tabla N° 21: Cálculo de golpe de ariete

LOCALIDAD DE MACUELIZO	
CALCULO DEL GOLPE DE AREITE	
Cálculo de la velocidad o celeridad de la onda de choque	
$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \frac{d_{tub}}{e}}} = m/seg$	531.28 m/seg
Donde	
C.- Celeridad o velocidad de la onda, m/seg	
k.- Coeficiente de módulo de elasticidad	20
d _{tub} - Diámetro interno de tubería, m	0.05321 m
e.- Espesor del tubo, m	0.00356 m
Dn.- Diámetro nominal del tubo, pulg	2
Cédula del tubo	SDR 17
Cálculo de la máxima onda de presión en la tubería	
$h_a = \frac{4 Q_b \cdot C}{\pi d_{tub}^2 \cdot g} = m$	37.26 m
Donde	
h _a - Sobrepresión o subpresión, m	
Q _b - Caudal de bombeo, m ³ ·sec ⁻¹	0.00153 m ³ /s
g.- Gravedad específica, m·sec ⁻²	9.81000 m ³ /s
Cálculo de la sobrepresión o subpresión en las paredes de la tubería	
$S_{p1} = (E_2 - E_1) + h_a = m$	133.90 m
$S_{p2} = (E_2 - E_1) - h_a = m$	59.38 m
Donde	
S _{p1} - Sobrepresión, m	
S _{p2} - Subpresión, m	
E ₁ - Elevación de la sarta, msnm	675.90 msnm
E ₂ - Elev. rebose tanque almacen, msnm	772.54 msnm
Resistencia de la tubería	
$P_{t1} = f \cdot P_n = mca$	167.20 mca
Donde	
P _t - Resistencia de la tubería, mca	
P _n - Pres. trabajo tubería PVC SDR 26, mca	176.00 mca
f.- Factor de seguridad	0.95
Análisis de la condición	
$P_{t1} > S_{p1}$	167.20 mca > 133.90 mca
	OK

Una columna de líquido al moverse tiene cierta cantidad de movimiento o inercia, la que es proporcional a su peso y a su velocidad. Si el flujo es detenido súbitamente, cosa que ocurre al cerrar rápidamente una válvula, la inercia se convierte en una onda de choque o en un aumento considerable de presión. La magnitud de este fenómeno depende de tan larga sea la tubería y que tan alta sea la velocidad de la onda. Esta onda de choque conocida como golpe de ariete, puede ser lo suficientemente fuerte como para reventar tuberías y quebrar accesorios y válvulas.

Se calculará la sobre presión o subpresión provocada por el golpe de ariete, por el cierre rápido de la válvula de retención, debido a la interrupción brusca del bombeo, por corte de energía eléctrica u otras causas. Sobre la base de la teoría elástica desarrollada por Gibson Quichiz Allievi. Se determinará el golpe de ariete o choque violento que se produce sobres las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del agua es modificado bruscamente

Valores de K para hallar la celeridad

Material de la tubería	ε (kg/m ²)	K
Palastros de hierro y acero	2·10 ¹⁰	0.5
Fundición	10 ¹⁰	1
Hormigón (sin armar)	2·10 ⁹	5
Fibroemento	1.85·10 ⁹	5.5 (5-6)
PVC	3·10 ⁸	33.3 (20-50)
PE baja densidad	2·10 ⁷	500
PE alta densidad	9·10 ⁷	111.11

Fuente: Elaboración propia

Los resultados indican que la sobre presión esperada supera los 107.35 mca, que es la presión de trabajo recomendada para la tubería pvc-sdr-26, por lo tanto, se propone utilizar tubería de PVC-SDR-17 en el tramo de la línea de conducción en donde las presiones superan los 107.35 mca.

4.4.6. Líneas de conducción por bombeo (impulsión)

Se calculó el diámetro más económico para la línea de conducción por bombeo, la cual tiene una longitud de 700 m, esta tubería se instalará desde la salida del pozo recolector hasta la entrada al aireador, el cual se ubicará en el mismo predio de tratamiento y tanque de almacenamiento.

Para seleccionar el diámetro más económico a utilizar en la línea de conducción, se realizó el siguiente análisis de costos de energía y costos de inversión inicial.

Tabla N° 22: Línea de conducción de pozo recolector a aireador

SELECCIÓN DE DIAMETRO MAS ECONOMICO DE LINEA DE CONDUCCION											
DATOS											
Caudal de Bombeo (Q)	17.00 gpm		Longitud de descarga (L)	700.00 m							
Factor de recuperación	0.12		Elevación de descarga (m)	772.54 m							
Costo KW	C\$ 5.21										
Diámetro de la tubería propuesta	Caudal de diseño GPM	Tiempo de bombeo promedio (hrs)	Diferencia de elevación (m)	Longitud de tubería m	Perdidas en la tubería (m)	Carga total dinámica (pies)	Costo del Kwh	Eficiencia del motor	Eficiencia de la bomba	Costo anual de Energía en Córdobas	Costo anual de Energía en Dólares
1.50	17.00	16.00	772.54	700.00	18.25	2,593.80	5.21	0.65	0.75	518,447.20	18,191.13
2.00	17.00	16.00	772.54	700.00	4.50	2,548.68	5.21	0.65	0.75	509,429.00	17,874.70
3.00	17.00	16.00	772.54	700.00	0.62	2,535.98	5.21	0.65	0.75	506,890.40	17,785.63
Diámetros de tubería	Costo unitario de tubería	Factor de recuperación del capital	Costo de tubería mas instalación	Costo de energía valor presente	COSTO DE INVERSION INICIAL	Diámetro en m	Velocidad m/s	COSTOS COTIZADOS DE TUBERIAS PVC-SDR-26			
1.50	15.17	0.12	108,619.00	518,447.20	627,066.20	0.038	0.941	1.50	15.17		
2.00	24.67	0.12	122,269.00	509,429.00	631,698.00	0.051	0.529	2.00	24.67		
3.00	75.00	0.12	171,500.00	506,890.40	678,390.40	0.076	0.235	3.00	75.00		

Fuente: Elaboración propia

El resultado del cálculo del diámetro más económico, indica que el diámetro de 2" es el más apropiado para esta línea de conducción.

El diseño hidráulico de la línea de conducción se presenta en los análisis hidráulicos del sistema en su conjunto. Los cuales fueron realizados en EPANET.

4.4.7. Planta de tratamiento de agua potable y tanque de almacenamiento

a) Criterio de Diseño

Unidad de aireador

Carga hidráulica: 200.0 a 900.0 m³/m²-d

Numero de bandeja: 3 a 6 unidades.

Separación de bandeja: 30.0 a 75.0 cm

Criterio de filtración gruesa de flujo ascendente

*Calidad de agua

-Turbiedad: < 150 UNT.

-Color: < 100 UC

-Velocidad de filtración: 0.50 a 1.0 m/hr.

-Velocidad de Lavado: 2.0 a 4.0 m/hr.

-Factor de fricción: Para tuberías laterales: $\lambda_1 = 0.033$.

Para tubería principal: $\lambda_2 = 0.026$

Tamaño del ancho o diametro de las aberturas esta debe de cumplir con la siguiente:

$$\frac{\text{Diámetro promedio de la grava del forro filtrante}}{\text{Ancho o diametro de las aberturas}} \geq 2$$

b) Diseño de las unidades de aireación

Se propone la construcción de un aireador del tipo bandeja, para la oxidación del hierro y eliminación del amonio que se encuentra en el agua.

Parámetro de diseño

-Caudal de diseño:	$Q_d := 1.0 \cdot \text{liter} \cdot \text{sec}$
-Factor de lavado:	$f_l := 8.0\%$
-Carga hidraulica de aplicación:	$C_a := 200.0 \text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$
- Aceleración de la gravedad:	$g := 9.81 \cdot \text{m} \cdot \text{sec}^{-2}$
-Tiempo de exposición	$T_a := 1.5 \cdot \text{sec}$
-Altura de caída libre:	$h_c := 0.30 \cdot \text{m}$
-Diámetro de Orificio 1/4":	$d_{\phi 1} = 0.635 \cdot \text{cm}$
-Velocidad del agua:	$V_{11} := 0.50 \cdot \text{m} \cdot \text{sec}^{-1}$

Cálculo del tiempo de exposición entre bandeja

$$t_1 := \sqrt{2 \cdot \frac{h_c}{g}} \quad t_1 = 0.247 \text{ s}$$

Número de Bandeja

$$N_b := \frac{T_a}{t_1} \quad N_b = 6.064 \quad \text{Se propone usar: } N_b := 7$$

Tiempo total de exposición

$$T_e := N_b \cdot t_1 \quad T_e = 1.5 \text{ s} \quad \blacksquare > \blacksquare \quad T_a = 1.5 \text{ s}$$

Determinar el caudal de diseño

$$Q_{d1} := (1 + f_1) \cdot Q_d \quad Q_{d1} = 1.08 \text{ s}^2 \cdot \text{liter} \cdot \text{sec}^{-1}$$

Área de orificio requerida

$$A_{\phi 1} := \frac{Q_{d1}}{V_{11}} \quad A_{\phi 1} = 2.16 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^2$$

Número de orificio

$$N_{\phi} := \frac{4 \cdot A_{\phi 1}}{\pi \cdot d_{\phi 1}^2} \quad N_{\phi} = 68.205 \text{ s}^2 \quad \text{Usar un número de orificio: } N_{\phi} := 78$$

Determinar el área de la bandeja del aireador

La capacidad de un aireador debe estar entre 100.0 a 900.0 m³/dia/m²

-Taza de aplicación: $C_a := 200.0 \cdot \text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$

$$A_{b1} := \frac{Q_{d1}}{C_a} + A_{\phi 1} \quad A_{b1} = 0.469 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^2$$

Determinar la dimensión de las bandeja de aireación

$$\text{Ancho de aireador: } A_a := \frac{\sqrt{A_{b1}}}{2} \quad A_a = 0.342 \text{ m} \cdot \text{s} \quad \text{Usar } A_{a1} := 0.50 \text{ m}$$

$$\text{Largo de aireador: } L_a := \frac{A_{b1}}{A_a} \quad L_a = 1.369 \text{ m} \cdot \text{s} \quad \text{Usar } L_{a1} := 1.40 \text{ m}$$

$$A_b := L_a \cdot A_a \quad A_b = 0.469 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^2$$

Distribución de orificio

-Separación de la paredes: $e_1 := 0.05 \cdot \text{m} \quad e_2 := 0.10 \cdot \text{m}$

-Separación de orificio: $S_{\phi 1} := 0.04 \cdot \text{m}$

-Número orificio por hilera: $N_{\phi 1} := \frac{A_{a1} - 2e_1}{S_{\phi 1}} - 1 \quad N_{\phi 1} = 9$

-Ancho útil de bandeja: $b_{a1} := S_{\phi 1} \cdot (N_{\phi 1} + 1) + 2 \cdot e_1 \quad b_{a1} = 0.5 \text{ m} \quad A_{a1} = 0.5 \text{ m}$

Numero de orificio lado largo: $N_{\phi 2} := \frac{L_{a1} - 2 \cdot e_2}{S_{\phi 1}} \quad N_{\phi 2} = 30$

Largo útil de bandeja: $L_{a12} := S_{\phi 1} \cdot N_{\phi 2} + 2 \cdot e_2 \quad L_{a12} = 1.4 \text{ m} \quad L_{a1} = 1.4 \text{ m}$

Numero total de orificio: $N_{\phi 3} := N_{\phi 1} \cdot N_{\phi 2} \quad N_{\phi 3} = 270 \quad N_{\phi} = 68.205 \text{ s}^2$

Altura total del aireador

Altura de bandeja: $h_a := 0.25 \cdot \text{m}$

-Altura de perlin de apoyo: $a_v := 0.075 \cdot \text{m}$

$$H_a := (h_c + h_a + a_v) \cdot (N_b + 1) \quad H_a = 4.415 \text{ m}$$

Determinar la altura de la última bandeja

-Diámetro de salida: $d_{\phi 1} := 0.05 \cdot \text{m}$

-Coeficiente : $K_{\phi 2} := 1.455$

Perímetro del tubo: $l_{p2} := \pi \cdot d_{\phi 1} \quad l_{p2} = 0.157 \text{ m}$

$$h_{\phi 2} := \left(\frac{Q_{d1} \cdot \text{sec}}{K_{\phi 2} \cdot l_{p2} \cdot \text{m}^2} \right)^{1.42} \cdot \text{m} \quad h_{\phi 2} = 0.05 \text{ s}^{2.84} \cdot \text{cm} < \frac{d_{\phi 1}}{5} = 1 \cdot \text{cm} \quad h_a = 0.25 \text{ m}$$

Se propone un aireador de siete bandejas de 0.50m x 1.40 m de sección con 270 orificios de $\phi 1/4"$ de diámetro separación a cada 0.04 metros y 5.0 m de altura total.

c) Diseño del filtración gruesa ascendente directa auto lavante

Número de filtro

- Caudal de diseño: $Q_{d1} = 3.888 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^2 \cdot \text{hr}^{-1}$

-Velocidad de filtración: $v_f := 0.50 \cdot \text{m} \cdot \text{hr}^{-1}$

- Velocidad de lavado $v_a := 2.0 \cdot \text{m} \cdot \text{hr}^{-1}$

Número de unidades: $N_{u1} := \frac{v_a}{v_f} \quad N_{u1} = 4$

Usar cuatro unidades de filtración: $N_u := 4$

Caudal de diseño de cada unidad

$$q_d := \frac{Q_{d1}}{N_u} \quad q_d = 0.972 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^2 \cdot \text{hr}^{-1}$$

Área de filtración de cada unidad

$$A_1 := \frac{q_d}{v_f} \quad A_1 = 1.944 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^2$$

Ancho de filtro

$$A_f := \sqrt{\frac{A_1 \cdot (N_u + 1)}{2 \cdot N_u}} \quad A_f = 1.102 \text{ m} \cdot \text{s} \quad \text{Usar } A_f := 1.0 \cdot \text{m}$$

Largo de filtro

$$L_f := \sqrt{\frac{A_f \cdot 2 \cdot N_u}{N_u + 1}} \quad L_f = 1.764 \text{ m} \cdot \text{s} \quad \text{Usar } L_f := 1.80 \text{ m}$$

$$\text{Area de filtración: } A_1 := A_f \cdot L_f \quad A_1 = 1.8 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad de filtración: } V_{fl} := \frac{q_d}{A_1} \quad V_{fl} = 0.54 \text{ m} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{hr}^{-1} \quad v_{fmin} := 0.50 \text{ m} \cdot \text{hr}^{-1}$$

$$\text{Velocidad de lavado: } V_{al} := \frac{Q_{d1}}{A_1} \quad V_{al} = 2.16 \text{ m} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{hr}^{-1} \quad v_{amin} := 2.0 \text{ m} \cdot \text{hr}^{-1}$$

***Eficiencia en la remoción de hierro total**

$$\text{-Concentración de hierro inicial: } C_o := 2.53 \cdot \text{mg} \cdot \text{liter}^{-1}$$

$$\text{-Concentración final de hierro: } C_f := 0.10 \text{ mg} \cdot \text{liter}^{-1}$$

$$\text{-Remoción diaria de hierro: } R_h := (C_o - C_f) \cdot Q_{d1}$$

$$\text{-Eficiencia de remoción: } E_h := \frac{(C_o - C_f)}{C_o} \cdot 100 \quad E_h = 96.047$$

***Cantidad de hierro total removido diariamente**

$$\text{-Densidad del hierro: } \gamma_h := 7874.0 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\text{Remoción diaria de hierro: } R_{h2} := \frac{R_h}{\gamma_h} \quad R_{h2} = 28.797 \text{ s}^2 \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{day}^{-1}$$

$$\text{Tiempo de operación: } T_{op3} := \frac{V_v \cdot N_u}{R_{h2}} \quad T_{op3} = 4.371 \times 10^5 \text{ s}^{-2} \cdot \text{day}$$

d) Determinación de elevaciones dentro del filtro

Elevación dentro del filtro

$$\text{-Elevación de fondo: } C_o := 764.30 \text{ m}$$

$$\text{-Espesor de la primera capa de grava: } h_{g3} = 0.3 \text{ m}$$

$$C_1 := C_o + h_{g3} \quad C_1 = 764.6 \text{ m}$$

Elevación de la segunda capa de grava

$$\text{-Espesor de la primera capa de grava: } h_{g2} = 0.3 \text{ m}$$

$$C_2 := C_1 + h_{g2} \quad C_2 = 764.9 \text{ m}$$

Elevación de la tercera capa de grava

$$\text{-Espesor de la primera capa de grava: } h_{g1} = 0.8 \text{ m}$$

$$C_3 := C_2 + h_{g1} \quad C_3 = 765.7 \text{ m}$$

Nivel de agua en el prefiltro

- Tirante de agua sobre el lecho filtrante: $h_s := 0.30\text{m}$ $\Sigma h_{a1} = 6.863 \times 10^{-3}\text{m}$

$$C_4 := C_3 + h_s \qquad C_4 = 766\text{m}$$

Determinar la pérdida de carga sobre el vertedero de salida del filtro

*Durante el filtrado

-Longitud de la cresta del vertedero de salida: $l_{v1} := 0.40\text{m}$

$$h_{cv1} := \left(\frac{q_{d1} \cdot \text{sec} \cdot \text{m}^{-2}}{1.838 l_{v1}} \right)^{0.67} \cdot \text{m} \qquad h_{cv1} = 4.995 \times 10^{-3}\text{m}$$

*Durante el lavado.

$$h_{cv2} := \left(\frac{Q_{d1} \cdot \text{sec} \cdot \text{m}^{-2}}{1.838 l_{v1}} \right)^{0.67} \cdot \text{m} \qquad h_{cv2} = 0.013\text{m}$$

Elevación de la cresta del vertedero salida del filtro

-Borde libre: $e_1 := 0.20\text{m}$

$$C_5 := C_4 + e_1 \qquad C_5 = 766.2\text{m}$$

e) Determinación de elevación del aireador.

Elevación de la primer bandeja

-Caída libre: $h_c = 0.3\text{m}$

-Espesor de perlín: $t_c := 0.075\text{m}$

$$C_{19} := C_{16} + h_c + t_c \qquad C_{19} = 768.17\text{m}$$
$$\Delta h_{c1} := C_{19} - C_{16} \qquad \Delta h_{c1} = 0.375\text{m}$$

Elevación de la segunda bandeja

-Altura de la bandeja: $h_a = 0.25\text{m}$

$$C_{20} := C_{19} + h_c + h_a + t_c \qquad C_{20} = 768.79\text{m}$$
$$\Delta h_{c2} := C_{20} - C_{19} - h_a \qquad \Delta h_{c2} = 0.375\text{m}$$

Elevación de la tercera bandeja

$$C_{21} := C_{20} + h_c + h_a + t_c \qquad C_{21} = 769.416\text{m}$$
$$\Delta h_{c3} := C_{21} - C_{20} - h_a \qquad \Delta h_{c3} = 0.375\text{m}$$

Elevación de la cuarta bandeja

$$C_{22} := C_{21} + h_c + h_a + t_c \qquad C_{22} = 770.04\text{m}$$
$$\Delta h_{c4} := C_{22} - C_{21} - h_a \qquad \Delta h_{c4} = 0.375\text{m}$$

Elevación de la quinta bandeja

$$C_{23} := C_{22} + h_c + h_a + t_c \quad C_{23} = 770.666\text{m}$$

$$\Delta h_{c5} := C_{23} - C_{22} - h_a \quad \Delta h_{c5} = 0.375\text{m}$$

Elevación de la sexta bandeja

$$C_{24} := C_{23} + h_c + h_a + t_c \quad C_{24} = 771.291\text{m}$$

$$\Delta h_{c6} := C_{24} - C_{23} - h_a \quad \Delta h_{c6} = 0.375\text{m}$$

Elevación de la séptima bandeja

$$C_{25} := C_{24} + h_c + h_a + t_c \quad C_{25} = 771.916\text{m}$$

$$\Delta h_{c7} := C_{25} - C_{24} - h_a \quad \Delta h_{c7} = 0.375\text{m}$$

Elevación de la tubería de entrada al aireador

$$C_{26} := C_{25} + h_c + h_a + t_c \quad C_{26} = 772.541\text{m}$$

$$\Delta h_{c8} := C_{26} - C_{25} - h_a \quad \Delta h_{c8} = 0.375\text{m}$$

Altura de la torre del aireador

$$H_t := C_{26} - C_{1c} \quad H_t = 4.75\text{m}$$

f) Tanque de almacenamiento

Nivel de agua en el tanque de almacenamiento

-Borde libre: $e_5 := 0.107\text{m}$

$$C_{27} := C_7 - e_5 \quad C_{27} = 766.246\text{m}$$

Tirante de agua en el tanque de almacenamiento

-Volumen total de almacenamiento: $V_{t1} := 23.30 \cdot \text{m}^3 \quad V_{t1} = 6.155 \times 10^3 \cdot \text{gal}$

Tirante de agua en el tanque: $h_{a2} := 1.96\text{m}$

-Espesor de paredes: $t_p := 0.15\text{m}$

-Largo del tanque: $L_t := N_{u1} \cdot A_f + (N_{u1} + 1) \cdot t_p \quad L_t = 4.75\text{m}$

-Ancho del tanque: $A_t := \frac{V_{t1}}{L_t \cdot h_{a2}} \quad A_t = 2.503\text{m} \quad \text{Usar: } A_{t1} := 2.50\text{m}$

Tirante real del tanque

$$h_{a22} := \frac{V_{t1}}{L_t \cdot A_t} \quad h_{a22} = 1.96\text{m}$$

Volumen real del tanque: $V_{t2} := h_{a22} \cdot A_{t1} \cdot L_t \quad V_{t2} = 23.275 \text{ m}^3 \quad V_{t2} = 6.149 \times 10^3 \cdot \text{gal}$

Tiempo de vaciado del tanque

-Diámetro de la tubería de descargue: $d_{\phi 5} := 0.10\text{m}$

$$t_{v1} := \frac{L_t \cdot A_t \cdot \sqrt{h_{a22}} \cdot \text{m} \cdot \text{hr}}{4850 \pi \cdot d_{\phi 5}^2 \cdot \text{m}} \quad t_{v1} = 6.554\text{min}$$

Caudal de descarga: $q_{1d} := \frac{V_{t1}}{2 \cdot t_{v1}} \quad q_{1d} = 469.597 \cdot \text{gal} \cdot \text{min}^{-1}$

Elevación del fondo del tanque

$$C_{28} := C_{27} - h_{a2} \quad C_{28} = 764.286\text{m}$$

Altura total del Tanque.

$$H_{t1} := C_9 - C_{28} - t_{1s} \quad H_{t1} = 2.517\text{m}$$

Borde libre del agua en el tanque

$$e_t := C_9 - C_{27} - t_{1s} \quad e_t = 0.557\text{m}$$

Elevación de la terraza

-Profundidad de desplante: $h_z := 1.20\text{m}$

$$C_{29} := C_0 + h_z \quad C_{29} = 765.5\text{m}$$

Profundidad de desplante del tanque

$$H_{z2} := C_{29} - C_{2\delta} \quad H_{z2} = 1.214\text{m}$$

Diferencia de elevación entre la parte superior del filtro y la terraza.

$$\Delta H_{z1} := C_9 - C_{2\epsilon} \quad \Delta H_{z1} = 1.402\text{m}$$

Diferencia de elevación entre la parte superior de la caja de entrada y el filtro

$$\Delta H_{z3} := C_{16} - C_9 \quad \Delta H_{z3} = 0.89\text{m}$$

Diferencia de elevación entre la parte superior de la caja de entrada y la terraza

$$\Delta H_{z4} := C_{16} - C_{2\epsilon} \quad \Delta H_{z4} = 2.29\text{m}$$

Tirante de agua sobre la tubería de salida

-Diámetro de tubería: $d_{a5} := 0.075\text{m}$

$$h_{a5} := \left(\frac{4.0 \cdot Q_{d1}}{C_d \cdot \pi \cdot d_{\phi 5}^2} \right)^2 \cdot \frac{1}{2g} \quad h_{a5} = 8.186 \times 10^{-3} \text{m}$$

Elevación del inver de la tubería de salida

$$C_{30} := C_{28} + 0.5d_{\phi 5} + h_{a\epsilon} \quad C_{30} = 764.33\text{m}$$

Nivel mínimo de agua en el tanque de almacenamiento

$$C_{31} := C_{30} + h_{a5} \quad C_{31} = 764.34\text{m}$$

Elevación del vértice de la tubería de alivio de la cámara de agua cruda

$$C_{32} := C_{27} + e_5$$

Borde libre: $e_5 := 0.03\text{m}$

$$C_{32} = 766.276\text{m}$$

La planta propuesta, se diseñará para una capacidad de 1.08 L/s (17.12 Gpm) considerando el caudal de consumo máximo día de 1.0 L/s (15.85 Gpm) más el 8.0% de pérdidas de agua por lavados de las unidades de filtración. Esta planta, consiste en una unidad de aireación compuesta de siete bandejas de 0.5 x 1.40 m. de sección y 0.25 m de altura, con 270 perforaciones de Ø1/4" de diámetros, en el lado corto con 9 hilera de orificio y el lado largo con 30 hilera de orificio, todos ellos separados a cada 0.04 metro y una capa de grava de 0.20 m en el fondo de cada bandeja de Ø3/4" de diámetro mejorará la aireación del agua. La separación de cada bandeja es de 0.25 metro con una altura total de 5.0 metros, para un tiempo total de aireación de 1.73 segundo.

La cámara de entrada de la planta tiene una sección de 1.0 m x 2.0 m y 2.65 m de altura, el cual tendrá una pantalla deflectora separada del fondo 0.20 m, con el objetivo de uniformar el flujo para su medición y también constará de un vertedero de rebose de pared gruesa para la evacuación del agua exceso que llegue a la planta de tratamiento. Para la medición del caudal a la entrada de la planta, se propone la instalación de un vertedero triangular de 90° de vértice de acero inoxidable, de aquí el agua ingresará por gravedad hacia los filtros ascendentes a través de un canal de 1.0 metro de ancho, que comunica a todos los filtros. La planta de tratamiento está compuesta por cuatro unidades de 1.80 m² de área (1.0 x 2.0 m de sección) estos operaran con una tasa de filtración promedio de 0.54 m/h y con una carrera de 0.80 m. Estas unidades se diseñaron para tratar las aguas crudas que provienen de la captación y tendrán una eficiencia de remoción de turbiedad del 92.75%

El agua ingresará a los filtros a través de una válvula de compuerta y tubería de Ø2" PVC y ascenderá verticalmente, a través de una red de seis tuberías de drenaje de Ø1½" diámetros separada a cada 0.23 metros y con tres hileras de 10 orificio de Ø1/4" de diámetro separada a cada 0.10 metros. El objetivo de esta red de tubería es distribuir uniformemente el agua en el medio filtrante. El medio filtrante tiene un espesor de 1.40 m, compuesto de tres capas de grava de diferente graduación. En el cuadro siguiente se presenta la característica de este:

Tabla N° 23: Característica granulométrica del medio filtrante

No.	Diámetro de la grava en mm(in)		Altura m
	Mínimo	Máxima	
1	1.59(1/16")	3.18(1/8")	0.80
2	6.36(1/4")	12.7(1/2")	0.30
3	19.05(3/4")	25,4(1.0")	0.30

Fuente: Elaboración propia

La salida de estos filtros estará compuesta de un vertedero rectangular de 0.40 mts de ancho en el cual el agua verterá hacia el canal de recolección de agua filtrada de 1.0 metro de ancho. El agua ya filtrada pasará al tanque de almacenamiento de 5,100 galones de capacidad. Estas unidades estarán cubiertas con losetas de concreto armado de 0.35x0.80x 0.050 m, con el fin de preservar la calidad del agua filtrada

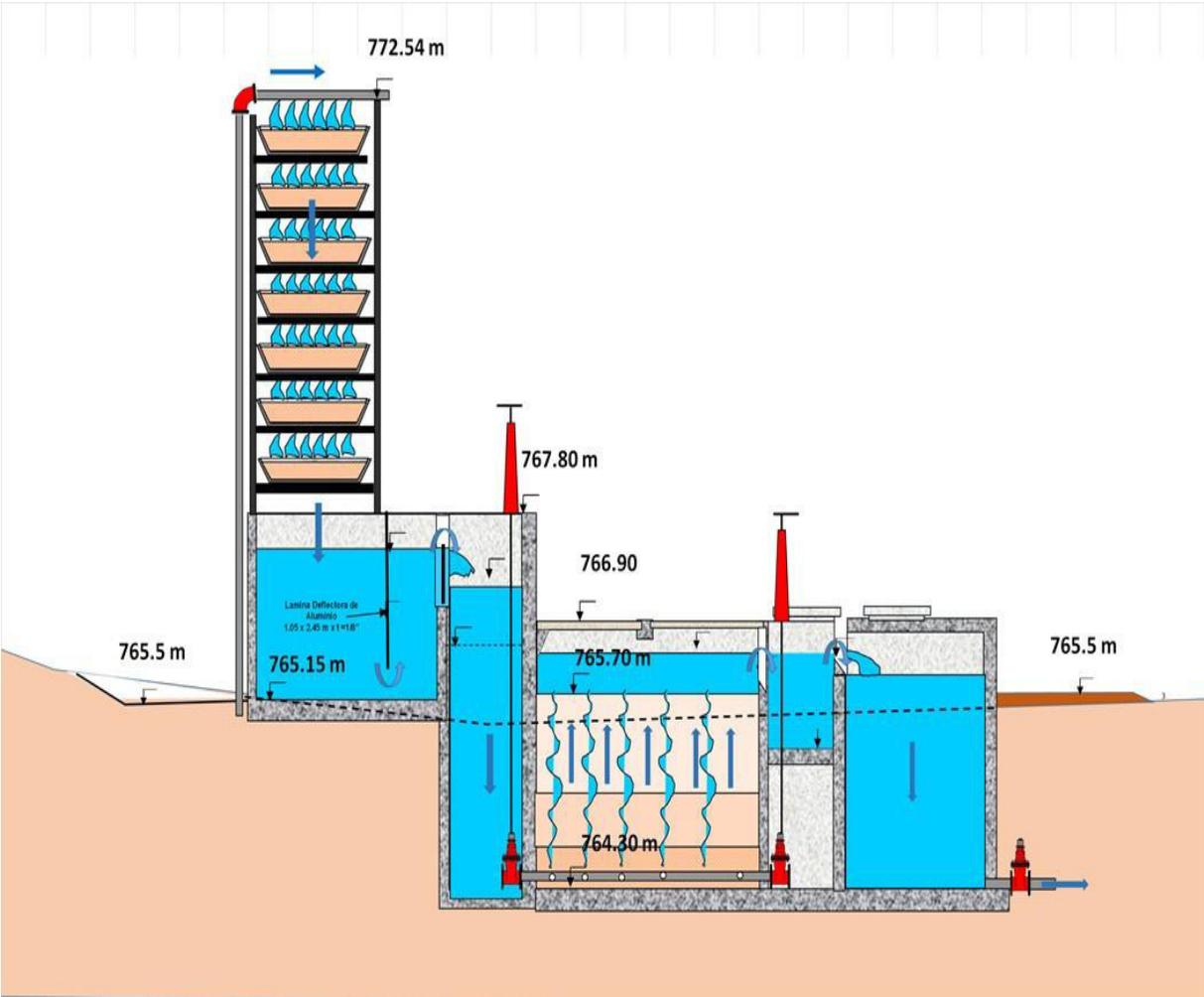
Los filtros ascendentes, son autolavante, lo que quiere decir, que una unidad se lavara con el agua filtrada proveniente de las otras unidades de forma descendente, con una velocidad promedio de 2.16 m/hr, que es cuatro veces mayor que la velocidad de filtrado y la evacuación del agua lavado se realizara a través de una válvula de 2" hacia la cámara de drenaje y de aquí al sistema de evacuación general de la planta de tratamiento. Estas unidades tendrán un periodo de limpieza máximo de 206 días en épocas de verano. Se presenta el diseño hidráulico de la planta.

Para calcular la demanda de almacenamiento se consideró lo recomendado en las normas del INAA, de considerar el 40% del consumo promedio diario, el cálculo resultó de 5074.39 galones. Por lo tanto, se propone un tanque de almacenamiento de 5,100 galones, el tanque a construir será un tanque de concreto reforzado sobre suelo, desde el tanque se servirá a la red de distribución por gravedad.

El tanque se ubicará en la parte más alta de la localidad, el tanque recibirá el agua proveniente del sistema de tratamiento de aireación y filtración lenta, el sistema de tratamiento y tanque estarán integrados en una sola estructura.

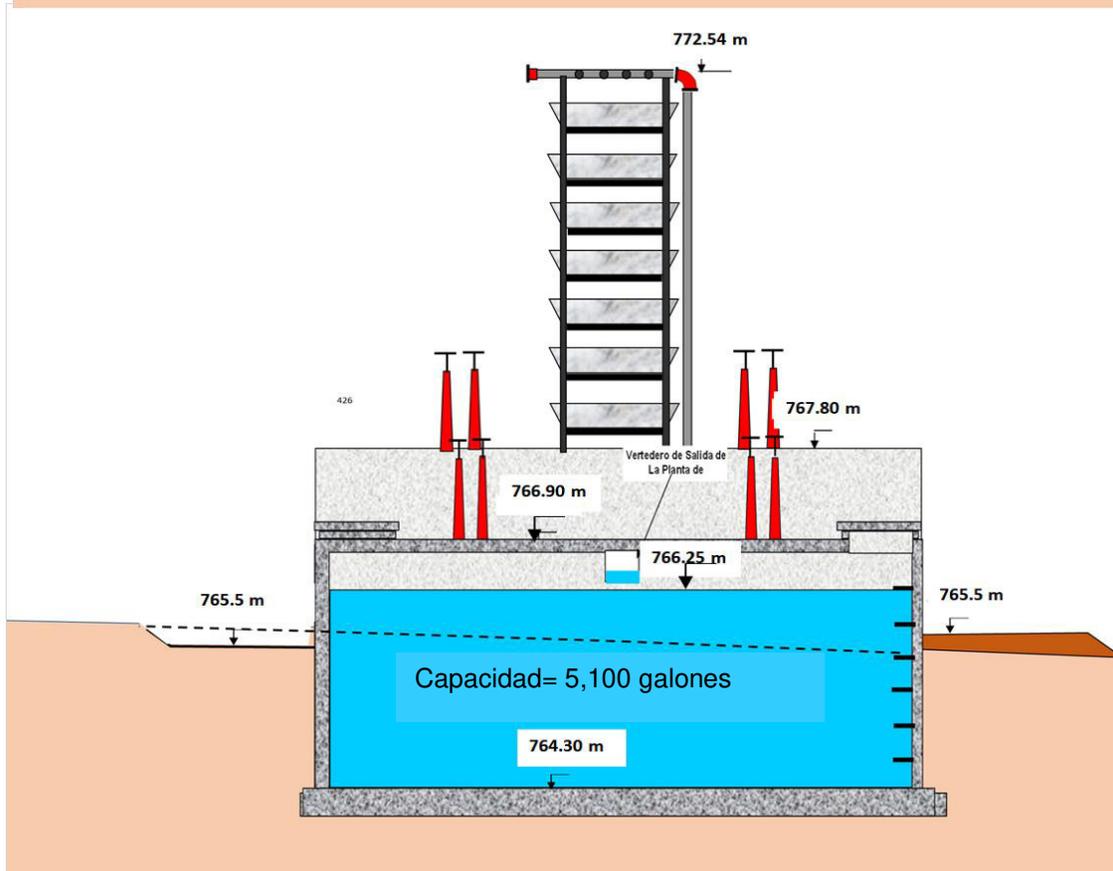
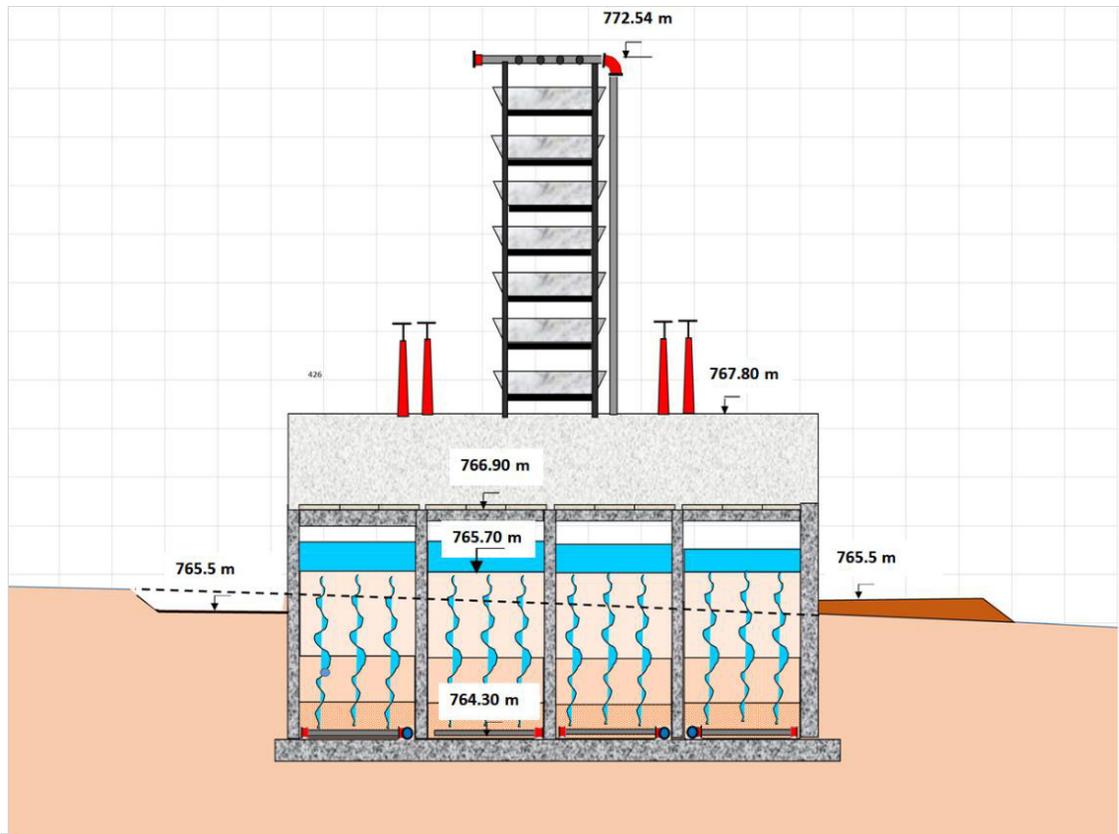
También se continuará utilizando el tanque existente, el cual será abastecido desde el tanque propuesto de 5,100 galones, con el tanque existente se regularán las presiones de servicio del sector medio y bajo de la localidad.

Figura N° 23: Planta de tratamiento y tanque de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 24: Planta de tratamiento y tanque de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

4.4.8. Red de distribución

El sistema a construir es un sistema que operará con bombeo eléctrico, ya que el agua será bombeada de la fuente hasta el sistema de tratamiento, desde donde pasará al tanque de almacenamiento.

Del tanque de almacenamiento saldrá una tubería que abastecerá directamente al tanque de almacenamiento existente, el cual operará como una pila rompe presión y desde donde se abastecerá los sectores medio y bajo de la localidad, regulándose con ello las presiones de servicio.

Desde el tanque de almacenamiento principal, también saldrá otra tubería que servirá directamente al sector alto del poblado.

La red de distribución estará conformada por 2,517.95 m de tuberías de PVC SDR-26.

Tabla N° 24: Detalle de tubería red de distribución

ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Red de distribución PVC 2" SDR-26	m	1,019.40
12	Red de distribución PVC 1 1/2" SDR-26	m	1,496.57
	Total	m	2,517.95

Fuente: Elaboración propia

4.4.8.1. Modelación hidráulica

Para la modelación en EPANET algunos elementos tales como los diámetros, el material de la tubería, se proponen en base lo recomendado en los criterios básicos de las normas de diseño de INAA. Otra información como elevaciones, longitudes de tramos de tuberías se obtienen del plano topográfico del municipio (ver lámina 3/24 del anexo N° 8).

Para realizar la simulación hidráulica del sistema propuesto, se estimaron las demandas por nodos, las cuales se estimaron utilizando el método de longitud

tributaria, luego se suman todas las longitudes y se divide la demanda total entre el total, para obtener un factor, finalmente se multiplica este factor por la longitud tributaria del nodo para encontrar la demanda del nodo.

El programa también requiere de otros datos específicos y elementos importantes del sistema como fuentes (embalses), tanques de almacenamiento y equipo de bombeo.

Tabla No. 25: Demanda consumo promedio por nodo

Demanda por nodo condición de consumo promedio			
Item	Nodo	Longitud	CPD(L/S)
1	4	96.06	0.02
2	5	155.87	0.04
3	6	282.40	0.07
4	7	183.23	0.05
5	8	167.96	0.04
6	9	156.97	0.04
7	10	80.17	0.02
8	11	58.56	0.02
9	12	43.61	0.01
10	13	90.75	0.02
11	14	105.55	0.03
12	15	48.06	0.01
13	16	54.03	0.01
14	17	122.93	0.03
15	18	68.54	0.02
16	19	59.35	0.02
17	20	55.98	0.01
18	21	42.84	0.01
19	22	8.00	0.00
20	23	31.71	0.01
21	24	33.12	0.01
22	25	20.51	0.01
23	26	88.94	0.02
24	27	22.59	0.01
25	28	73.64	0.02
26	29	50.35	0.01
27	30	141.02	0.04
28	31	84.22	0.02
29	32	25.69	0.01
30	33	68.69	0.02
31	34	19.66	0.01
32	35	101.04	0.03
Total		2641.950	0.679

Fuente: Elaboración propia

4.4.8.2. Resultados del análisis hidráulico

En este ítem se describe el diseño hidráulico de la red de distribución, utilizando para ello los resultados de los estudios de campo y gabinete realizados, tales como: población, tasas de crecimiento, dotaciones, topografía, estudio de fuente y otros.

Para obtener el diseño de la red de distribución se realizaron dos condiciones de trabajo.

1. 1ra. Condición: Consumo Máxima Hora (CMH) en la red de distribución, para un periodo de diseño de 20 años.
2. 2da. Condición: Sin Consumo en la red.

En el esquema hidráulico se puede observar la configuración del sistema propuesto y la ubicación de sus elementos como tanque y red, y rango de presiones en los nodos del sistema (ver figura N° 27).

4.4.8.3. Condición de consumo máximo horario (CMH)

Esta condición de análisis simula la red de distribución trabajando con los caudales máximos esperados en la red, para conocer las presiones más bajas esperadas en la red y de esta manera garantizar la presión mínima de servicio requerida. A continuación, se presentan los resultados del análisis de condición de CMH.

La condición de consumo de máxima hora es la condición más crítica de trabajo a la cual se verá expuesta la red de distribución, por lo tanto, las tuberías de la red de distribución deberán de estar construidas con materiales y diámetros que garanticen el correcto funcionamiento de la misma.

Entre los parámetros más importantes a considerar en el diseño de la red está la velocidad en las tuberías, la cual según la norma debe de estar en el rango de 0.6 m/s a 2 m/s, si se observa los resultados de la simulación de la red con CMH las velocidades no superan los 2 m/s, sin embargo, 35 tramos tienen velocidades

menores de 0.6 m/s, de los cuales 30 tramos tienen velocidades inferiores a 0.3 m/s (ver anexo N° 7), esto indica que puede presentarse sedimentación en la tubería por lo que se recomienda la instalación de válvulas de limpieza en puntos estratégicos de la red de distribución que permitan la limpieza periódica de la misma.

Otro parámetro importante de diseño es la presión residual esperada en las tuberías, en donde las normas recomiendan presiones entre 14 y 50 m y en puntos aislados hasta 70 m. La presión más baja se presenta en el nodo No.16, con una presión de 6.73 mca, la presión máxima se registra en el nodo 35 con 56.00 mca (ver anexo N° 7).

La red de distribución propuesta estará compuesta por tuberías pvc-sdr-26 de 2" y 1 1/2".

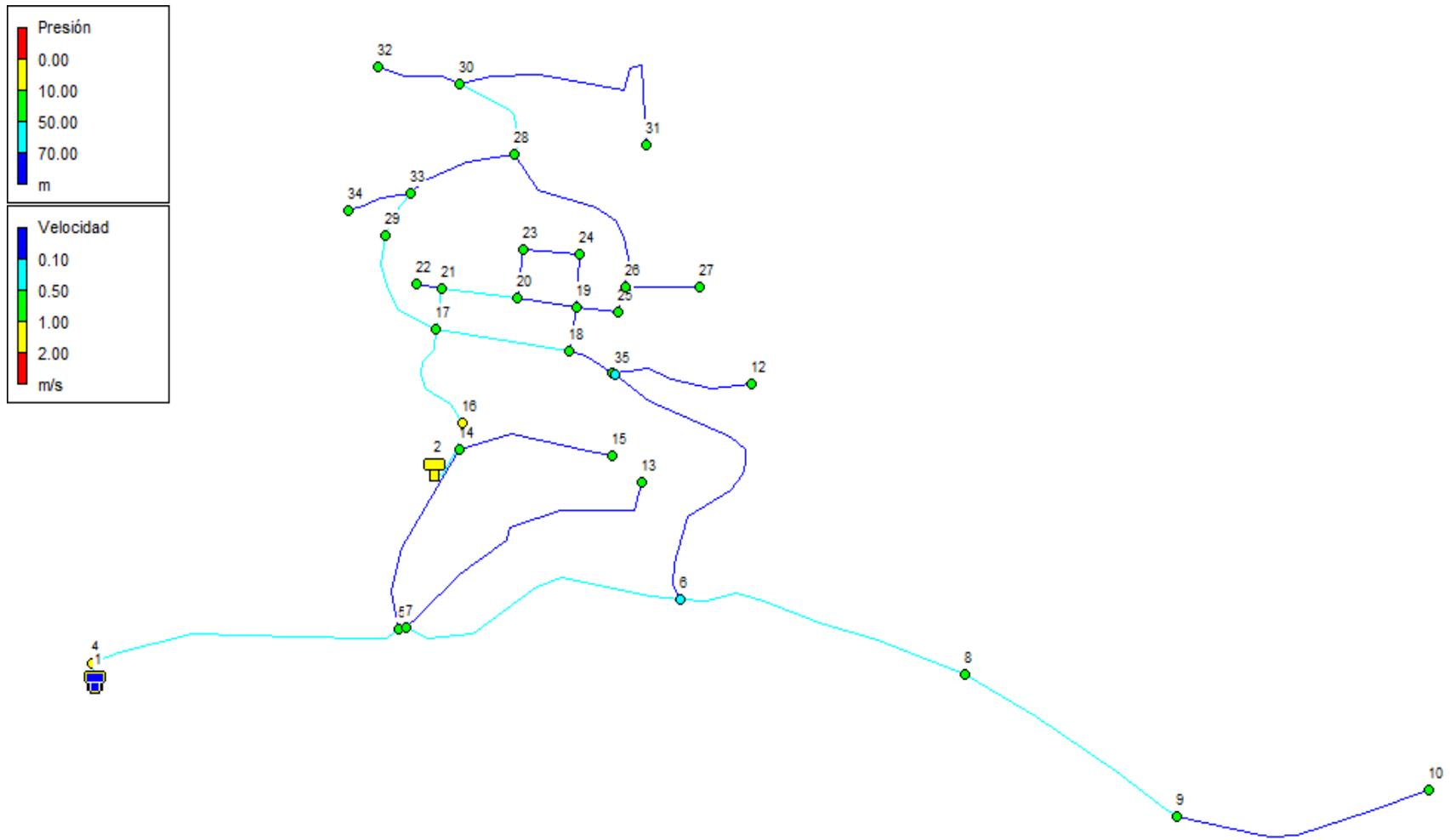
4.4.8.4. Condición sin consumo

La condición sin consumo es la condición en donde se presentan las presiones más altas en la red, información que es muy vital para proponer los materiales adecuados de la tubería que tengan la capacidad suficiente de resistir las presiones máximas esperadas en el sistema de distribución. La presión máxima registrada es de 57.30 mca y se presenta en el nodo 35 (ver anexo N° 7).

En el siguiente esquema se puede observar, que en la condición sin consumo las presiones en algunos nodos superan los 50 m (Ver figura N° 26).

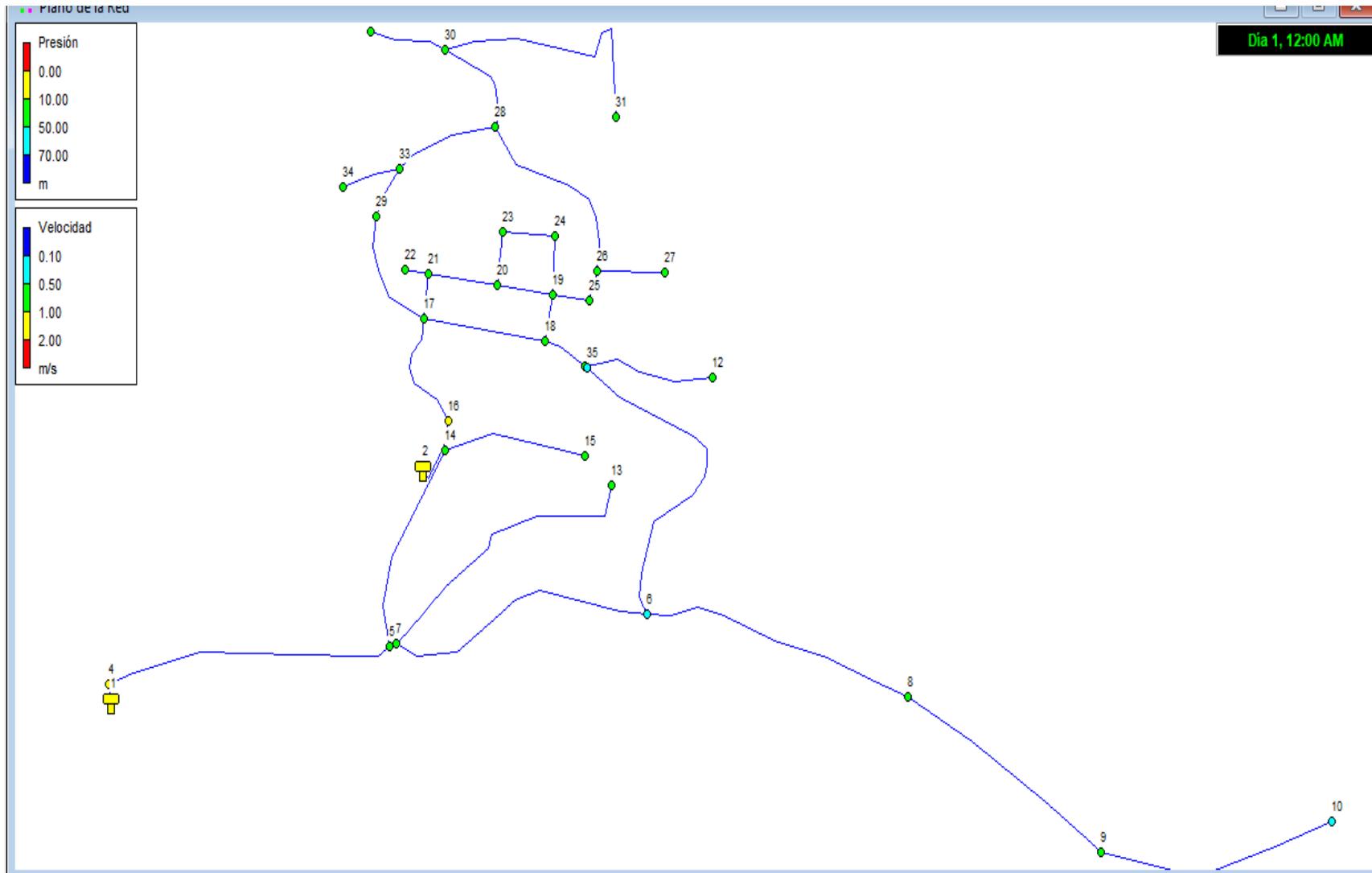
Como se puede observar en la figura 26, únicamente en 3 nodos, se presentan presiones superiores a los 50 mca. Sin embargo, las mismas no superan los 57.30 mca, por lo que se considera que el sistema operara apropiadamente con las tuberías pvc-sdr-26.

Figura N°25: Esquema hidráulico condición CMH



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 26: Condición sin consumo



Fuente: Elaboración propia

4.5. Presupuesto

Al realizar todas las estimaciones necesarias de precios por actividad, obtenidos en las respectivas memorias de cálculo, considerando aspectos como: mano de obra, materiales, transporte y equipos necesarios adecuados a la zona de Macuelizo; se obtuvieron los siguientes precios y costo total del proyecto (Al año 2019). Todos los costos que se detallan a continuación están expresados en córdobas.

PRESUPUESTO					
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DE MACUELIZO					
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	
				UNITARIO	TOTAL
310	PRELIMINARES	m	3,491.27	16.41	57,277.08
31001	TRAZO Y NIVELACION	m	3,491.27	16.41	57,277.08
92806	TRAZO Y NIVELACION PARA TUBERIAS (INCL. ESTACAS DE MADERA + MANO DE OBRA TOPOGRAFIA)	m	3,491.27	16.41	57,277.08
320	LINEA DE CONDUCCION		1,375.30	539.64	742,169.44
32001	EXCAVACION PARA TUBERIA	m ³	727.77	360.00	261,996.28
92227	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO MIXTO	m ³	727.77	360.00	261,996.28
32017	TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO	m	975.30	212.76	207,501.61
96166	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-26) CON ACCESORIOS (NO INCL. EXCAVACION)	m	575.30	110.00	63,283.00
	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-17) CON ACCESORIOS (NO INCL. EXCAVACION)	m	400.00	140.00	56,000.00
	CRUCE EN PUENTE TUB 4" HG. INCLUYE TUBERIA Y ACCESORIOS HG Y ELEMENTOS PARA FIJACION	m	33.00	2,500.00	82,500.00
93598	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO C/ANCLAJE P/ACCESORIOS DE TUBOS	C/U	20.00	285.93	5,718.61
32011	RELLENO Y COMPACTACION	m ³	650.35	360.00	234,126.24
92226	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	m ³	650.35	360.00	234,126.24
32023	PRUEBA HIDROSTATICA	m	3.00	3,000.00	9,000.00
93282	PRUEBA HIDROSTATICA (CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA DE PVC Diám.=HASTA 4", L=HASTA 300 m PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE	C/U	3.00	3,000.00	9,000.00
33025	VALVULAS Y ACCESORIOS	C/U	5.00	5,909.06	29,545.31
03631	VALVULA DE LIMPIEZA DE Ho. Fo. Diám. = 2" (INCL. ACCESORIOS DE INSTALACION, 1m TUBERIA DE HIERRO GALVAN Y 4BLOQUES DE REACCION)	C/U	1.00	11,000.00	11,000.00
94311	VALVULA DE AIRE Y VACIO DE HIERRO FUNDIDO Diám.=½"+ ABRAZADERA DE HIERRO GALVANIZADO+UNION DE BRONCE. INCLUYE CAJA Y ACCESORIOS	C/U	3.00	5,000.00	15,000.00
94967	CODO LISO DE PVC Diám.=2", 45° (S40)	C/U	18.00	118.51	2,133.17
96197	CODO LISO DE PVC Diám.=2", 90° (S40)	C/U	5.00	142.43	712.15
	CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE TUBO DE PVC Diám.= 6"	C/U	1.00	700.00	700.00
330	RED DE DISTRIBUCION		2,515.97	725.23	1,824,961.19
33001	EXCAVACION PARA TUBERIA	m ³	1,699.35	66.76	611,767.21
92227	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO MIXTO	m ³	1,699.35	360.00	611,767.21
33015	TUBERIA DE 1 1/2" DE DIAMETRO	m	1,496.57	97.64	146,128.52
96165	TUBERIA DE PVC Diám.=1 1/2" (SDR-26) CON ACCESORIOS(INCL. EXCAVACION)	m	1,496.57	90.00	134,691.30
93598	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO C/ANCLAJE P/ACCESORIOS DE TUBOS	C/U	40.00	285.93	11,437.22

PRESUPUESTO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DE MACUELIZO

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	
				UNITARIO	TOTAL
33015	TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO	m	1,019.40	140.80	143,534.00
96165	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-26) CON ACCESORIOS(NO INCL. EXCAVACION)	m	1,019.40	110.00	112,134.00
	CRUCE EN PUENTE TUB 4" HG. INCLUYE TUBERIA Y ACCESORIOS HG Y ELEMENTOS PARA FIJACIÓN	m	12.00	2,500.00	30,000.00
93598	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO C/ANCLAJE P/ACCESORIOS DE TUBOS	C/U	10.00	140.00	1,400.00
33009	RELLENO Y COMPACTACION	m³	825.78	360.00	297,281.86
92226	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	m³	825.78	360.00	297,281.86
33022	PRUEBA HIDROSTATICA	C/U	5.00	3,000.00	15,000.00
93282	PRUEBA HIDROSTATICA (CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA DE PVC Diám.=HASTA 4", L=HASTA 300 m PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE	C/U	5.00	3,000.00	15,000.00
33023	VALVULAS Y ACCESORIOS	C/U	15.00	7,700.00	115,500.00
	VALVULA (o LLAVE) DE PASE DE HIERRO FUNDIDO Diám.=1 1/2" EXTREMOS BRIDADOS. INCLUYE ACCESORIOS DE INSTALACION.	C/U	7.00	6,000.00	42,000.00
95558	VALVULA (o LLAVE) DE PASE DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2" EXTREMOS BRIDADOS. INCLUYE ACCESORIOS DE INSTALACION.	C/U	6.00	8,500.00	51,000.00
	VALVULA DE LIMPIEZA DE Ho. Go. Diám. = 1 1/2" (INCL. 1mTUBERIA DE HIERRO GALVAN Y 4BLOQUES DE REACCION)INCLUYE ACCESORIOS DE INSTALACION.	C/U	2.00	6,000.00	12,000.00
	CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE TUBO DE PVC Diám.= 6"	C/U	15.00	700.00	10,500.00
33030	REPOSICION DE CARPETA DE RODAMIENTO	m²	1,548.28	320.00	495,449.60
	QUITAR, PONER Y/O REPONER CARPETA DE RODAMIENTO DE ADOQUIN O CONCRETO. INCLUYE REPOSICION DE ADOQUIN Y CAMA DE ARENA.	m²	1,548.28	320.00	495,449.60
345	OBRA DE CAPTACION Y ESTACION DE BOMBEO - AGUA POTABLE	GLB	1.00	1,349,067.45	1,349,067.45
34501	OBRA DE CAPTACION	C/U	1.00	401,288.38	401,288.38
	PREFILTRO FLUJO HORIZONTAL. EXCAVACION, CONFORMACION DE FONDO Y PAREDES. GAVIONES, MATERIAL FILTRANTE, GEOTEXTIL, ARCILLA, TUBERIA Y ACCESORIOS.	C/U	1.00	213,651.01	213,651.01
	GALERIA DE INFILTRACION.Tuberia recolectora perforada de Ø8.0" PVC SDR-26 con forro filtrante. Incluye excavación, tubería, material filtrante.	m	13.00	3,000.00	39,000.00
	GALERIA DE INFILTRACION.Tuberia ciega de Ø8.0" PVC SDR-26. Incluye excavación.	m	15.70	1,500.00	23,550.00
	DIQUE DE CONCRETO CICLOPEO RELACION 70:30 .L=13m. INCLUYE EXCAVACION, CONFORMACION Y CONSTRUCCION DEL MURO.	m³	16.52	2,186.70	36,130.85
2579	VALVULA DE COMPUERTA 6" HF INCLUYE ACCESORIOS DE INSTALACION	C/U	1.00	25,608.70	25,608.70
	VALVULA DE COMPUERTA 8" HF INCLUYE ACCESORIOS DE INSTALACION	C/U	1.00	63,347.83	63,347.83
34502	POZO DE BOMBEO	C/U	1.00	80,224.00	80,224.00
92021	POZO RECOLECTOR PARA BOMBEO DE AGUA. CONFORMAD POR TUBOS DE CONCRETO REFORZADO DE 60" ASTM C-76. INCLUYE EXCAVACION, BROCAL, TAPA DE INSPECCION, ACABADOS Y TODAS LAS ACTIVIDADES NECESARIAS PARA EL POZO TERMINADO.	C/U	1.00	80,224.00	80,224.00
34503	EQUIPOS Y ESTACION DE BOMBEO	GLB	1.00	288,277.00	288,277.00
5737	BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 3.0 HP, Q=17PM	C/U	1.00	62,000.00	62,000.00
04273	SARTA DE DESCARGA DE Ho. Go. + Ho. Fo. + VALVULAS Diám. = 2"	C/U	1.00	77,887.50	77,887.50
92853	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" (NO INCL. EXCAVACION) PARA COLUMNA DE DESCARGA	m	6.00	600.00	3,600.00
95032	CABLE SUMERGIBLE # 12 X 3	m	11.00	200.00	2,200.00
93366	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2500 PSI REF. DE Ancho 1=0.80m,Ancho 2=0.80m,Alt.=0.85m(NO INCL. EXC) (NO INCL. REPELLO	C/U	1.00	2,589.50	2,589.50
	CASETA DE CONTROLES ELECTRICOS. INCLUYE TRAZO Y NIVELACION, EXVACION Y CONFORMACION DE TERRENO, COMO TODAS LAS ACTIVIDADES SEGUN HOJA 26 DE PLANOS.	C/U	1.00	140,000.00	140,000.00

PRESUPUESTO					
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DE MACUELIZO					
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	
				UNITARIO	TOTAL
34508	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES	m	75.32	461.91	34,790.88
92066	CERCO DE ALAMBRE DE PUAS CAL. 13, 10 HILADAS C/POSTE DE MADERA RUSTICA A CADA 2.50 m	m	75.32	220.00	16,570.40
03544	PORTON DE MADERA (ROJA) MACHIMBRADA , CON MARCO DE MADERA ROJA + BISAGRAS	m ²	6.00	3,036.75	18,220.48
34509	INSTALACIONES ELETRICAS (DETALLE DE CANTIDADES ADJUNTO)	GBL	1.00	544,477.19	544,477.19
34509-1	BAJA TENSION	GBL	1.00	214,098.19	214,098.19
	ILUMINACION	C/U	2.00	839.98	1,679.96
	TOMACORRIENTE	C/U	1.00	214.20	214.20
	CANALIZACION Y ALAMBRADOS	GBL	1.00	21,114.45	21,114.45
	CENTRO DE CONTROL Y DISTRIBUCION (PG)	GBL	1.00	107,520.00	107,520.00
	ILUMINACION EXTERIOR	Glb	2.00	41,784.79	83,569.58
34509-2	MEDIA TENSION	GBL	1.00	330,379.00	330,379.00
350	SISTEMA DE TRATAMIENTO Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO	GBL	1.00	2,060,206.96	2,060,206.96
35501	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA SISTEMA DE TRATAMIENTO Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO	m ³	104.04	783.07	81,470.98
92227	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL PARA MEJORAMIENTO DE SUELO	m ³	23.84	360.00	8,583.75
96129	RELLENO MANUAL DE MATERIAL SELECTO DEBAJO DE FUNDACIONES CON SUELO CEMENTO 1:8, CON MATERIAL DE SITIO	m ³	23.84	3,056.87	72,887.23
35508	CONSTRUCCION DE TERRAZA	m ³	528.66	493.44	260,860.47
92227	CORTE MANUAL EN TERRENO NATURAL	m ³	356.99	360.00	128,516.40
93285	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO DE MATERIAL MIXTO	m ³	171.67	360.00	61,801.92
	CORTE Y RELLENO COMPENSADO	m ³	181.96	237.00	43,124.52
93278	RELLENO Y COMPACTACION (CON VIBROCOMPACTADORA MANUAL)	m ³	181.96	283.24	27,417.63
35509	SISTEMA DE TRATAMIENTO Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO	C/U	1.00	1,245,836.83	1,245,836.83
35509-1	FILTRO LENTO Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CONCRETO REFORZADO 3500 PSI, REFUERZOS #4 Y #3, INCLUYE EXCAVACION, MATERIALES, MANO DE OBRA Y PINTURA TOTAL.	C/U	1.00	887,663.06	887,663.06
	PRUEBAS DE CONCRETO EN PLANTA DE TRATAMIENTO	C/U	10.00	3,000.00	30,000.00
35509-2	AIREADOR, CONFORMADO DE ESTRUCTURA METALICA Y BANDEJAS DE MADERA FIACION CON PLATINAS DE 1/4. INCLUYE MATERIALES Y MANO DE OBRA. OBRA TERMINADA.	C/U	1.00	191,369.43	191,369.43
33509-3	VALVULA (o LLAVE) DE PASE DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2" , VASTAGO DE BRONCE LEVADIZO Y MANIVELA, PROVISTAS CON TUERCAS DE OPERACION DE 2 X 2" CONFORME NORMAS AWWAC-500-71, PRESION DE TRABAJO 150 PSI	C/U	8.00	7,750.00	62,000.00
33509-4	VALVULA DE PASE 3" HF PUSH ON. INCLUYE ACCESORIOS E INSTALACION.	C/U	4.00	9,300.00	37,200.00
33509-5	SUMINISTRO E INSTALACION DE CLORADOR (DOSIFICADOR DE CLORO) DE 12 GPD, 80 PSI CON BOMBA DOSIFICADORA ELECTR DE 50 GALONES. INCLUYE TUBERIA DE 1/2" PVC SDR 13.5.	C/U	1.00	27,900.00	27,900.00
3037	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2500 PSI SIN REF. DE 0.50x0.50m, H =0.50m, C/REJILLA P/LLAVE DE PASE	C/U	4.00	2,426.09	9,704.35
35510	OBRAS COMPLEMENTARIAS EN PREDIO DE SISTEMA DE TRATAMIENTO.	Glb	1.00	470,738.19	470,738.19
	HABILITACION DE ACCESO HACIA PLANTA DE TRATAMIENTO, ANCHO 4M. INCLUYE CORTE, CONFORMACION DE CALLE, BORDILLO DE CONC CICLOPEO DE 0.15 X 0.30M REVESTIMIENTO CON ADOQUIN.	M2	55.20	1,232.86	68,053.85
	ANDEN DE CONCRETO 3000 PSI, w=1M, T= 0.1M, PERIMETRAL A PLANTA DE TRATAMIENTO.	m	37.00	650.00	24,050.00
	TUBERIA DE DRENAJE 6" SDR-64. INCLUYE ACCESORIOS Y EXCAVACION	m	10.00	865.74	8,657.37
	LLAVE DE CHORRO CON BASE DE CONCRETO. INCLUYE BASE DE CONCRETO, TUBERIA 1/2" PVC, LLAVE Y ACCESORIOS	CU	2.00	600.00	1,200.00

PRESUPUESTO					
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DE MACUELIZO					
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	
				UNITARIO	TOTAL
	CASETA PARA CLORINADOR Y OPERADOR. INCLUYE TRAZO Y NIVELACIÓN, EXVACIÓN Y CONFORMACIÓN DE TERRENO, COMO TODAS LAS ACTIVIDADES SEGÚN HOJA 25 DE PLANOS.	C/U	1.00	145,000.00	145,000.00
35511	INSTALACIONES ELETRICAS (DETALLE DE CANTIDADES ADJUNTO)	GBL	1.00	223,776.98	223,776.98
	BAJA TENSION	GBL	1.00	75,182.44	75,182.44
	ILUMINACION	C/U	3.00	862.27	2,586.80
	TOMACORRIENTE	C/U	2.00	214.20	428.40
	CANALIZACION Y ALAMBRADOS	GBL	1.00	14,422.45	14,422.45
	CENTRO DE CONTROL Y DISTRIBUCION (PG)	GBL	1.00	15,960.00	15,960.00
	SUMINISTRO E INSTALACION ESTRUCTURA AP-101/C,	CU	1.00	41,784.79	41,784.79
2	MEDIA TENSION	GBL	1.00	148,594.55	148,594.55
35512	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES	m	14.00	1,521.46	21,300.48
92066	CERCO DE ALAMBRE DE PUAS CAL. 13, 10 HILADAS C/POSTE DE MADERA RUSTICA A CADA 2.50 m	m	14.00	220.00	3,080.00
03544	PORTON DE MADERA (ROJA) MACHIMBRADA , CON MARCO DE MADERA ROJA + BISAGRAS	m ²	6.00	3,036.75	18,220.48
360	CONEXIONES	C/U	102.00	3,699.00	377,297.94
36001	CONEXIONES DOMICILIARES				
04889	CONEXION DOMICILIAR . INCLUYE TODOS LOS ACCESORIOS SEGÚN PLANOS HASTA LLEGAR A MEDIDOR.	C/U	102.00	1,200.00	122,400.00
94191	CAJA PREFABRICADA DE CONCRETO PARA MEDIDOR DE AGUA POTABLE PARA USO DOMICILIAR	C/U	102.00	1,299.00	132,497.94
95061	MEDIDOR DE AGUA POTABLE Diám.=½" (NO INCL. CAJA)	C/U	102.00	1,200.00	122,400.00
365	MEDIDAS DE MITIGACION Y PREVENCION DE ACCIDENTES	GBL	1.00	520,500.10	520,500.10
36501	MURO DE CONTENCIÓN DE CONTENCIÓN D CONCRETO CICLOPEO, RELACIÓN 60:40, CON ZAPATA CORRIDA DE CONCRETO 3,500 PSI Y ACERO DE REFUERZO. INCLUYE EXCAVACIÓN	m ³	138.00	3,771.74	520,500.10
370	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				119,321.65
37001	LIMPIEZA FINAL	GLB	1.00	117,263.82	117,263.82
92225	LIMPIEZA MANUAL FINAL	m ²	3,271.87	35.84	117,263.82
37003	PLACA CONMEMORATIVA	C/U	1.00	2,057.83	2,057.83
03392	PEDESTAL DE CONCRETO DE 2500 PSI REF. PARA PLACA CONMEMORATIVA	C/U	1.00	2,057.83	2,057.83
400	SANEAMIENTO				2,523,456.00
40001	OBRAS DE SANEAMIENTO	C/U.	60.00	42,057.60	2,523,456.00
	SANEAMIENTO INODORO +CASETA + POZO DE ABSORCION.	C/U.	60.00	42,057.60	2,523,456.00
1	COSTOS DIRECTOS DEL PROYECTO				9,593,947.81
2	COSTOS INDIRECTOS		15%		1,439,092.17
3	SUB TOTAL				11,033,039.98
4	IR 2%		2%		220,660.80
5	IMP MUNICIPAL		1%		110,330.40
6	IVA		15%		1,654,956.00
7	PRECIO TOTAL				13,018,987.18

4.6. Elaboración de planos constructivos y de detalles

Se realizaron todos los planos correspondientes de acuerdo a todos los datos obtenidos en el levantamiento topográfico, así como los resultados en los cálculos hidráulicos. Se presentan planos generales y de detalles por cada obra: captación, bombeo, tratamiento, almacenamiento, distribución y saneamiento (ver anexo N°8).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos durante la realización del estudio para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, nos demuestra que el proyecto es viable desde el punto de vista social y técnico; por tanto, concluimos lo siguiente:

1. El área objeto del estudio socioeconómico, cuenta con una población de 333 habitantes, aumentando en los siguientes 20 años hasta alcanzar las 562 personas de todas las edades. En este estudio también se determinó la ineficiencia en todos los aspectos del actual sistema de abastecimiento de agua.
2. Se concluye que el potencial de recursos hídricos que aporta la cuenca del Río Macuelizo, en época de estiaje (22 lps), es suficiente para satisfacer el suministro de agua que requiere la población de esta comunidad en el futuro, por tanto, se selecciona esta fuente de agua.
3. En términos generales, el resultado de los análisis físico - químico de las muestras tomadas a las aguas superficiales del el Río Macuelizo, indican que los parámetros están muy por debajo de las norma CAPRE y INAA, con excepción del parámetro del Hierro Total, el valor obtenidos en los análisis químicos en época de invierno, es superior al valor establecido en la normas y por tanto requieren de un tratamiento previo para la eliminación o adecuar este valor al valor recomendados por estas normas, para que las aguas superficiales de este río, sean aptas para consumo humano.
4. Se propone la construcción de un prefiltro horizontal en el lecho del río para la captación de agua, además de galerías de infiltración como medio de captación de emergencia en caso de que se presente una época seca extendida.
5. Se diseñó una planta de tratamiento que comprende los procesos de aireación y filtración, la misma estará acoplada al tanque de almacenamiento de 6,200 galones.

6. La red de distribución estará conformada por 2,517.97 m de tuberías distribuidas de la siguiente manera: 1,019.40 m de 2" y 1,496.57 m de 1 1/2" SDR-26.
7. Para garantizar el buen funcionamiento de la red de distribución se instalarán válvulas de limpieza y válvulas de pase en la red.
8. El costo total para la construcción del Sistema de abastecimiento de agua potable en el casco urbano de Macuelizo es de C\$ 13,018,987.18 (trece millones, dieciocho mil novecientos ochenta y siete córdobas con 18/100) al momento del estudio.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda impulsar en la comunidad beneficiada, proyectos de reforestación del área cercana a la fuente, para favorecer la infiltración de agua, y evitar la erosión y disminución del caudal de la fuente en época seca.
2. El personal que operará el sistema debe de ser capacitado efectivamente para conocer todos los por menores de las actividades que requiere la operación y mantenimiento del sistema, que garanticen su auto sostenibilidad, desde la etapa de instalación hasta la puesta en marcha del sistema.
3. Promover en la población beneficiada el uso eficiente y racional del agua potable, dándole prioridad de uso a las actividades meramente necesarias para propiciar una cultura de auto cuidado del sistema en todos los usuarios.
4. Se recomienda el mantenimiento preventivo oportuno para el funcionamiento adecuado del sistema a fin de evitar mayores averías en las tuberías, planta de tratamiento, etc.

BIBLIOGRAFIA

Alcaldía del municipio de Macuelizo. (2015). *Aforo de Macuelizo*.

“Almacenamiento y regulación de agua en el sistema de distribución”. (2017).
Recuperado de <https://www.iagua.es>

Autoridad Nacional Del Agua. (2010). *Estudio Hidrológico*.

Campos, I. (2000). *Saneamiento Ambiental*. Costa Rica.

Córdoba, M. (2016). Parámetros geomorfológicos de cuencas hidrográficas.
Recuperado de: <http://www.protubeam.com>.

Cueva del ingeniero civil. (2010). *Presupuesto de obra*.

“Definición de diagnóstico Socioeconómico”. Recuperado de
www.buenastareas.com.

Domínguez, F. (1978). *Topografía General y Aplicada*. Mundi-prensa.

De Cusa, J. (1989). *Concepto de Planos*.

“Fuentes de abastecimiento”. (2012). Recuperado de www.cepes.org.pe

“Fuentes de abastecimiento: sistema de agua potable”. Recuperado de
www.civilgeeks.com

Giménez, J. (2013). *Manual para el diseño de agua potable y alcantarillado*. México.

“Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable”. (2005). Lima.

“Normas Técnicas para El Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua”
(INAA).

“Obras de captación superficial”. Recuperado de www.ingenieria.unam.mx.

Promotoría Social. (2008). *Caracterización del Municipio de Macuelizo*. Macuelizo.

“Plan Municipal de Agua y Saneamiento”. (2015). Macuelizo, Nueva Segovia.

Promotoría Social. (2017). *Caracterización del Municipio de Macuelizo*. Macuelizo
Nueva Segovia.

“Planos Arquitectónicos”. (2013). www.Recuperado de ambientar.co.cr.

“¿Que es el estudio hidrológico?”. Recuperado de [www. Certicalia.com/estudio hidrológico](http://www.Certicalia.com/estudio hidrológico).

Ramírez, A. (2004). *PRESUPUESTACION DE OBRAS*. Sevilla.

Reyes, A. Barroso, U y Carvajal, Y. (2010). *Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas*. Universidad del Valle.

Soriano, A y Floristán, F. (2012). *SUMINISTRO DISTRIBUCIÓN Y EVALUACIÓN INTERIOR DE AGUA SANITARIA*. Barcelona.

“Tanques de almacenamiento-UANL”. Recuperado de cdigital.dgb.uanl.mx

Zamorano. (2000). *Evaluación de la calidad de agua*.

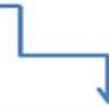
ANEXOS

Anexo N° 1: Sistema de abastecimiento de agua actual

Ojo de agua



Pila de almacenamiento 3,900 glns



PUESTOS PUBLICOS SIN PROTECCION



PUESTOS PUBLICOS CON CASETA DE PROTECCION



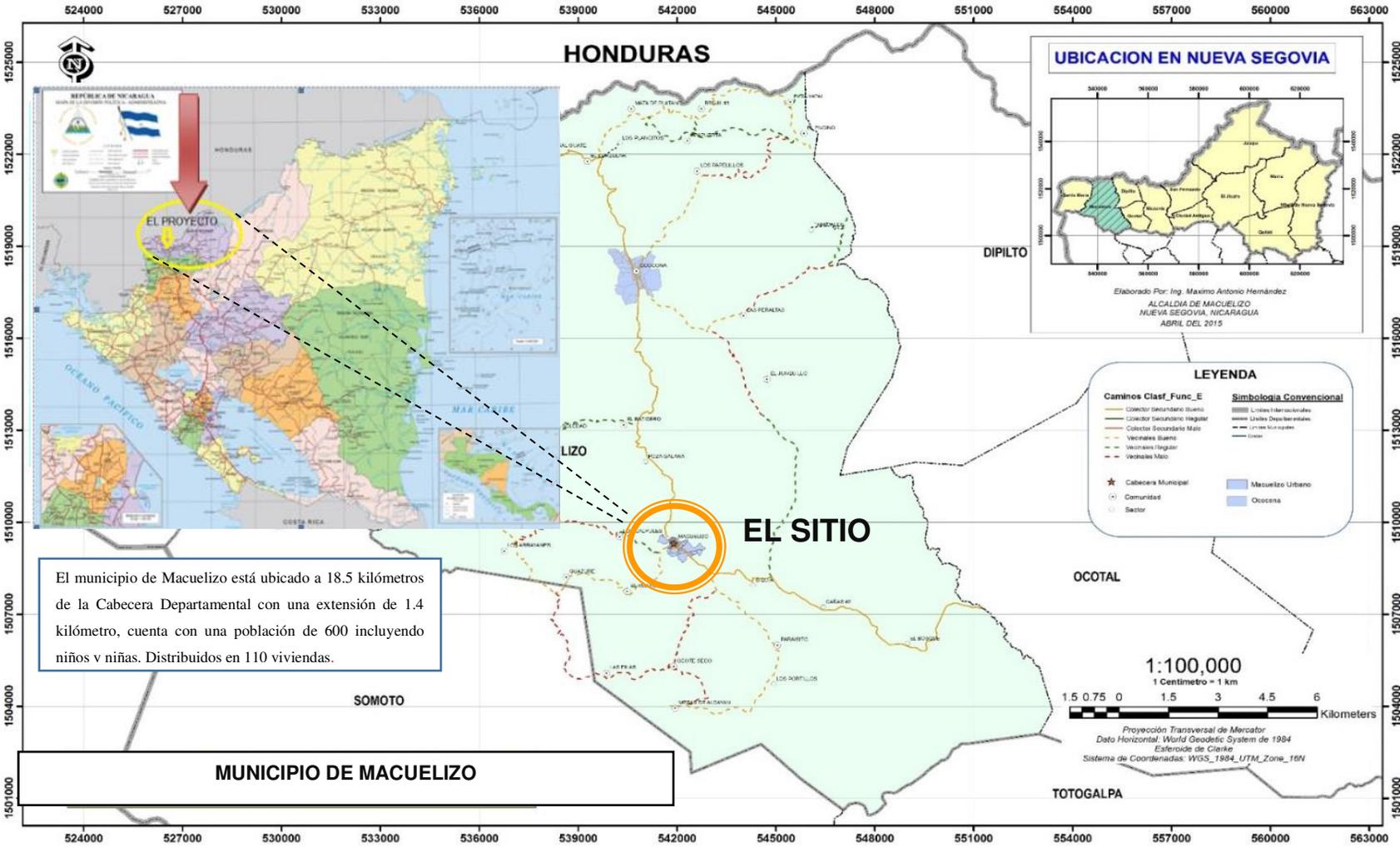
Alguna forma de almacenamiento en viviendas



COMPONENTES DE SISTEMA PARA PRESTACION DELSERVICIO

Fuente: UMAS/Alcaldía de Macuelizo

Anexo Nº 2: Localización del Proyecto (Macro y Micro)



Fuente: Inversiones y proyectos/Alcaldía Macuelizo

Anexo Nº 3: Encuesta socioeconómica



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad Tecnología de la Construcción

Formato de la encuesta socio económica del casco urbano del municipio de Macuelizo, departamento de Nueva Segovia

A. Información básica de la localidad

Encuestador(a) _____

Municipio: _____

Comunidad: _____ Fecha: _____

¿Quién es Responsable del Hogar?: Padre _____ Madre _____ Otro _____

Nombre de la persona Encuestada: _____

Tipo de Proyecto:

B. Condiciones de la vivienda

(Preg. 3, 4, 5, marcar con X una o más repuestas)

1. Tendencia de la vivienda: a) Propia _____ b) Prestada _____ c) Alquilada _____

2. Tiempo que viven en la casa: _____ año(s) _____ meses

3. Las paredes son: a) Bloque _____ b) Ladrillo _____ c) Madera _____ d) Otros _____

4. El piso es: a) Madera _____ b) Tierra _____ c) Ladrillo _____ d) Otros _____

5. El techo es: a) Zinc _____ b) Teja _____ c) Madera _____ d) Palma _____ e) Otros _____

6. ¿Cuántas divisiones tiene la vivienda?: a) Tres _____ b) Dos _____ c) No tiene _____

7. ¿Posee energía eléctrica? Si () no () ¿Cuánto paga? _____

8. ¿Red de agua? Si () no () ¿Cuánto paga? _____

9. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena _____ b) Regular _____ c) Mala _____

C. Situación económica de la familia

10. ¿Cuántas Personas del hogar trabajan?

Dentro de la Comunidad: H _____ M _____ Total _____

Fuera de la comunidad: H _____ M _____ Total _____

11. ¿Cuál es el ingreso económico del mes, en este Hogar? C\$_____
12. El último pago de energía eléctrica, realizado en el hogar: _____
13. ¿En qué trabajan las personas del hogar? a) Ganadería_____ b) Agricultura_____ c) Jornaleros _____ Otros _____ ¿Cuál?_____
14. ¿Qué cultivos realizan?
a) Arroz_____ b) Frijoles_____ c) Maíz_____ d) Otros_____
15. ¿Tienen Ganado? Sí_____ No_____
Cuánto: a) Vacuno_____ b) Equino_____ c) Caprino_____
16. ¿Tienen animales Domésticos? Sí_____ No_____
Cuántos: a) Cerdos_____ b) Gallinas_____
17. Los animales domésticos están:
a) Encerrados_____ b) Amarrados_____ c) Suelos_____
18. Los animales domésticos se abastecen de agua en:
a) El Río_____ b) Quebrada_____ c) Pozo_____

D. Información sobre el abastecimiento de agua

19. ¿Cuentan con el servicio de agua potable? _____
20. ¿Cuántas horas por día dispone de agua? _____ Horario desde la_____ Hasta las _____
21. ¿Paga usted por el servicio de agua?: si () no () Si es si, pasar a la pregunta N° 23
22. Si es no, ¿Por qué?: _____ Luego ir a la pregunta N° 25
23. Si es sí. ¿Cuánta paga al mes? _____
24. Cree usted que lo que paga por el servicio de agua es: Bajo () Justo () Elevado ()
25. La cantidad de agua que recibe es: suficiente () insuficiente ()
26. ¿Almacena usted el agua para el consumo de su familia? si () no ()
27. La calidad del agua es: buena () mala () regular ()
28. ¿Con qué presión llega el agua a la vivienda? bajo () suficiente () alto ()
29. ¿El agua llega limpia o turbia?:

Limpia todo el año () Turbia por días () Turbia por meses () Turbia todo el año ()

30. ¿Está usted satisfecho con el servicio de agua? ¿Cómo lo calificaría?

Bueno () Malo () Regular ()

31. ¿El agua antes de ser consumida le da algún tratamiento?:

Ninguno () Hierve () Otro _____

32. ¿Se abastece de otra fuente?: si () no ()

Si es no, pasar a la pregunta N° 36 Si es si, ¿Cuál es la otra fuente?:

- a. Río/ Lago () b. Lluvia () c. Camión Cisterna ()
d. Pozo () e. Manantial () f. Otro(especificar) _____

33. ¿Cuál es la distancia de la vivienda hasta la otra fuente de abastecimiento?

_____ Metros y ¿Qué tiempo se demora en ir y venir? _____ Minutos.

34. ¿Cuántas veces al día acarrea? _____

35. ¿Quiénes acarrear el agua?

¿Cuánto los mayores de 18 años? _____ Y ¿Cuánto los menores de 18 años? _____

Cada vez que acarrea, ¿cuántos viajes realiza?

¿Cuánto los mayores de 18 años? _____ Y ¿Cuánto los menores de 18 años? _____

E. Saneamiento e higiene ambiental de la vivienda

36. ¿Tienen Letrina?

Si _____ ¿En qué estado se encuentra?

a) Buena _____ b) Regular _____ c) Mala _____(verificar) No _____

¿Estaría dispuesto a construir su letrina? Sí _____ No _____

37. ¿Quiénes usan la Letrina?

a) Adultos _____ b) Niños/as _____ c) Otros familiares _____

38. La letrina está construida en suelo:

a) Rocoso _____ b) Arenoso _____ c) Arcilloso _____

39. ¿Qué hacen con las aguas servidas de la casa?

a) La riegan___ b) La dejan correr_____ c) Tienen zanja de drenaje_____ d) Tiene filtro para drenaje_____

40. ¿Existen charcas en el patio?

a) Si_____ b) No_____

41. ¿Cómo eliminan las charcas?

a) Drenando _____ b) Aterrando_____ c) Otros_____

F. Organización comunitaria:

42. ¿Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización?

Sí _____ ¿Qué tipo? a) Productiva_____ b) Social _____ c) Religiosa _____ d) Otra _____
No _____ ¿Por qué? _____

43. ¿Cuántos miembros del hogar participan en la organización comunitaria?

a) Hombres_____ b) Mujeres_____ c) Total_____

44. ¿Las personas de este hogar participarían de forma organizada, en la construcción de un proyecto de agua potable y saneamiento para su comunidad? a)

Si_____ b) No_____ c) ¿Por qué? _____

G. Situación de salud en la vivienda

45. Enfermedades padecidas por los miembros del hogar durante el pasado año (cuántos).

Enfermedades	-5	6 a 15	16 a 25	más 26	Observaciones
Diarrea					
Tos					
Resfriados					
Malaria					
Dengue					
Parasitosis					
Infección renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infecciones dérmicas					

46. ¿Están vacunados los niños y niñas?

Si_____ b) No_____ ¿Por qué? _____

47. Las personas que habitan en esta vivienda practican hábitos de higiene como:

Lavado de manos

a) Si _____ b) No _____ c) ¿Por qué? _____

¿Hacen buen uso del Agua?

a) Si _____ b) No _____ c) ¿Por qué? _____

¿Hacen buen uso de la letrina?

a) Si _____ b) No _____ c) ¿Por qué? _____

48. ¿Cuántos niños y niñas nacieron y/o fallecieron en este hogar, durante el año pasado?

Vivos/as: Niñas _____ Niños _____ Total _____

Fallecidos/as: Niñas _____ Niños _____ Total _____

GRACIAS

Nombre del Encuestador(a)

Nombre del Encuestado(a)

Anexo N° 4: Entrevista sobre la situación socioeconómica



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad Tecnología de la Construcción

Formato de la encuesta socio económica del casco urbano del municipio de Macuelizo, departamento de Nueva Segovia

Fecha: ____ / ____ / ____

Nombre del entrevistado: _____

Comunidad:

Objetivo:

Identificar las necesidades básicas y situación actual de la población en base a condiciones de vida y abastecimiento actual de agua.

Preguntas:

1. ¿Cómo considera usted la calidad y el servicio de agua que recibe la población del municipio de Macuelizo?

2. ¿Es potable el agua que consume la población? Háblenos un poco acerca del sistema de abastecimiento de agua de la población del Municipio de Macuelizo.

3. ¿Cuál es la fuente de abastecimiento de agua?

4. ¿Hace cuantos años se construyó el sistema de agua existente?

5. ¿En qué consiste el sistema de almacenamiento de agua y como es su distribución?

6. ¿Cree usted que sea necesario la construcción de un nuevo sistema de agua potable?

Anexo Nº 5 Resumen Meteorológico Anual

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIO TERRITORIALES													
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA													
RESUMEN METEOROLÓGICO ANUAL													
ESTACIÓN	MACUELIZO/MACUELIZO						COORDENADAS			LATITUD 13°28'36"N			
CÓDIGO	45008						LONGITUD 86°36'00"W						
DATOS	Precipitación en (mm)						ELEVACIÓN 700 msnm						
AÑO	1963-2009												
Tipo PV													
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1963	5.01	1.8	48.3	41.6	130.8	28.5	18.7	140.7	152.3	102.5	9	732.6	1411.81
1964	3.3	2.5	0	23.6	31.2	333.3	121.1	99.5	80.1	171	34	9.9	909.5
1965	0.2	0	6.6	0	210	89.5	48.9	39.4	260.6	109.8	22.5	0	787.5
1966	6.1	0	80.7	27.7	236.2	161.5	197.3	134.5	129.6	258	41	27.2	1299.8
1967	5.1	0	12.7	28.6	7.4	187.1	156.8	73	107.3	122.6	42.7	17.4	760.7
1968	3.2	3.3	2.6	1.8	356.2	157.9	73.5	172.9	175.8	251.7	37.7	3.6	1240.2
1969	8.2	6.8	31.9	98	82.5	301.5	66.4	135.8	330	337.9	23.4	10.6	1433
1970	8.4	0	5.6	80.5	133.7	18.9	158.3	101.7	194.5	126.5	27.8	19.5	875.4
1971	4.3	2.3	0	0	182	30.3	74.5	88.4	165.6	426	62.2	21.3	1056.9
1972	9.9	0	0	0	89.2	48.3	17	27	79.2	120	10.7	7.1	408.4
1973	4.8	0	0	5.9	130.1	121.5	93.9	128.1	140.4	225.8	28.6	19.2	898.3
1974	15	0.5	6.8	3.8	187.6	115.7	82.7	51.8	304.5	138.8	11.1	4.7	923
1975	11	0.8	1.2	0	36.3	10.4	84.7	30	301.5	208.4	113.6	0	797.9
1976	5.7	0	3	5.5	34.7	270.2	14.3	57.4	41.4	133.8	21.3	3.5	590.8
1977	0	0	0	4.8	286	131.5	41	63	46.5	49.5	92.8	4.3	719.4
1978	19.5	0.3	32	17	165.8	97.9	110.7	63.5	132.2	79.5	13.2	13.2	744.8
1979	1.7	0	3	167.6	20	195.9	114.5	62.2	177.98	139.78	3.4	20	906.06
1980	0.3	0.8	0.4	6.3	167.4	125.2	96.5	50.8	226.9	326.9	15.4	3.4	1020.3
1981	0	23.6	0.8	8.3	152.7	233.9	73.2	236.2	221.7	128.6	15.9	38.9	1133.8
1982	0.7	0	0	75.9	316.2	138.1	173.3	70.2	157.2	197.6	90.6	3.3	1223.1
1983	0	1.2	21.1	42.5	200.7	351.9	16.3	61.2	122.8	47.3	38.3	0.2	903.5
1984	2	3.2	30	48.7	26.3	117.2	107.7	76.7	225.3	92.2	40.2	0.3	769.8
1985	0	0	0	77.8	118.1	36	126.2	59.8	164.9	364.4	1.3	13.8	961
1986	0	0	0	12	160.2	157.2	83	34	153	102.7	32.9	2.3	737.3
1987	4.7	0	69.6	0	100.7	160.3	549.9	176.9	24.3	70.1	0	0	1156.5
1988	1	1.13	16.59	50.68	143.33	167.62	143.38	92.21	160.61	154.45	26.24	10.23	967.47
1989	3.75	7.96	26.09	82.41	110.7	83.7	39.6	138	257.3	11.6	70.6	0	831.71
1990	0	0	48.6	140.6	108.8	81.6	42.2	114.1	119	273.3	187.2	3	1118.4
1991	0	0	0	0	60.7	92.34	61.37	131.01	206.5	244.1	65.4	0	861.42
1992	0	39.6	0	14.1	161.7	147.1	88.3	67.6	394	195.4	0	11.1	1118.9
1993	12.4	11.6	72.7	196.2	391.4	130.1	40.2	115.2	276.4	121.9	1.1	1.6	1370.8
1994	8.4	1.2	2.1	35.4	139.2	50.9	10	128.1	43.5	107.6	0	0	526.4
1995	0	0	81.6	181.5	20	120.9	31.7	318.6	163.2	162	3	30.4	1112.9
1996	0.5	10	0	80.1	76.1	29.1	179.6	183.7	194	422.6	60.6	2.2	1238.5
1997	3.7	1.3	3.5	14.6	34.4	204.3	36	32.5	273.2	103.6	66.5	0	773.6
1998	0	0	141	0	237.7	177.1	136	193	423.3	1006.1	97.4	30.3	2441.9
1999	19	54.7	41.7	47.3	62.8	20.6	191.5	74.1	1034.8	439.5	407	98.1	2491.1
2000	0	0	0	0	187.1	75	209.7	64.1	280.5	67.2	9.1	15.6	908.3
2001	0	0	30.7	0	101.9	0	30.5	62.3	29.1	281.7	122.4	0	658.6
2002	10	0	0	34.9	325.7	361.3	62.6	32.5	136.9	123.4	23.5	0	1110.8
2003	0	0	0	0	132.1	90.9	13.2	31.4	92	104.3	57.9	5.2	527
2004	5	0	3.5	1	22.4	44.8	45.6	27.6	143.1	110.8	0	0	403.8
2005	0	0	5.1	3.1	303.2	355.6	179.5	0	30.6	151.6	35.1	0	1063.8
2006	50.1	26.2	22.6	93.4	255.7	285.6	228.4	238.1	188.7	112.9	146.8	34.5	1683
2007	24.3	0.2	2.4	72.3	197.1	419.3	211.5	180.7	201.8	247.6	88.3	46.9	1692.4
2008	52.1	5.9	17.2	4.4	130.9	114.9	279.8	166.4	125.5	114.6	85.7	85.9	1183.3
2009	27.2	6.2	30.5	27.4	32.7	177.1	145.26	89.72	246.05	175.39	95.98	28.62	1082.12
Promedio	7.32	4.63	19.61	40.38	147.77	148.90	111.01	102.51	198.60	197.02	53.87	30.00	1061.63
Dos.Est.													
Máximo	19.00	54.70	41.70	47.30	62.80	20.50	191.50	74.10	1034.80	439.50	407.09	98.10	2491.09
Mínimo	5.00	0.00	3.50	1.00	22.40	44.80	45.60	27.60	143.10	110.80	0.00	0.00	403.8

Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. INETER

Anexo N° 6: Resultados de pruebas de laboratorio físico-químicos de agua

LABORATORIO CIDEA

UCA/CIDEA PG-19 FERC

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS DE AREA DE MICROBIOLOGIA

ORDEN No: 19-328
CLIENTE: ALCALDÍA DE MACUELIZO-MEDIO AMBIENTE
DIRECCION: MACUELIZO-OCOTAL
DESCRIPCION DE LA MUESTRA: AGUA DE SUPERFICIAL DE CUERPO NATURAL
PROCEDENCIA: RIO MACUELIZO
ROTULACION DE LA MUESTRA: RÍO MACUELIZO
CODIGO MUESTRA: MIC-19-344
FECHA DE MUESTREO: 12/07/2019; 9:00am
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA: 12/07/2019 15:43:00
FECHA DE ENSAYO: 12/17/17 al 17/07/19
FECHA DE ENTREGA: 25/08/2019 10:33:20
MUESTRA TOMADA POR: ANALISTA-CIDEA



ANALISIS	METODO	RESULTADOS	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
COLIFORMES FECALES	9221 E. FERMENTACION DE TUBOS MULTIPLES (ACREDITADO)*	48 NMP/100ml	
COLIFORMES TOTALES	9221 B. FERMENTACION DE TUBOS MULTIPLES (ACREDITADO)*	> 1,600 NMP/100ml	
RECUESTO DE HETEROTROFAS DIFUSA (RECUESTO TOTAL DE	9215 C. PLACA	Incontable	



BACTERIAS)

OBSERVACIONES

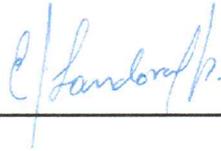
LABORATORIO CIDEA

UCA/CIDEA PG-19 FERC

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS DE AREA DE MICROBIOLOGIA

DECLARACION: ESTE INFORME REPORTA, LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA ENVIADA A NUESTRO LABORATORIO PARA SU EVALUACION. ES NUESTRA POLITICA APLICAR LOS METODOS QUE CUMPLAN LOS REQUISITOS DEL CLIENTE Y SEAN APROPIADOS PARA LOS ENSAYOS. EL CLIENTE PUEDE DUPLICAR Y/O PUBLICAR ESTOS RESULTADOS UNICAMENTE EN FORMA TOTAL.

NOTA: ESTOS RESULTADOS NO SON VALIDOS SIN LA FIRMA Y SELLO AUTORIZADO POR LA DIRECCION DEL CIDEA-UCA.



COORDINADOR LABORATORIO CIDEA

ERICK SANDOVAL PALACIOS

Cc. ARCH

-----ULTIMA LINEA-----



LABORATORIO CIDEA

UCA/CIDEA PG-19 FERC

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS DE AREA DE FISICO QUIMICA DE AGUA

ORDEN No: 19-328

CLIENTE: ALCALDÍA DE MACUELIZO-MEDIO AMBIENTE

DIRECCION: MACUELIZO-OCOTAL

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: AGUA DE SUPERFICIAL DE CUERPO NATURAL

PROCEDENCIA: RIO MACUELIZO

ROTULACION DE LA MUESTRA: RÍO MACUELIZO

CODIGO MUESTRA: FQ-19-457

FECHA DE MUESTREO: 12/07/2019; 9:00am

FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA: 12/07/2019 15:43:00

FECHA DE ENSAYO: 12/07-09/08/2019

FECHA DE ENTREGA: 25/08/2019 10:33:08

MUESTRA TOMADA POR: ANALISTA-CIDEA



ANALISIS	METODO	RESULTADOS / INCERTIDUMBRE	LIMITE DETECCION	UNIDAD DE MEDIDA	NIVELES ACEPTABLES
CLORUROS	4500-C-B. TITULACION ARGENTOMETRICA	5	No calculado	mg/L	25-250
CLORO RESIDUAL IN SITU	ELECTROMETRICO	< l.d	0.01	mg/L	0.5-1.0
CONDUCTIVIDAD	2510 B. CONDUCTIMETRO (VALIDADO POR EL LABORATORIO)**	174.0	0.01	µ S/cm	400
DUREZA TOTAL	2340 C. TITULACION COMPLEXOMETRICA CON EDTA	63	No calculado	mg/L CaCO ₃	400
NITROGENO NITRATO	ESPECTROFOTOMETRICO REDUCCION DE CADMIO MODIFICADO DE MORRIS AND RILEY (ANAL. CHIM. ACTA, 29:272, 1963) (VALIDADO POR EL LABORATORIO)**	0.05	0.04	mg/L	25-45
PH. EN EL LABORATORIO	4500-H+ B. POTENCIOMETRICO (ACREDITADO)*	7.55±0.03	0.01	Valor pH	6.5-8.5
HIERRO TOTAL	3500 Fe B. ESPECTROFOTOMETRICO, FENANTROLINA	3.299	0.13	mg/L	0.3



TURBIDEZ	2130 B. NEFELOMETRICO	55.0	0.01	NTU	1-5
SULFATOS	4500-SO42- E. TURBIDIMETRICO	12.8	0.23	mg/L	25-250

LABORATORIO CIDEA

UCA/CIDEA PG-19 FERC

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS DE AREA DE FISICO QUIMICA DE AGUA

SUBCONTRATACIONES					
ANALISIS	METODO	RESULTADOS / INCERTIDUMBRE	LIMITE DETECCION	UNIDAD DE MEDIDA	NIVELES ACEPTABLES
COLOR	2120-B	< l.d	5	unidades Pt/Co	1-15
SODIO	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado
MANGANESO	3500 Mn B	< l.d	0.07	mg/L	0.1-0.5
CROMO	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado
ALUMINIO	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado
ZINC	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado
CADMIO	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado
SELENIO	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado
COBRE	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado
ARSENICO	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado
PLOMO	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado
MERCURIO	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado

OBSERVACIONES

Se utilizan los procedimientos establecidos en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22th Edition, 2012.

* Niveles aceptables según: norma capre cuadro 2, cuadro 3 y cuadro 4

Los metales y el color verdadero sera subidos mas tardes debido a que el laboratorio donde subcontratamos los metales y el color verdadero se le daño el equipo por eso buscamos otro laboratorio.

DECLARACION: ESTE INFORME REPORTA, LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA ENVIADA A NUESTRO LABORATORIO PARA SU EVALUACION. ES NUESTRA POLITICA APLICAR LOS METODOS QUE CUMPLAN LOS REQUISITOS DEL CLIENTE Y SEAN APROPIADOS PARA LOS ENSAYOS. EL CLIENTE PUEDE DUPLICAR Y/O PUBLICAR ESTOS RESULTADOS UNICAMENTE EN FORMA TOTAL.

NOTA: ESTOS RESULTADOS NO SON VALIDOS SIN LA FIRMA Y SELLO AUTORIZADO POR LA DIRECCION DEL CIDEA-UCA.

**COORDINADOR LABORATORIO CIDEA****ERICK SANDOVAL PALACIOS**

Cc. ARCH

-----ULTIMA LINEA-----



Instituto de Capacitación, Investigación y Desarrollo Ambiental - UCA | Nicaragua
Rotonda Rubén Darío 150 metros al oeste. Edificio R, Universidad
Centroamericana
PBX: (505) 2278-3923 al 27 ext. 1140
cidea@uca.edu.ni
www.uca.edu.ni

AUSJAL
ASOCIACION DE UNIVERSIDADES
CENTROAMERICANAS DE LA GUAYAMA DE JESUITAS
EN AMERICA LATINA

LABORATORIO CIDEA

UCA/CIDEA PG-19 FERC

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS DE CROMATOGRAFIA

ORDEN No: 19-328
CLIENTE: ALCALDÍA DE MACUELIZO-MEDIO AMBIENTE
DIRECCION: MACUELIZO-OCOTAL
DESCRIPCION DE LA MUESTRA: AGUA DE SUPERFICIAL DE CUERPO NATURAL
PROCEDENCIA: RIO MACUELIZO
ROTULACION DE LA MUESTRA: RÍO MACUELIZO
CODIGO MUESTRA: CR-19-4
FECHA DE MUESTREO: 12/07/2019; 9:00am
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA: 12/07/2019 15:43:00
FECHA DE ENSAYO 21/08/2019
FECHA DE ENTREGA 25/08/2019 10:33:22
MUESTRA TOMADA POR: ANALISTA-CIDEA

ANALISIS	METODO	NIVELES ACEPTABLES	RESULTADOS
ORGANOFOSFORADO - ORGANOCLORADO	-	-	-
- 4,4-DDD	CROMATOGRAFIA DE GASES	MB	MB
- 4,4-DDE	CROMATOGRAFIA DE GASES	MB	MB
- 4,4-DDT	CROMATOGRAFIA DE GASES	MB	MB
- ALDRIN	CROMATOGRAFIA DE GASES	MB	MB
- ALPHA - BHC	CROMATOGRAFIA DE GASES	MB	MB
- BETA - BHC	CROMATOGRAFIA DE GASES	MB	MB
- CHLORDANE	CROMATOGRAFIA DE GASES	MB	MB
- CLORPIRIFOS	CROMATOGRAFIA DE GASES	MB	MB
- DICLORVOS	CROMATOGRAFIA DE GASES	MB	MB
- DIELDRIN	CROMATOGRAFIA DE GASES	MB	MB



Instituto de Capacitación, Investigación y Desarrollo Ambiental - UCA | Nicaragua
 Rotonda Rubén Darío 150 metros al oeste. Edificio R, Universidad
 Centroamericana
 PBX: (505) 2278-3923 al 27 ext. 1140
cidea@uca.edu.ni
www.uca.edu.ni

AUSJAL
 ASOCIACION DE UNIVERSIDADES
 CONECTADAS AL COMPROMISO DE JESUITAS
 EN AMERICA LATINA

- ETION	CROMATOGRAFIA DE GASES	MB	MB
- GAMMA - BHC	CROMATOGRAFIA DE GASES	MB	MB
- HEPTACHLOR EPOXIDE ISOMER	CROMATOGRAFIA DE GASES	MB	MB

LABORATORIO CIDEA

UCA/CIDEA PG-19 FERC

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS DE CROMATOGRAFIA

- HEPTACHLORBENZENE	CROMATOGRAFIA DE GASES	MB	MB
- METIL CLORPIRIFOS	CROMATOGRAFIA DE GASES	MB	MB
- MTREX	CROMATOGRAFIA DE GASES	MB	MB

OBSERVACIONES

NINGUNA

DECLARACION: ESTE INFORME REPORTA, LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA ENVIADA A NUESTRO LABORATORIO PARA SU EVALUACION. ES NUESTRA POLITICA APLICAR LOS METODOS QUE CUMPLAN LOS REQUISITOS DEL CLIENTE Y SEAN APROPIADOS PARA LOS ENSAYOS. EL CLIENTE PUEDE DUPLICAR Y/O PUBLICAR ESTOS RESULTADOS UNICAMENTE EN FORMA TOTAL.

NOTA: ESTOS RESULTADOS NO SON VALIDOS SIN LA FIRMA Y SELLO AUTORIZADO POR LA DIRECCION DEL CIDEA-UCA.



COORDINADOR LABORATORIO CIDEA

ERICK SANDOVAL PALACIOS

Cc. ARCH

-----ULTIMA LINEA -----



Instituto de Capacitación, Investigación y Desarrollo Ambiental - UCA | Nicaragua
Rotonda Rubén Darío 150 metros al oeste. Edificio R, Universidad
Centroamericana

PBX: (505) 2278-3923 al 27 ext. 1140

cidea@uca.edu.ni

www.uca.edu.ni

AUSJAL
ASOCIACION DE UNIVERSIDADES
CONFEDERACION DE UNIVERSIDADES JESUITAS
EN AMERICA LATINA

LABORATORIO CIDEA

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS DE CROMATOGRAFIA

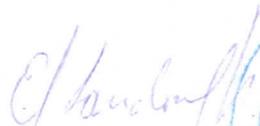
Orden No. : 17-328
 Cliente : ALCALDIA DE MACUELIZO
 Dirección : MACUELIZO-OCOTAL
 Descripción de la muestra : Agua de Rio
 Procedencia : Macuelizo
 Rotulación de la muestra : Agua de Rio Macuelizo
 Código de muestra : CR-17-4
 Fecha de muestreo : 12/07/2017 Hora 9:00 Am
 Fecha de recepción : 12/07/2017 Hora 15:43:00
 Fecha del ensayo : Del 14 al 16 de Julio 2016.
 Fecha de entrega : 17/08/17.
 Muestra tomada por : Técnico Instituto CIDEA

ENSAYOS	MÉTODO	RESULTADOS/ INCERTIDUMBRE	LIMITE DETECCION	UNIDAD DE MEDIDA	*RANGOS ACEPTABLES
<i>Plaguicidas Organoclorados</i>					
ALFA-HCH	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	N.D	22.5	µg/L ⁻¹	NO ESP.
HCB	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	N.D	21.9	µg/L ⁻¹	NO ESP.
BETA-HCH	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	N.D	19.1	µg/L ⁻¹	NO ESP.
DELTA-HCH	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	N.D	13.6	µg/L ⁻¹	NO ESP.
HEPTACLORO	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	N.D	12.2	µg/L ⁻¹	0.03
ALDRIN	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	N.D	24.7	µg/L ⁻¹	0.03
HEPTACLORO- EPÓXIDO	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	N.D	25.8	µg/L ⁻¹	0.03
CHLORDANE	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	N.D	25.2	µg/L ⁻¹	0.2
4,4 DDE	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	N.D	22.4	µg/L ⁻¹	NO ESP.
DDE DRIN	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	N.D	28.9	µg/L ⁻¹	NO ESP.
4,4 DDD	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	N.D	19.8	µg/L ⁻¹	NO ESP.
4,4 DDT	Extracción fase solida 6630-B (Standard	N.D	23.5	µg/L ⁻¹	NO ESP.

MIREX	Method Modificado) Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	N.D	23.9	μgL^{-1}	NO ESP.
Plaguicidas Organofosforados					
METHAMIDOPHOS	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	N.D	10	μgL^{-1}	NO ESP.
THIABENDAZOLE	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	N.D	10	μgL^{-1}	NO ESP.
DICHLORVOS	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	N.D	10	μgL^{-1}	NO ESP.
CARBARYL	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	0.15	10	μgL^{-1}	NO ESP.
IMAZALIL	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	N.D	10	μgL^{-1}	NO ESP.
CARBENDAZIM	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	N.D	10	μgL^{-1}	NO ESP.
AZOXYSTROBIN	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	1.03	10	μgL^{-1}	NO ESP.
ETHION	Extracción fase solida 6630-B (Standard Method Modificado)	0.21	10	μgL^{-1}	NO ESP.
OBSERVACIONES: Se utilizan los procedimientos establecidos en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th Edition, 2005. * Valor recomendado, según: Normas de Calidad del Agua para Consumo Humano. NORMAS CAPRE. 1994. NO ESP = No especifico en la norma de Calidad del Agua para Consumo Humano. NORMAS CAPRE. 1994. N.D = No Detectado					

Declaración: Este informe reporta los resultados de la muestra enviada a nuestro laboratorio para su evaluación. Es nuestra política aplicar los métodos que cumplan los requisitos del cliente y sean apropiados para los ensayos.
El cliente puede duplicar y/o publicar estos resultados únicamente en forma total.

NOTA: ESTOS RESULTADOS NO SON VÁLIDOS SIN LA FIRMA Y SELLO AUTORIZADOS POR LA DIRECCIÓN DEL CIDEA-UCA.



MSc. Erick Sandoval Palacios
Coordinador del Laboratorio CIDEA-UCA

Cc. Arch.

ULTIMA LINEA

LABORATORIO CIDEA

UCA/CIDEA PG-19

FERC SUSTITUCION DE

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS DE AREA DE FISICO QUIMICA DE AGUA

ORDEN No: 19-328
CLIENTE: ALCALDÍA DE MACUELIZO-MEDIO AMBIENTE
DIRECCION: MACUELIZO-OCOTAL
DESCRIPCION DE LA MUESTRA: AGUA DE SUPERFICIAL DE CUERPO NATURAL
PROCEDENCIA: RIO MACUELIZO
ROTULACION DE LA MUESTRA: RÍO MACUELIZO
CODIGO MUESTRA: FQ-19-457
FECHA DE MUESTREO: 12/07/2019; 9:00am
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA: 12/07/2019 15:43:00
FECHA DE ENSAYO: 12/07-29/08/2019
FECHA DE ENTREGA: 25/08/2019 10:33:08
MUESTRA TOMADA POR: ANALISTA-CIDEA

ANALISIS	METODO	RESULTADOS / INCERTIDUMBRE	LIMITE DE DETECCION	UNIDAD DE MEDIDA	NIVELES ACEPTABLES
CLORUROS	4500-C-B. TITULACION ARGENTOMETRICA	5	No calculado	mg/L	25-250
COLOR RESIDUAL IN SITU	ELECTROMETRICO	< l.d	0.01	mg/L	0.5-1.0
CONDUCTIVIDAD	2510 B. CONDUCTIMETRO (VALIDADO POR EL LABORATORIO)**	174.0	0.01	µ S/cm	400
DUREZA TOTAL	2340 C. TITULACION COMPLEXOMETRICA CON EDTA	63	No calculado	mg/L CaCO3	400
NITROGENO NITRATO	ESPECTROFOTOMETRICO REDUCCION DE CADMIO MODIFICADO DE MORRIS AND RILEY (ANAL. CHIM. ACTA, 29:272, 1963) (VALIDADO POR EL LABORATORIO)**	0.05	0.04	mg/L	25-45
PH. EN EL LABORATORIO	4500-H+ B. POTENCIOMETRICO (ACREDITADO)*	7.55±0.03	0.01	Valor pH	6.5-8.5



HIERRO TOTAL	3500 Fe B. ESPECTROFOTOMETRICO, FENANTROLINA	3.299	0.13	mg/L	0.3
TURBIDEZ	2130 B. NEFELOMETRICO	55.0	0.01	NTU	1-5
SULFATOS	4500-SO42- E. TURBIDIMETRICO	12.8	0.23	mg/L	25-250

LABORATORIO CIDEA

UCA/CIDEA PG-19 FERC

**SUSTITUCION DE
INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS DE AREA DE FISICO QUIMICA DE AGUA**

SUBCONTRATACIONES					
ANALISIS	METODO	RESULTADOS / INCERTIDUMBRE	LIMITE DETECCION	UNIDAD DE MEDIDA	NIVELES ACEPTABLES
COLOR	2120-B	< l.d	5	unidades Pt/Co	1-15
SODIO	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado	sub contratado
MANGANESO	3500 Mn B	< l.d	0.07	mg/L	0.1-0.5
CROMO	E. Rotrery etal, 1988	< l.d	0.46	μ g/L	No esp
ALUMINIO	E. Rotrery etal, 1988	969.93	5.56	μ g/L	No esp
ZINC	E. Rotrery etal, 1979	< l.d	35.95	μ g/L	No esp
CADMIO	E. Rotrery etal, 1988	< l.d	0.15	μ g/L	No esp
SELENIO	E. Rotrery etal, 1984	< l.d	4.43	μ g/L	No esp
COBRE	E. Rotrery etal, 1988	5.66	1.24	μ g/L	No esp
ARSENICO	E. Rotrery etal, 1984	6.33	0.99	μ g/L	No esp
PLOMO	E. Rotrery etal, 1988	< l.d	0.84	μ g/L	No esp
MERCURIO	E. Rotrery etal, 1984	0.53	0.09	μ g/L	No esp

OBSERVACIONES

Se utilizan los procedimientos establecidos en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22th Edition, 2012.

* Niveles aceptables según: norma capre cuadro 2, cuadro 3 y cuadro 4

El análisis de sodio no se pudo realizar debido a que el laboratorio al que se le llevo la muestra se le daño el equipo y en el otro laboratorio donde la llevamos no pudieron hacer ese parámetro debido a que no cumplía condiciones.

DECLARACION: ESTE INFORME REPORTA, LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA ENVIADA A NUESTRO LABORATORIO PARA SU EVALUACION. ES NUESTRA POLITICA APLICAR LOS METODOS QUE CUMPLAN LOS REQUISITOS DEL CLIENTE Y SEAN APROPIADOS PARA LOS ENSAYOS. EL CLIENTE PUEDE DUPLICAR Y/O PUBLICAR ESTOS RESULTADOS UNICAMENTE EN FORMA TOTAL.

NOTA: ESTOS RESULTADOS NO SON VALIDOS SIN LA FIRMA Y SELLO AUTORIZADO POR LA DIRECCION DEL CIDEA-UCA.



COORDINADOR LABORATORIO CIDEA



Instituto de Capacitación, Investigación y Desarrollo Ambiental - UCA | Nicaragua
Rotonda Rubén Darío 150 metros al oeste. Edificio R, Universidad
Centroamericana
PBX: (505) 2278-3923 al 27 ext. 1140
cidea@uca.edu.ni
www.uca.edu.ni

AUSJAL
ASOCIACION DE UNIVERSIDADES
CENTROAMERICANAS Y JESUITAS
EN AMERICA LATINA

Anexo N° 7: Resultados modelación hidráulica EPANET

A7.1. CONSUMO MÁXIMO HORARIO

Tabla de Red - Nudos

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión 4	763	0.05	765.25	2.25
Conexión 5	733.50	0.10	764.34	30.84
Conexión 6	709	0.17	764.04	55.04
Conexión 7	732.20	0.12	764.33	32.13
Conexión 8	721.50	0.10	763.74	42.24
Conexión 9	717	0.10	763.64	46.64
Conexión 10	715	0.05	763.62	48.62
Conexión 11	708	0.05	726.43	18.43
Conexión 12	708	0.03	726.43	18.43
Conexión 13	731	0.05	764.31	33.31
Conexión 14	723	0.08	764.33	41.33
Conexión 15	726	0.03	764.33	38.33
Conexión 16	720	0.03	726.73	6.73
Conexión 17	707.8	0.08	726.49	18.69
Conexión 18	707.9	0.05	726.44	18.54
Conexión 19	705.5	0.05	726.44	20.94
Conexión 20	705.7	0.03	726.44	20.74
Conexión 21	708	0.03	726.47	18.47
Conexión 22	708	0.00	726.47	18.47
Conexión 23	706.4	0.03	726.44	20.04
Conexión 24	705	0.03	726.44	21.44
Conexión 25	706.6	0.03	726.43	19.83
Conexión 26	706.9	0.05	726.43	19.53
Conexión 27	704.6	0.03	726.43	21.83
Conexión 28	684.5	0.05	726.43	41.93
Conexión 29	697	0.03	726.45	29.45
Conexión 30	680.6	0.10	726.37	45.77
Conexión 31	684	0.05	726.36	42.36

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión 32	698	0.03	726.37	28.37
Conexión 33	691	0.05	726.44	35.44
Conexión 34	689	0.03	726.44	37.44
Conexión 35	708	0.08	764.00	56.00
Depósito 1	764.30	-0.93	765.30	1.00
Depósito 2	725.89	-0.80	726.89	1.00

A7.2. CONDICIÓN SIN CONSUMO

Tabla de Red - Nudos

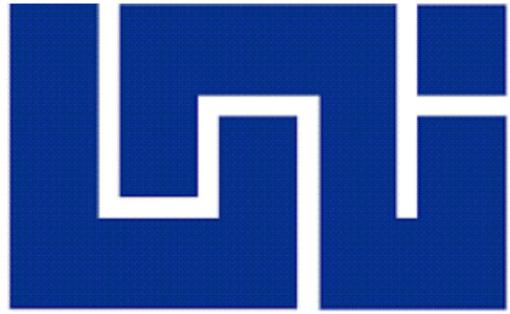
ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión 4	763	0.00	765.30	2.30
Conexión 5	733.50	0.00	765.30	31.80
Conexión 6	709	0.00	765.30	56.30
Conexión 7	732.20	0.00	765.30	33.10
Conexión 8	721.50	0.00	765.30	43.80
Conexión 9	717	0.00	765.30	48.30
Conexión 10	715	0.00	765.30	50.30
Conexión 11	708	0.00	726.89	18.89
Conexión 12	708	0.00	726.89	18.89
Conexión 13	731	0.00	765.30	34.30
Conexión 14	723	0.00	765.30	42.30
Conexión 15	726	0.00	765.30	39.30
Conexión 16	720	0.00	726.89	6.89
Conexión 17	707.8	0.00	726.89	19.09
Conexión 18	707.9	0.00	726.89	18.99
Conexión 19	705.5	0.00	726.89	21.39
Conexión 20	705.7	0.00	726.89	21.19
Conexión 21	708	0.00	726.89	18.89
Conexión 22	708	0.00	726.89	18.89
Conexión 23	706.4	0.00	726.89	20.49
Conexión 24	705	0.00	726.89	21.89
Conexión 25	706.6	0.00	726.89	20.29
Conexión 26	706.9	0.00	726.89	19.99
Conexión 27	704.6	0.00	726.89	22.29
Conexión 28	684.5	0.00	726.89	42.39
Conexión 29	697	0.00	726.89	29.89
Conexión 30	680.6	0.00	726.89	46.29
Conexión 31	684	0.00	726.89	42.89

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión 32	698	0.00	726.89	28.89
Conexión 33	691	0.00	726.89	35.89
Conexión 34	689	0.00	726.89	37.89
Conexión 35	708	0.00	765.30	57.30
Depósito 1	764.30	0.00	765.30	1.00
Depósito 2	725.89	0.00	726.89	1.00

Anexo Nº 8: Planos

Los planos realizados fueron los siguientes:

ÍNDICE DE PLANOS		
CONSECUTIVO		CONTENIDO
L1	01	CARÁTULA E ÍNDICE
HS-02	02	SITUACIÓN SIN PROYECTO-SISTEMA EXISTENTE
TP-03	03	PLANO DE CONTROL TOPOGRÁFICO-CURVAS/BM's
HS-04	04	PLANTA PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN
HS-05	05	PLANO DE RED DE DISTRIBUCIÓN CON PROYECTO
HS-06	06	PLANO DE PREDIO DE OBRA DE CAPTACIÓN
HS-07	07	PLANO DE PREDIO Y TERRAZA-SITIO DE SIST DE TRAT Y TANQUE PROP
HS-08	08	PLANO DE OBRAS EN PREDIO DE SIST DE TRAT Y TANQUE PROP
ES-09	09	PLANO ESTRUCTURAL 1-FILTRO LENTO Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO
ES-10	10	PLANO ESTRUCTURAL 2-FILTRO LENTO Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO
HS-11,12	11,12	PLANTA Y DETALLES 1 Y 2 FILTRO LENTO, TANQUE DE ALMACENAMIENTO
HS-13	13	PLANO DE SARTA DE BOMBEO 2"
EL-14	14	PLANO DE OBRAS ELECTRICAS EN PREDIO DE POZO
EL-15	15	PLANO DE DIAGRAMA INIFILAR Y DETALLES
EL-16	16	NOTAS GENERALES ELESTRICAS Y DETALLES
EL-17,18	17,18	OBRAS ELECTRICAS EN PREDIO DE PLANTA DE TRATAMIENTO
HS-19	19	PLANO DE DETALLES GENERALES DE AGUA POTABLE
HS-20	20	PLANO DE CASETA EN PREDIO DE PLANTA DE TRATAMIENTO
HS-21	21	PLANO DE CASETA DE CONTROLES ELECTRICOS EN OBRA DE CAPTACIÓN
S-22-24	22-24	OBRA DE SANEAMIENTO-INODORO CONVENCIONAL+POZO DE ABSORCIÓN

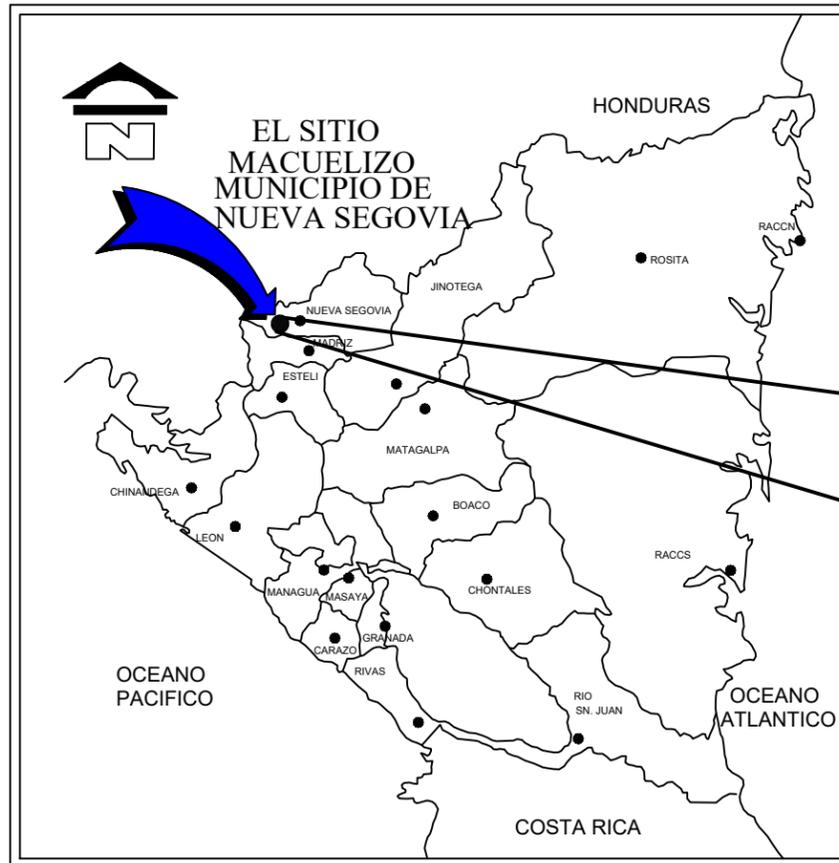


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad Tecnología de la Construcción

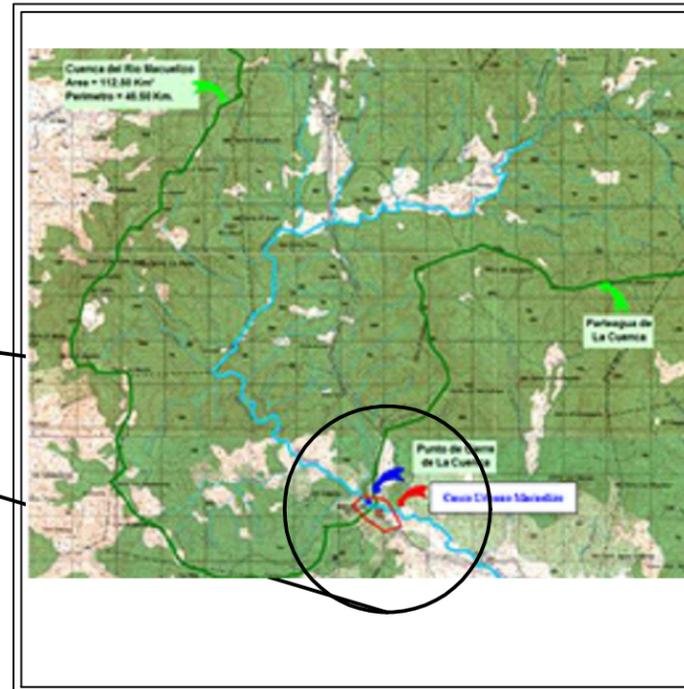
Líder en Ciencia y Tecnología

“Proyecto: Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el casco urbano del municipio de Macuelizo, departamento de Nueva Segovia”



MACROLOCALIZACION DEL PROYECTO

SIN ESCALA



UBICACION DE MACUELIZO CASCO URBANO
HOJA CARTOGRAFICA

MICROLOCALIZACION

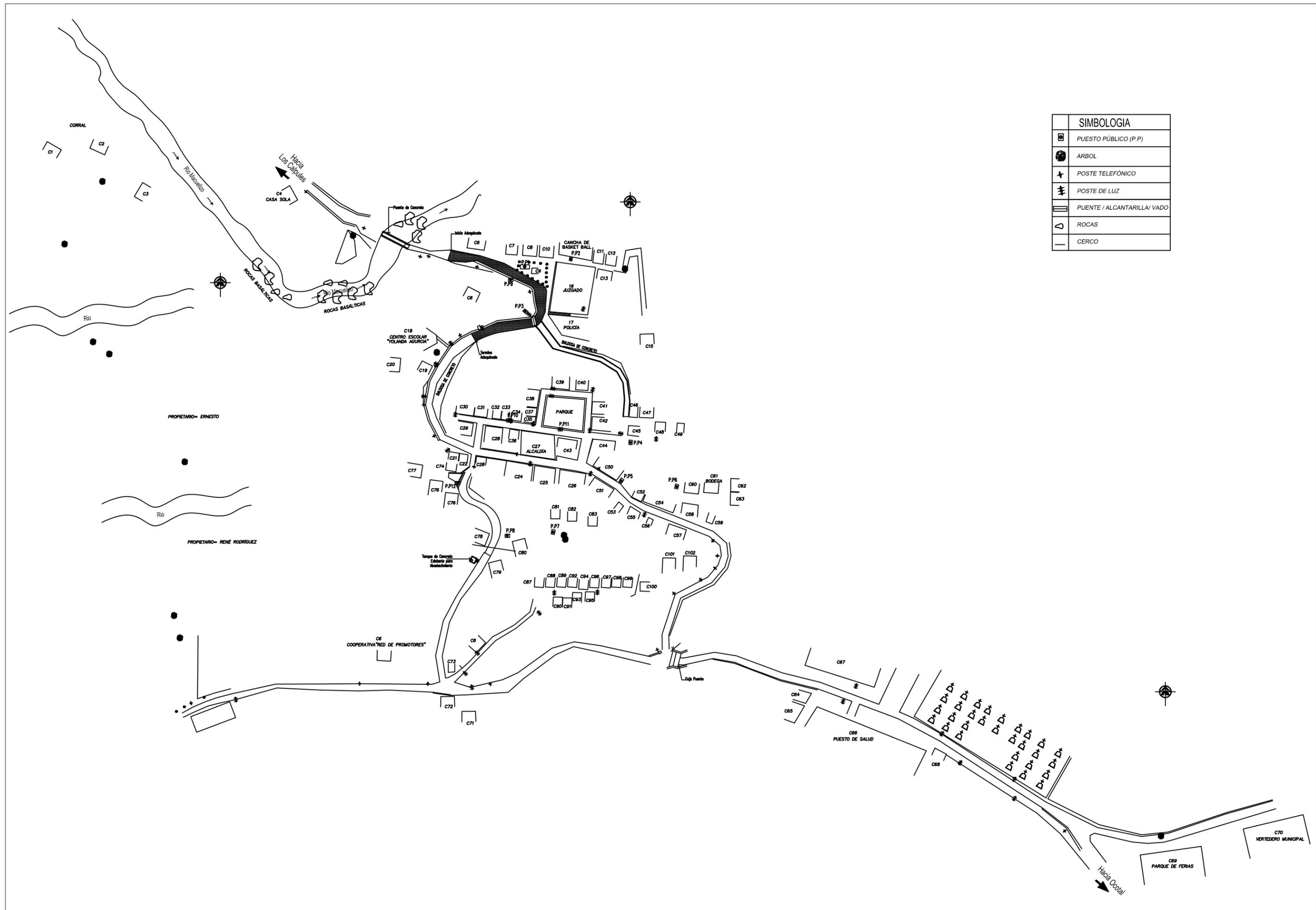
SIN ESCALA

INDICE DE PLANOS		
CONSECUTIVO		CONTENIDO
L1	01	CARATULA E INDICE
HS-02	02	SITUACIÓN SIN PROYECTO - SISTEMA EXISTENTE
TP-03	03	PLANO DE CONTROL TOPOGRÁFICO - CURVAS/BM's
HS-04	04	PLANTA PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN
HS-05	05	PLANO DE RED DE DISTRIBUCION CON PROYECTO
HS-06	06	PLANO DE PREDIO DE OBRA DE CAPTACION
HS-07	07	PLANO DE PREDIO Y TERRAZA-SITIO DE SIST DE TRAT. Y TANQUE PROP.
HS-08	08	PLANO DE OBRAS EN PREDIO DE SIST DE TRAT. Y TANQUE PROP.
ES-09	09	PLANO ESTRUCTURAL 1-FILTRO LENTO Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO
ES-10	10	PLANO ESTRUCTURAL 2-FILTRO LENTO Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO
HS-11,12	11,12	PLANTA Y DETALLES 1 Y 2 FILTRO LENTO, TANQUE DE ALMACENAMIENTO
HS-13	13	PLANO DE SARTA DE BOMBEO 2"
EL-14	14	PLANO DE OBRAS ELECTRICAS EN PREDIO DE POZO
EL-15	15	PLANO DE DIAGRAMA UNIFILAR Y DETALLES
EL-16	16	NOTAS GENERALES ELECTRICAS Y DETALLES
EL-17,18	17, 18	OBRAS ELECTRICAS EN PREDIO DE PLANTA DE TRATAMIENTO
HS-19	19	PLANO DE DETALLES GENERALES DE AGUA POTABLE
HS-20	20	PLANO DE CASETA EN PREDIO DE PLANTA DE TRATAMIENTO
HS-21	21	PLANO DE CASETA DE CONTROLES ELECTRICOS EN OBRA DE CAPTACION
S-22,23,24	22,23,24	OBRA DE SANEAMIENTO-INODORO CONVENCIONAL+POZO DE ABSORCION

NOTA LA NUMERACION DE LAS LAMINAS POR ESPECIALIDAD OBEDECEN A UN CONSECUTIVO DE LA CANTIDAD DE LAMINAS TOTALES DEL PROYECTO, Y NO AL NUMERO DE LAMINAS POR ESPECIALIDAD

DISEÑO:
Br. Luis Antonio Cáceres Sandoval
Br. Heyling Magali Blandón Zeledón

FECHA : ABRIL 2020



SIMBOLOGIA	
	PUESTO PÚBLICO (P.P.)
	ARBOL
	POSTE TELEFÓNICO
	POSTE DE LUZ
	PUENTE / ALCANTARILLA/ VADO
	ROCAS
	CERCO



CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	v	COORDENADAS	
						Y	X
1	2		N 51°57'56.860" E	9.754	1	1,509,489.772	541,743.211
2	3		S 63°23'13.133" E	38.507	3	1,509,478.535	541,785.322
3	4		S 77°14'16.211" E	16.000	4	1,509,475.001	541,800.926
4	5		S 73°09'24.199" E	15.172	5	1,509,470.805	541,815.447
5	6		N 89°27'17.850" E	20.952	6	1,509,470.804	541,836.397
6	7		S 64°21'12.047" E	10.372	7	1,509,466.315	541,845.747
7	8		S 64°21'12.047" E	32.797	8	1,509,452.120	541,875.313
8	9		S 38°57'18.184" E	14.345	9	1,509,444.738	541,878.041
9	10		S 08°33'23.222" E	15.792	10	1,509,433.121	541,880.390
10	11		S 28°50'50.605" W	6.019	11	1,509,427.708	541,877.758
11	12		S 82°04'39.969" W	27.842	12	1,509,423.871	541,850.182
12	13		S 62°47'35.513" W	36.387	13	1,509,407.235	541,817.821
13	14		S 34°20'04.542" W	16.749	14	1,509,393.418	541,808.354
14	15		S 27°13'32.830" W	12.038	15	1,509,382.716	541,802.847
15	16		S 09°03'59.781" W	16.685	16	1,509,366.239	541,800.218
16	17		S 17°06'21.332" E	10.556	17	1,509,356.146	541,803.324
17	18		S 29°55'23.067" E	15.808	18	1,509,342.447	541,811.210
18	19		S 62°47'08.803" E	23.871	19	1,509,333.625	541,832.966
19	20		S 11°07'20.210" E	12.269	20	1,509,330.583	541,830.821
20	21		S 43°32'13.634" W	9.262	21	1,509,313.989	541,824.241
21	22		S 06°43'49.310" W	8.210	22	1,509,305.716	541,823.279
22	23		S 21°41'04.047" W	8.028	23	1,509,298.233	541,826.187
23	24		S 64°24'01.991" W	17.671	24	1,509,290.598	541,824.124
24	25		S 33°39'16.027" W	12.019	25	1,509,280.593	541,848.784
25	26		S 12°41'38.877" W	15.753	26	1,509,265.225	541,845.324
26	27		S 33°36'31.835" W	37.171	27	1,509,234.288	541,824.749
27	28		S 08°36'55.492" W	26.672	28	1,509,210.854	541,811.916
28	29		S 11°37'40.501" W	25.458	29	1,509,185.918	541,806.844
29	30		S 09°02'01.814" E	16.110	30	1,509,168.094	541,809.989
30	31		S 48°09'07.541" E	9.545	31	1,509,161.472	541,803.108
31	32		N 87°44'55.574" E	31.056	32	1,509,162.692	541,772.072
32	33		S 89°07'08.824" E	21.790	33	1,509,162.357	541,750.284
33	34		N 87°32'38.142" E	27.139	34	1,509,163.520	541,723.170
34	35		N 88°50'55.013" E	32.672	35	1,509,164.129	541,690.504
35	36		S 76°46'05.344" E	43.585	36	1,509,154.152	541,648.076
36	37		S 71°22'39.880" E	7.958	37	1,509,151.811	541,640.534
37	38		S 66°10'05.208" E	8.366	38	1,509,148.242	541,632.877

LONGITUD = 702.381 ml

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	v	COORDENADAS	
						Y	X
7	39		N 76°44'30.839" E	19.623	39	1,509,470.815	541,854.945
39	40		N 89°43'32.318" E	28.402	40	1,509,470.251	541,893.247
40	41		S 80°03'32.114" E	48.847	41	1,509,462.510	541,941.458
41	42		N 14°20'31.384" E	12.206	42	1,509,474.322	541,944.900
42	43		N 78°31'00.388" E	6.821	43	1,509,475.680	541,951.185
43	44		S 05°00'45.159" E	43.769	44	1,509,432.078	541,955.009

LONGITUD = 159.766 ml

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	v	COORDENADAS	
						Y	X
11	45		S 37°03'34.985" E	24.550	45	1,509,427.708	541,877.758
45	46		S 73°13'37.262" E	3.906	46	1,509,406.990	541,896.293
46	47		S 74°25'46.041" E	29.581	47	1,509,398.075	541,924.796
47	48		S 67°14'43.285" E	14.883	48	1,509,391.028	541,937.353
48	49		S 29°47'50.847" E	9.595	49	1,509,382.681	541,942.071
49	50		S 08°37'06.130" E	13.499	50	1,509,369.333	541,944.078
50	51		S 07°11'52.902" W	14.540	51	1,509,354.903	541,942.256
51	52		N 88°24'16.275" E	19.287	52	1,509,355.440	541,961.535
52	53		S 87°33'43.246" E	23.649	53	1,509,354.434	541,985.163

LONGITUD = 153.495 ml

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	v	COORDENADAS	
						Y	X
51	54		S 13°31'37.377" E	14.442	54	1,509,354.903	541,942.256
54	55		N 83°59'40.194" E	26.290	55	1,509,343.812	541,912.732
55	56		N 83°59'40.194" E	2.310	56	1,509,343.854	541,910.435
56	57		N 81°27'18.857" W	33.338	57	1,509,348.854	541,878.486
57	58		N 81°27'18.857" W	2.156	58	1,509,348.975	541,876.354
58	59		N 82°50'47.418" W	35.602	59	1,509,353.327	541,841.623
59	60		N 81°48'33.388" W	6.666	60	1,509,354.306	541,834.425
60	61		N 80°24'59.453" W	13.032	61	1,509,358.475	541,821.575

LONGITUD = 132.806 ml

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	v	COORDENADAS	
						Y	X
55	62		N 06°00'18.806" E	29.393	62	1,509,372.844	541,915.808
62	63		N 85°01'32.080" W	32.730	63	1,509,375.682	541,883.201
63	64		S 09°53'43.850" W	27.436	64	1,509,348.654	541,878.486

LONGITUD = 89.559 ml

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	v	COORDENADAS	
						Y	X
13	64		S 76°58'25.271" W	16.292	64	1,509,403.563	541,801.949
64	65		S 72°11'52.194" W	21.123	65	1,509,397.105	541,781.837

LONGITUD = 37.415 ml

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	v	COORDENADAS	
						Y	X
19	66		S 81°00'09.500" E	35.743	66	1,509,332.825	541,832.966
66	67		S 79°54'03.967" E	48.640	67	1,509,318.330	541,917.140
67	68		S 98°24'08.578" E	20.786	68	1,509,307.440	541,934.844
68	69		S 52°43'1.663" E	26.255	69	1,509,291.539	541,955.737
69	70		S 68°19'10.228" E	27.594	70	1,509,281.345	541,981.378
70	71		S 67°31'01.428" E	24.465	71	1,509,271.978	542,004.011
71	72		S 47°42'43.303" E	9.547	72	1,509,265.554	542,011.074
72	73		S 08°48'01.930" E	7.635	73	1,509,268.009	542,012.243
73	74		S 20°41'25.944" W	7.519	74	1,509,259.975	542,009.586
74	75		S 40°78'26.541" W	11.885	75	1,509,241.924	542,001.730
75	76		S 62°15'23.244" W	26.334	76	1,509,229.685	541,978.423
76	77		S 18°12'13.421" W	28.402	77	1,509,201.711	541,969.310
77	78		S 00°06'25.468" W	10.488	78	1,509,191.223	541,968.290
78	102		S 32°58'47.687" E	9.805	79	1,509,182.955	541,974.655

LONGITUD = 297.278 ml

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	v	COORDENADAS	
						Y	X
26	85		N 73°48'41.286" E	33.098	85	1,509,285.225	541,845.324
85	86		S 78°09'11.931" E	58.804	86	1,509,274.453	541,877.110

LONGITUD = 91.902 ml

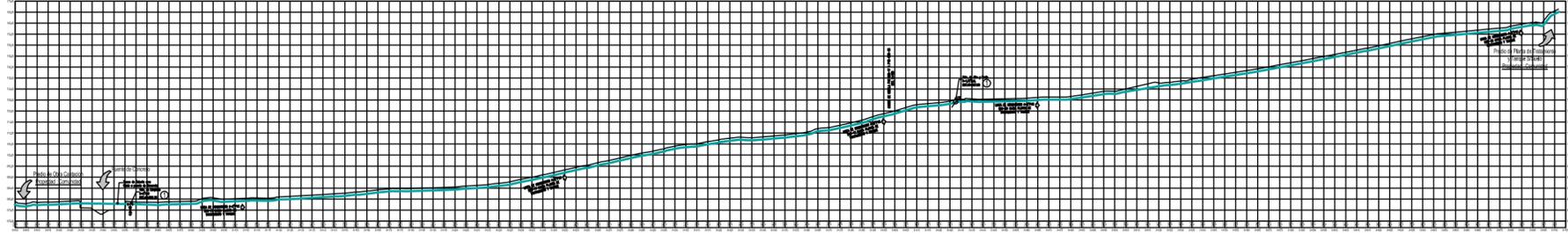
CUADRO DE CONSTRUCCION

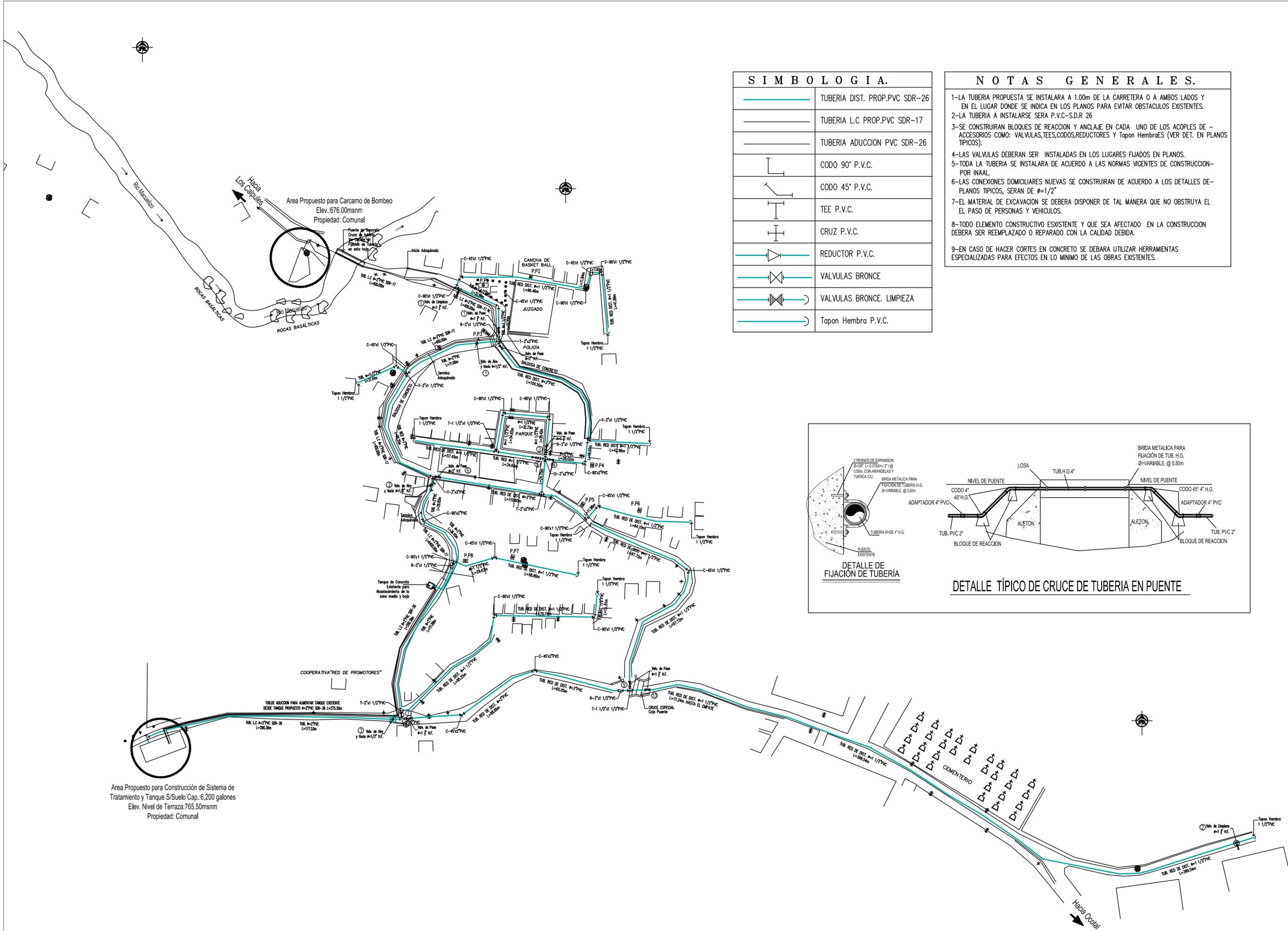
LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	v	COORDENADAS	
						Y	X
86	87		N 47°43'08.631" E	44.143	87	1,509,197.959	541,847.531
87	88		N 50°18'02.054" E	17.387	88	1,509,209.255	541,862.450
88	89		N 50°42'32.154" E	15.235	89	1,509,216.403	541,874.221
89	90		N 13°59'46.196" E	7.297	90	1,509,223.483	541,875.996
90	91		N 71°31'36.350" E	28.292	91	1,509,232.448	541,902.820
91	92		N 89°19'13.030" E	44.677	92	1,509,232.978	541,947.494
92	93		N 16°09'52.793" E	16.341	93	1,509,248.673	541,952.043

LONGITUD = 173.312 ml

CUADRO DE CONSTRUCCION

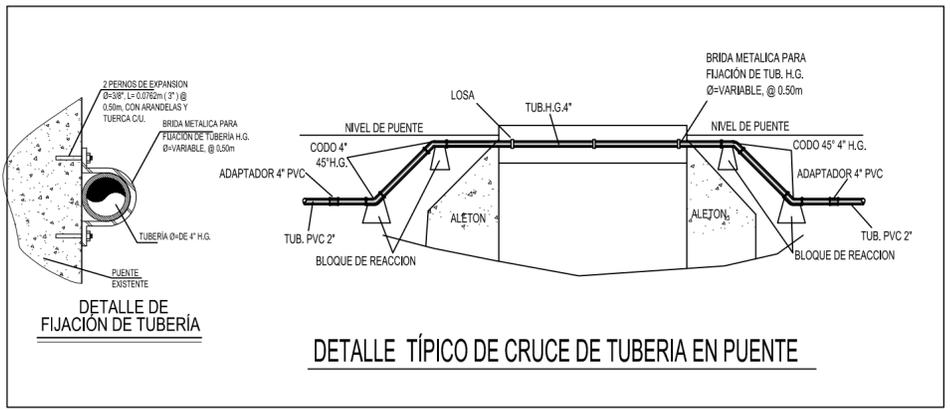
LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	v	COORDENADAS	
						Y	X
30	96		N 88°30'35.891" E	4.884	96	1,509,168.084	541,809.989
96	95		S 67°40'47.902" E	14.258	95	1,509,162.796	541,828.062
95	96		N 86°11'51.325" E	26.600	96	1,509,164.554	541,854.663
96	97		N 53°10'03.363" E	13.689	97	1,509,172.703	541,865.670
97	98		N 54°03'53.499" E	29.787	98	1,509,161.184	541,899.797
98	99		N 71°30'38.476" E	16.331	99	1,509,165.363	541,905.275
99	100		S 77°32'36.053" E	17.738	100	1,509,191.642	541,922.618
100	101		S 78°38'04.743" E	29.154	101	1,509,183.926	541,961.005
101	102		S 85°56'01.780" E	13.684	102	1,509,182.955	541,974.655
102	103		S 85°56'01.780" E	13.168	103	1,509,182.022	541,987.790
103	104		N 78°16'27.333" E	17.974	104	1,509,185.675	542,005.389
104	105		S 78°29'26.703" E	16.145	105	1,509,182.453	542,021.209
105	106		S 69°20'59.902" E	35.069	106	1,509,170.086	542,054.025
106	107		S 75°52'25.202" E	30.504	107	1,509,162.495	542,083.569
107	108		S 89°04'04.313" E	32.889	108	1,509,150.745	542,114.288
108	109		S 70°54'29.957" E	38.482	109	1,509,142.085	542,139.814
109	110		S 60°51'14.613" E	33.775	110	1,509,125.636	542,168.812



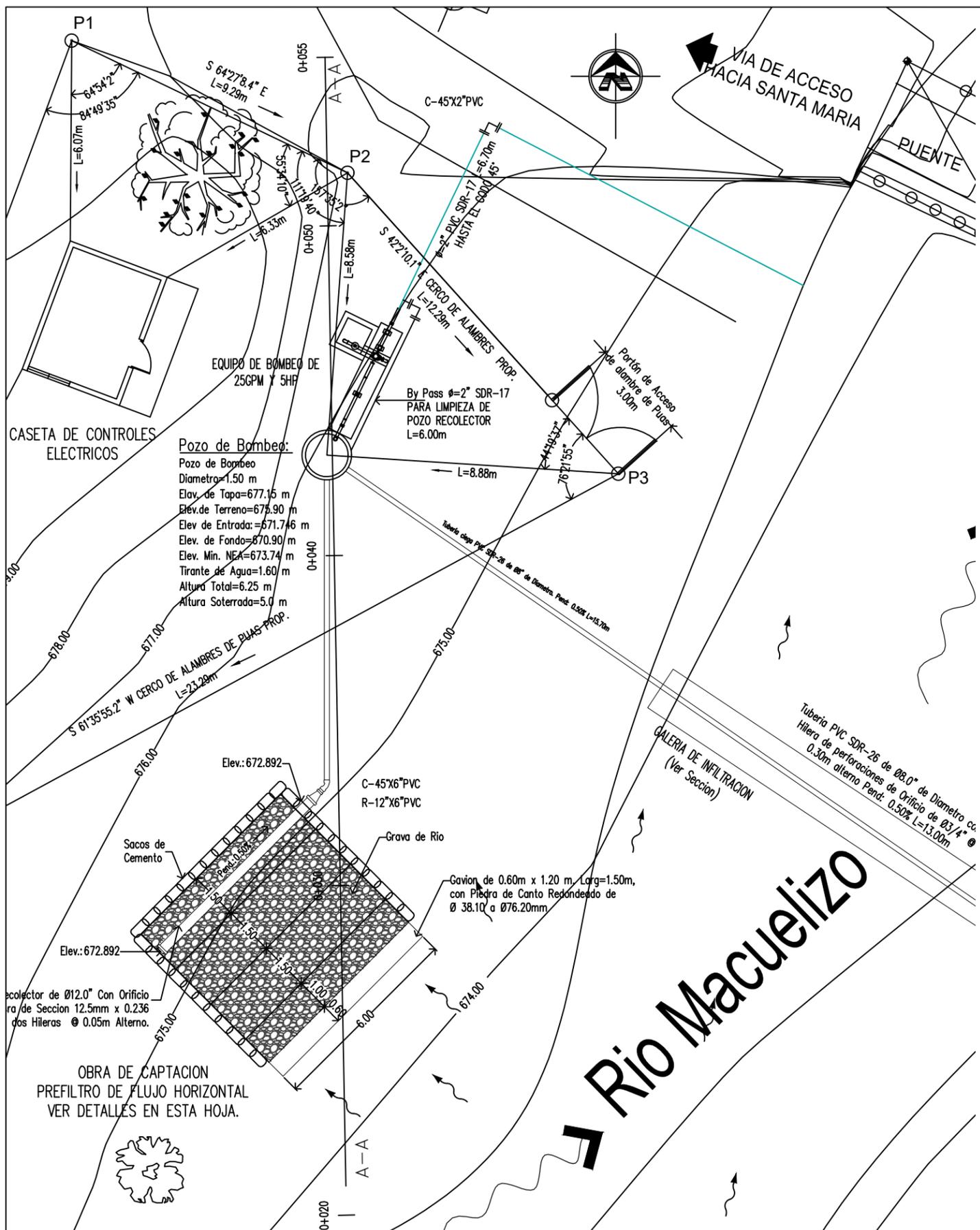


SIMBOLOGIA.	
	TUBERIA DIST. PROP.PVC SDR-26
	TUBERIA L.C PROP.PVC SDR-17
	TUBERIA ADUCCION PVC SDR-26
	CODO 90° P.V.C.
	CODO 45° P.V.C.
	TEE P.V.C.
	CRUZ P.V.C.
	REDUCTOR P.V.C.
	VALVULAS BRONCE
	VALVULAS BRONCE. LIMPIEZA
	Tapon Hembra P.V.C.

- NOTAS GENERALES.**
- 1-LA TUBERIA PROPUESTA SE INSTALARA A 1.00m DE LA CARRETERA O A AMBOS LADOS Y EN EL LUGAR DONDE SE INDICA EN LOS PLANOS PARA EVITAR OBSTACULOS EXISTENTES.
 - 2-LA TUBERIA A INSTALARSE SERA P.V.C-S.D.R 26
 - 3-SE CONSTRUIRAN BLOQUES DE REACCION Y ANCLAJE EN CADA UNO DE LOS ACOPLES DE ACCESORIOS COMO: VALVULAS,TEES,CODOS,REDUCTORES Y Tapon Hembras (VER DET. EN PLANOS TIPICOS).
 - 4-LAS VALVULAS DEBERAN SER INSTALADAS EN LOS LUGARES FIJADOS EN PLANOS.
 - 5-TODA LA TUBERIA SE INSTALARA DE ACUERDO A LAS NORMAS VIGENTES DE CONSTRUCCION-POR INAAAL.
 - 6-LAS CONEXIONES DOMICILIARES NUEVAS SE CONSTRUIRAN DE ACUERDO A LOS DETALLES DE PLANOS TIPICOS, SERAN DE $\phi=1/2"$
 - 7-EL MATERIAL DE EXCAVACION SE DEBERA DISPONER DE TAL MANERA QUE NO OBSTRUYA EL PASO DE PERSONAS Y VEHICULOS.
 - 8-TODO ELEMENTO CONSTRUCTIVO EXISTENTE Y QUE SEA AFECTADO EN LA CONSTRUCCION DEBERA SER REEMPLAZADO O REPARADO CON LA CALIDAD DEBIDA.
 - 9-EN CASO DE HACER CORTES EN CONCRETO SE DEBERA UTILIZAR HERRAMIENTAS ESPECIALIZADAS PARA EFECTOS EN LO MINIMO DE LAS OBRAS EXISTENTES.



Area Propuesto para Construcción de Sistema de Tratamiento y Tanque S/Suelo Cap.:6,200 galones Elev. Nivel de Terraza:765.50msnm Propiedad: Comunal

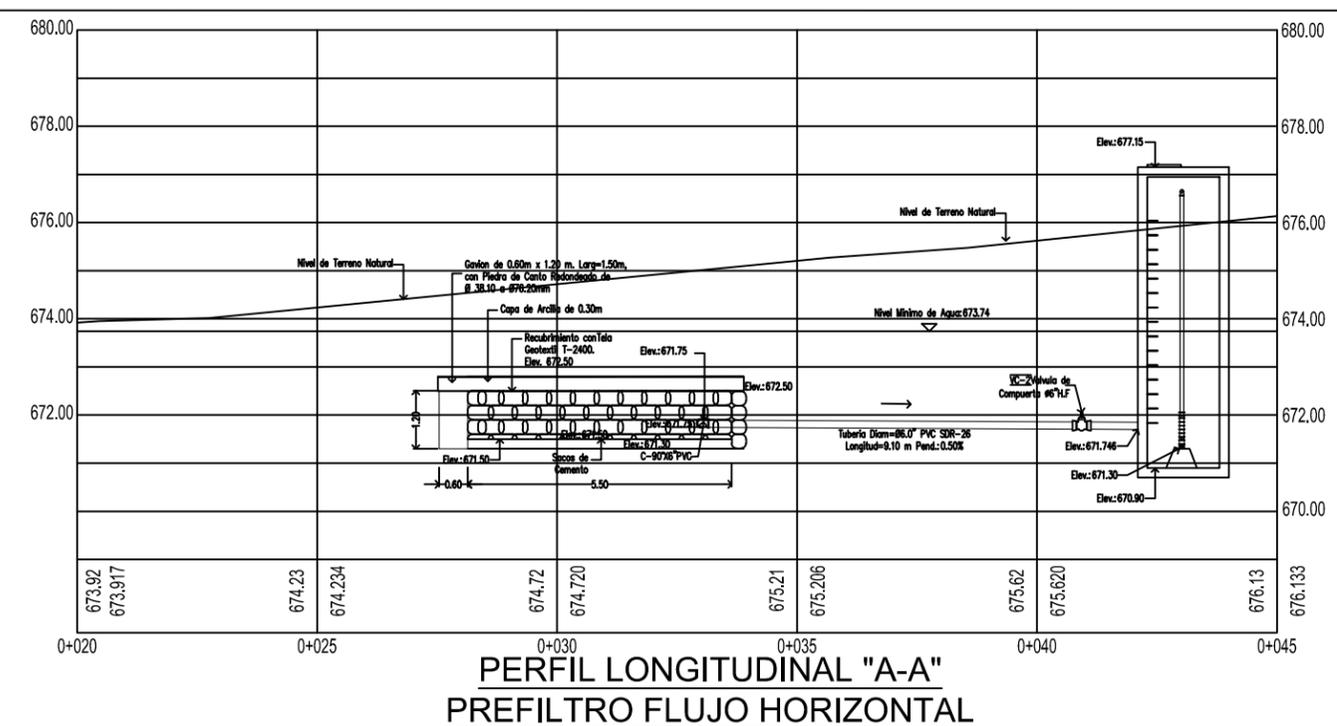


Pozo de Bombeo:
 Pozo de Bombeo
 Diametro=1.50 m
 Elev. de Tapa=677.15 m
 Elev. de Terreno=675.90 m
 Elev. de Entrada=671.746 m
 Elev. de Fondo=670.90 m
 Elev. Min. NEA=673.74 m
 Tirante de Agua=1.60 m
 Altura Total=6.25 m
 Altura Soterrada=5.00 m

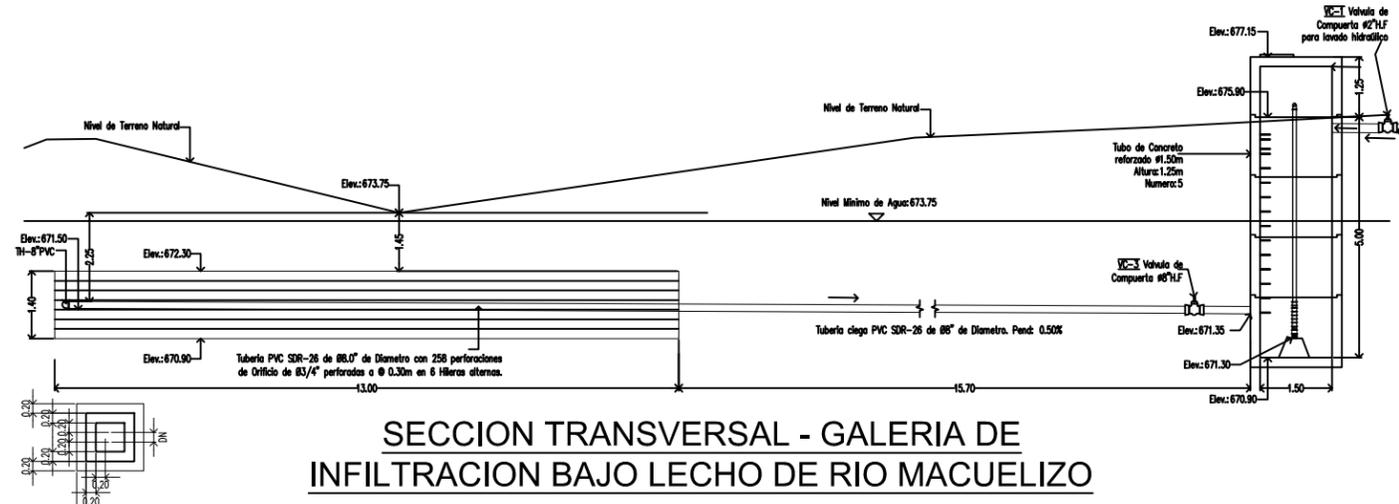
OBRA DE CAPTACION
 PREFILTRO DE FLUJO HORIZONTAL
 VER DETALLES EN ESTA HOJA.

Rio Macuelizo

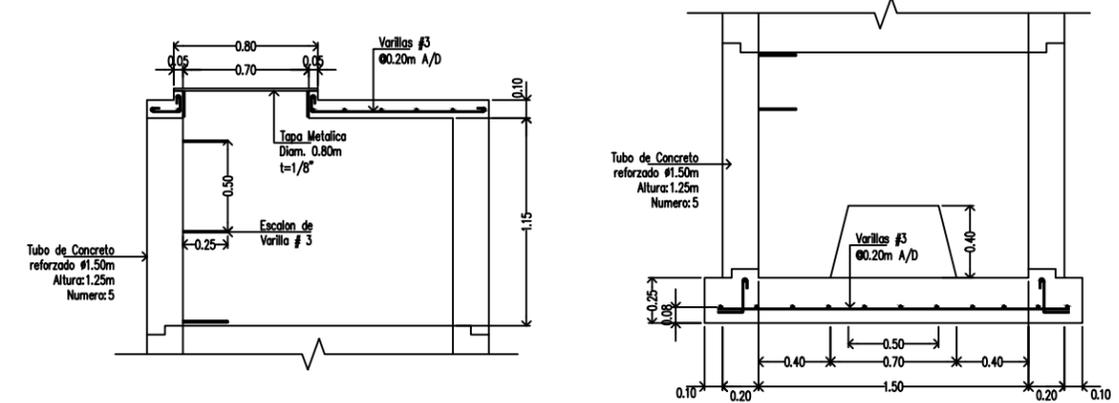
CUADRO DE DERROTERO					
VERTICE	LADO	DIST.	RUMBO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	9.29	S 64°27'8.4" E	541741.97	1509491.63
P2	P2 - P3	12.29	S 42°2'10.1" E	541750.35	1509487.63
P3	P3 - P4	23.29	S 61°35'55.2" W	541758.58	1509478.50
P4	P4 - P5	5.00	N 85°58'20.3" W	541738.10	1509467.42
P5	P5 - P1	25.45	N 20°22'26.3" E	541733.11	1509467.78



PERFIL LONGITUDINAL "A-A"
 PREFILTRO FLUJO HORIZONTAL



SECCION TRANSVERSAL - GALERIA DE
 INFILTRACION BAJO LECHO DE RIO MACUELIZO



DETALLES DE CÁRCAMO DE BOMBEO

LÁMINA

HS-06

06 24

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

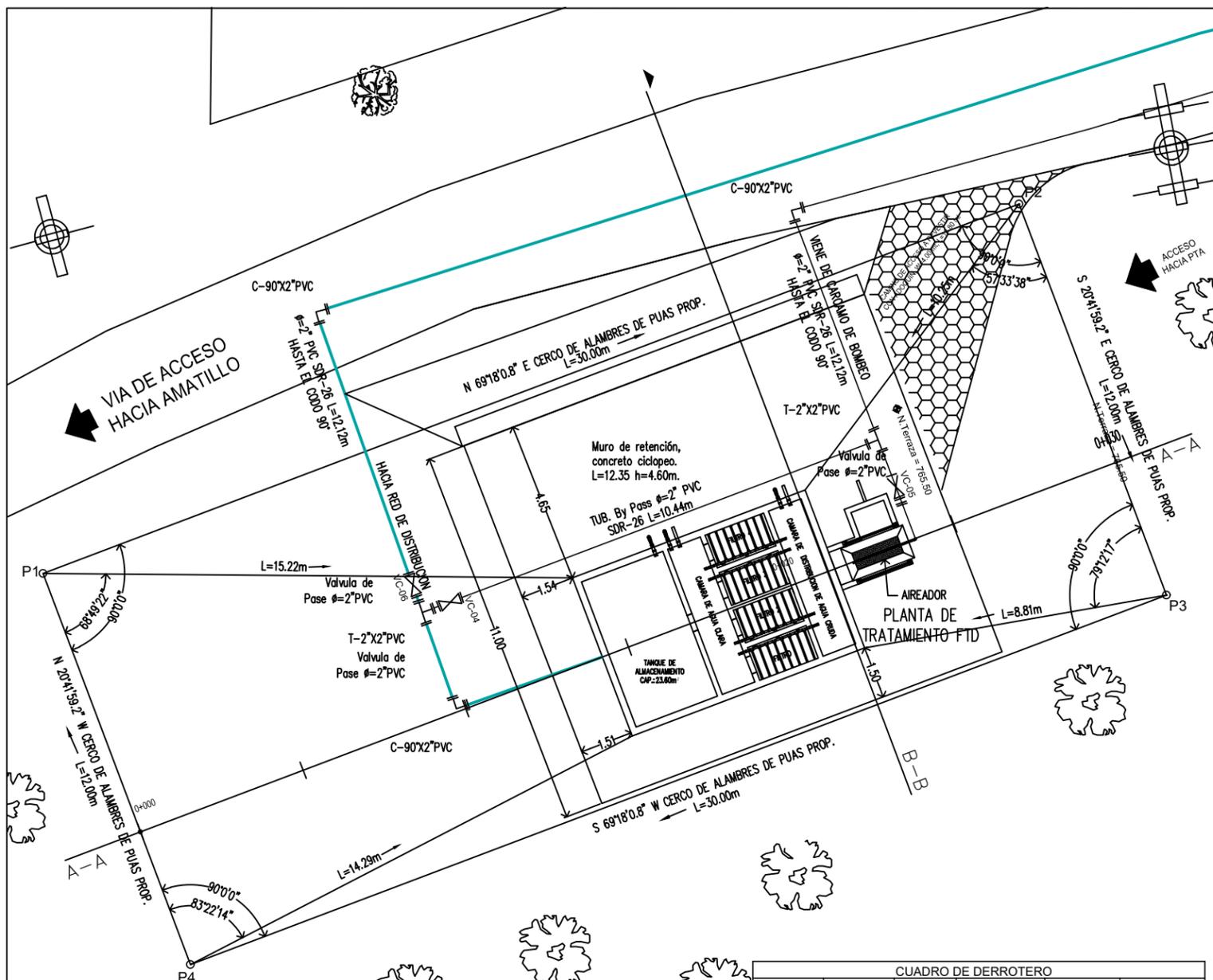
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MACUELIZO, DEPARTAMENTO DE NUEVA SEGOVIA

DISEÑO Y DIBUJO HIDRÁULICO, ESTRUCTURAL Y ELÉCTRICO: Br. Luis Antonio Cáceres Sandoval/Br: Heyling Magali Blandón Zeledón

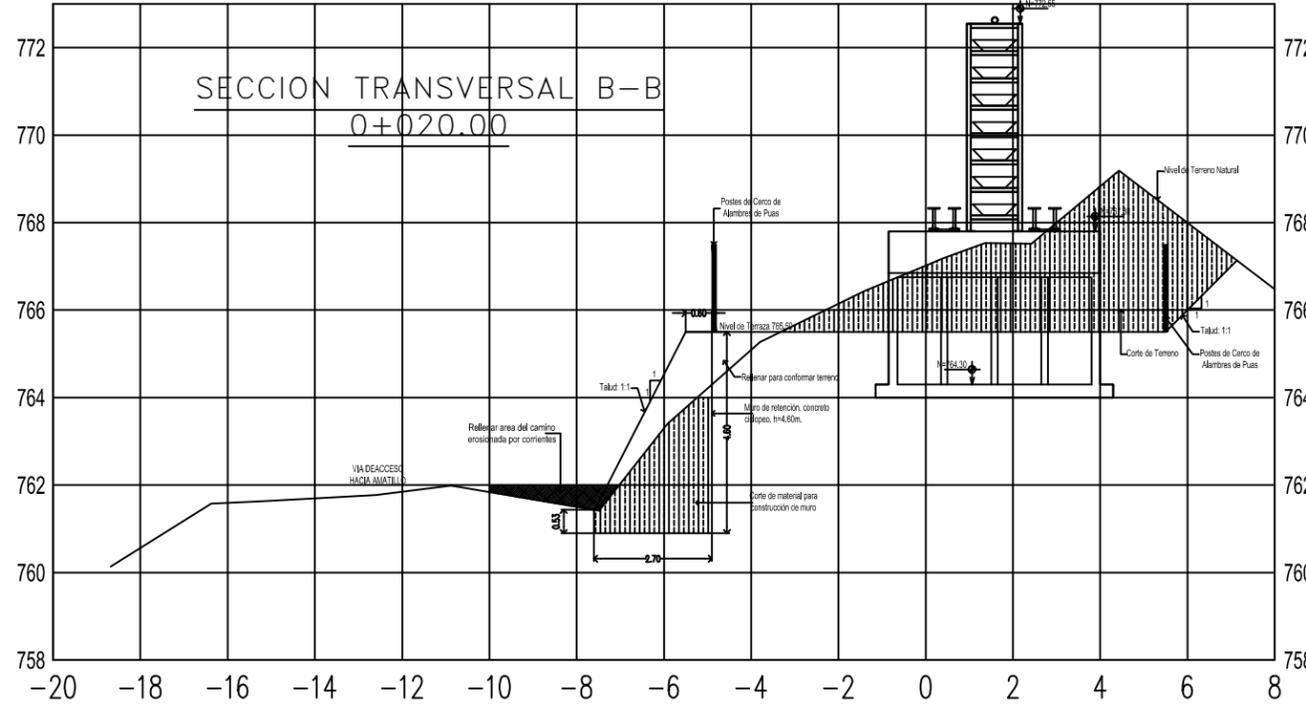
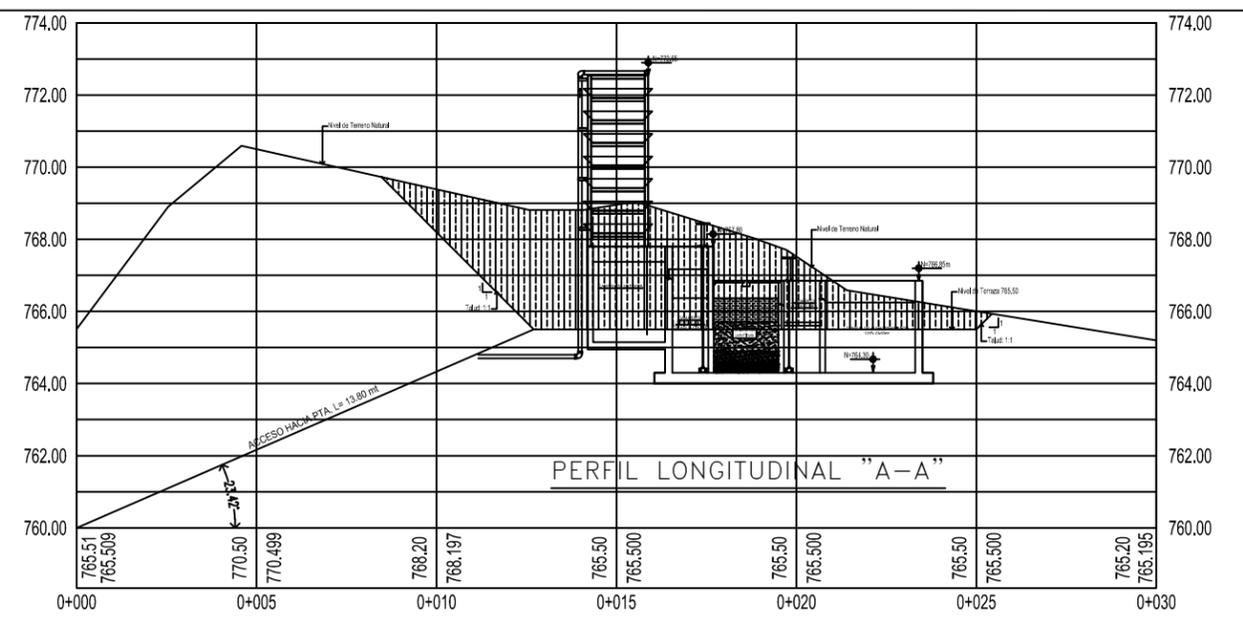
REVISÓ Y APROBÓ: Ing. Keyling Ninoska Pérez Blandón | ESCALA: 1:150 | FECHA: ABRIL 2020

CONTENIDO: PLANO DE PREDIO DE CÁRCAMO DE BOMBEO Y DETALLES

Aider en Ciencia y Tecnología



CUADRO DE DERROTERO					
VERTICE	LADO	DIST.	RUMBO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	30.00	N 69°18'0.8\" E	541628.95	1509142.46
P2	P2 - P3	12.00	S 20°41'59.2\" E	541657.02	1509153.06
P3	P3 - P4	30.00	S 69°18'0.8\" W	541661.26	1509141.84
P4	P4 - P1	12.00	N 20°41'59.2\" W	541633.19	1509131.23



NOTAS GENERALES

Estas notas generales deberán complementarse con las ediciones vigentes del reglamento nacional de construcción, el reglamento de construcción de concreto estructural (aci-318) y el manual de construcción de acero (AISC).

MUROS DE CONTENCIÓN
Se construirán conforme detalle y altura necesaria. El objetivo de esta obra es detener el deslizamiento de tierra de tal manera que se reduzca la erosión. Esta obra debe ser construida con mampostería de material apropiado y adecuado según la zona y demanda del muro.
Cuando no se encuentre una cimentación adecuada al nivel establecido, a causa de un terreno blando, esponjoso o en otra forma inestable, el material inestable bajo el nivel de la rasante deberá ser removido en un ancho de, por lo menos 0.30 m mayor a los límites de construcción y hasta una profundidad que fijará el ingeniero y se reemplazará con material granular aprobado, (confiérense con artículo 1003.24 B. Mc-2000) debidamente compactado, para que proporcione el apoyo adecuado, a no ser que en los planos se requieran otros métodos especiales de construcción.
La superficie de apoyo deberá proporcionar un ancho firme con densidad uniforme en todo el largo de la excavación.

MURO DE PIEDRA BOLÓN
La construcción de estructuras de mampostería de piedra bolón, se hará con piedras formadas y acabados de acuerdo con lo siguiente:
• El volumen de piedra ocupará como mínimo el 60% del volumen total del muro.
• Las piedras varían en tamaño y forma, las dimensiones serán no menor de 13 cms y no mayor de 45 cms tienen un acabado áspero, y son colocadas sobre mortero 1:3 en hileras variables al azar. El mortero a usar para una las piedras deberá tener una resistencia a la compresión no menor de 120 kg/cm² a los 28 días y su dosificación será 1 parte de cemento por 3 de arena.

- El acabado para las caras expuestas será limpio, sin exceso de protuberancias.
- Las piedras deberán estar y ser colocadas de manera que se obtenga un patrón y color uniforme.
- Las piedras se colocarán con la cara más larga horizontal y la cara expuesta paralela a la cara de mampostería.
- Las juntas deberán ser enrasadas completamente con mortero, deberán presentar una superficie lisa integral, sin ranuras.

El agua a ser usada deberá ser limpia, libre de ácidos, aceites, alcalis, material vegetal, basura, cualquier materia orgánica y otras impurezas.
El cemento para mampostería será tipo GU y deberá cumplir con las Especificaciones indicadas en el 1001.01 NIC2000 a menos que se autorice otro y se autorice su funcionamiento.
El agregado fino será arena natural, dura, limpia y libre de todo material vegetal, arcilla y de material orgánico, mica o detrito de conchas marinas, sujeta a las especificaciones ASTM-C33-09.
La piedra deberá ser colocada con su espesor total en secciones de una sola operación. Se colocarán o acomodarán las rocas de forma individual por medio manual, hasta obtener una capa uniforme, con una superficie razonablemente lisa.
Espárrase el mortero. El mortero será colocado de tal manera que se evite la segregación. Se rellenarán los espacios vacíos sin dislocar las rocas. Los espesores de lechón no deberán ser de menos de 6 mm ni más de 38 mm de espesor; sin embargo, se deberá hacer el lechón de cada hilada de espesor uniforme en su totalidad.
Colóquense las piedras con la cara más larga horizontal. Las juntas deberán ser enrasadas con mortero. La mampostería deberá ser protegida en tiempo caliente o seco y mantenerse húmeda, por lo menos 3 días después de terminado el trabajo. El mortero será evaluado visualmente.
La roca para estructuras de mampostería será evaluada visualmente y mediante mediciones. La construcción o rehabilitación de estructuras de mampostería de piedra será evaluada visualmente.

CONCRETO REFORZADO
El concreto tendrá una resistencia a la compresión de $f_c = 281 \text{ kg/cm}^2$ (4000 psi) a los 28 días.
El cemento a usarse será cemento hidráulico tipo su especificación ASTM C1157 o portland tipo 1 especificación ASTM c 150.

Los agregados arena y grava deberán cumplir con las especificaciones ASTM c-33 y deberán estar limpios de tierra, grasa o cualquier otro material que pueda perjudicar la calidad del concreto.
El colado del concreto se hará de manera que no se segreguen sus componentes, compactándolo por vibración para que cubra bien el acero de refuerzo y no queden huecos y ranuras.
Las formaleas deberán ajustarse a las dimensiones y forma de los elementos, según los planos y deberán ser lo suficientemente impermeables y resistentes para evitar deformaciones en las mismas.
Las formaleas y puntales de los de techo se retirarán después de los 21 días.
El concreto deberá ser protegido del secado prematuro manteniéndolo húmedo por al menos los primeros 7 días.

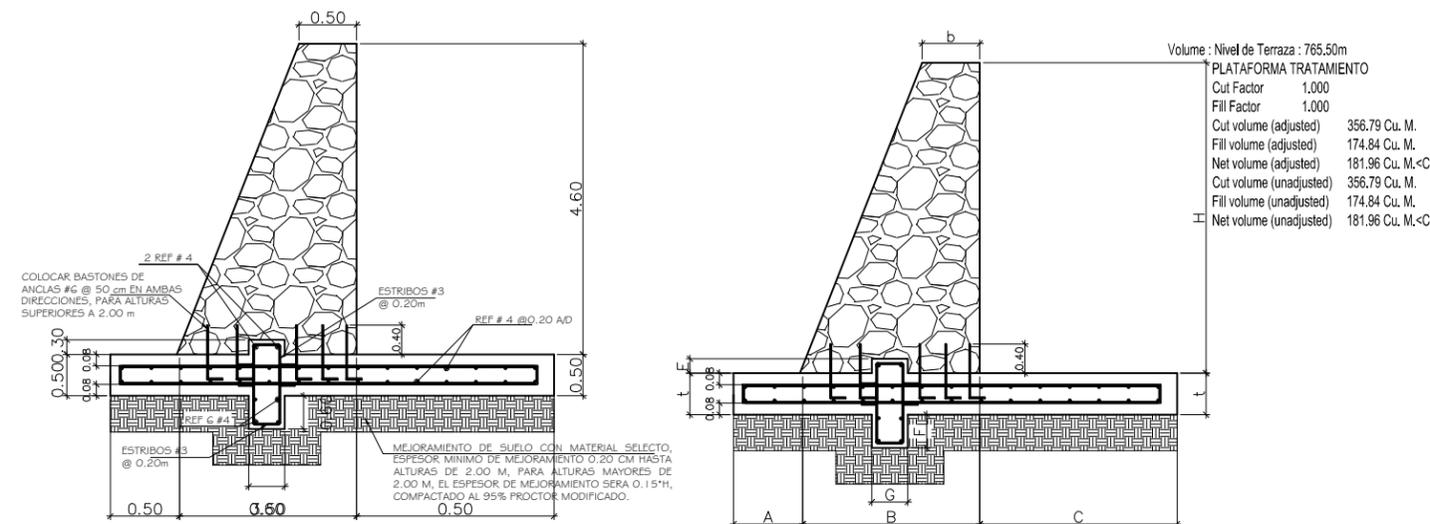
ACERO DE REFUERZO
El acero de refuerzo deberá cumplir con las especificaciones ASTM a-615, con esfuerzo a la fluencia de $f_y = 23000 \text{ kg/cm}^2$.
Deberá ser varilla corrugada, excepto la número 2 que podrá ser lisa.
Deberá estar libre de grasa, lodo, pintura, oxidación excesiva o cualquier otro material que perjudique la adherencia al concreto.
Deberá tener los recubrimientos de concreto indicado en los planos.
Deberá estar colocado y soportado para evitar desplazamientos provocados por cargas de construcción o durante colado de concreto.
Los traspases y doblados serán como se indican en las tablas y detalles adjuntos a estas notas.

TABLA DE COLOCACION TIPOS

TIPO	1	2	3	4
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1

TABLA DE TRASPASES Y DOBLADOS

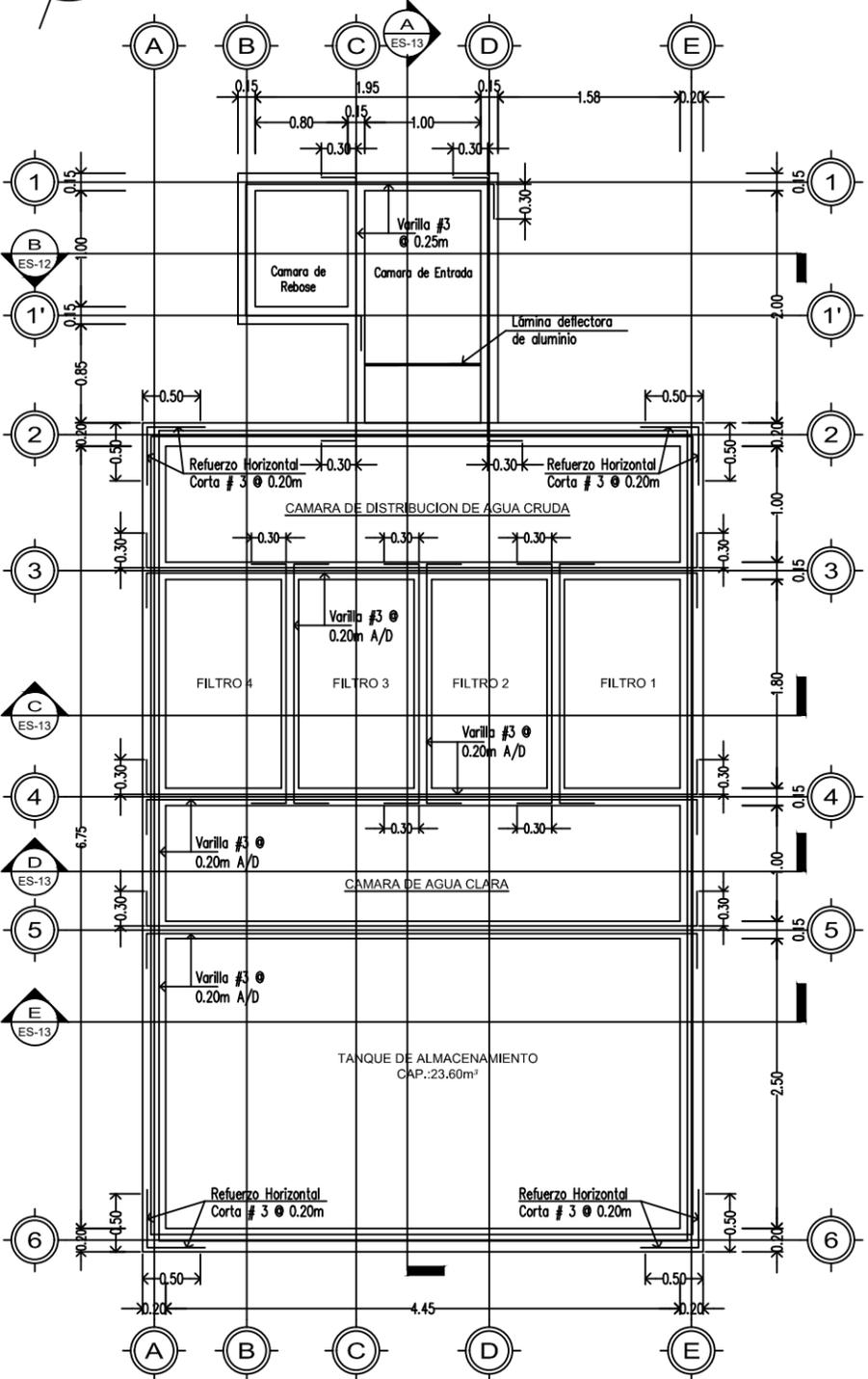
TIPO	1	2	3	4
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1



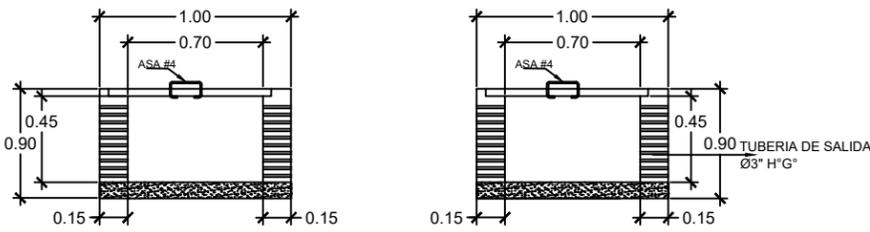
PLATAFORMA TRATAMIENTO

Volumen : Nivel de Terraza : 765.50m

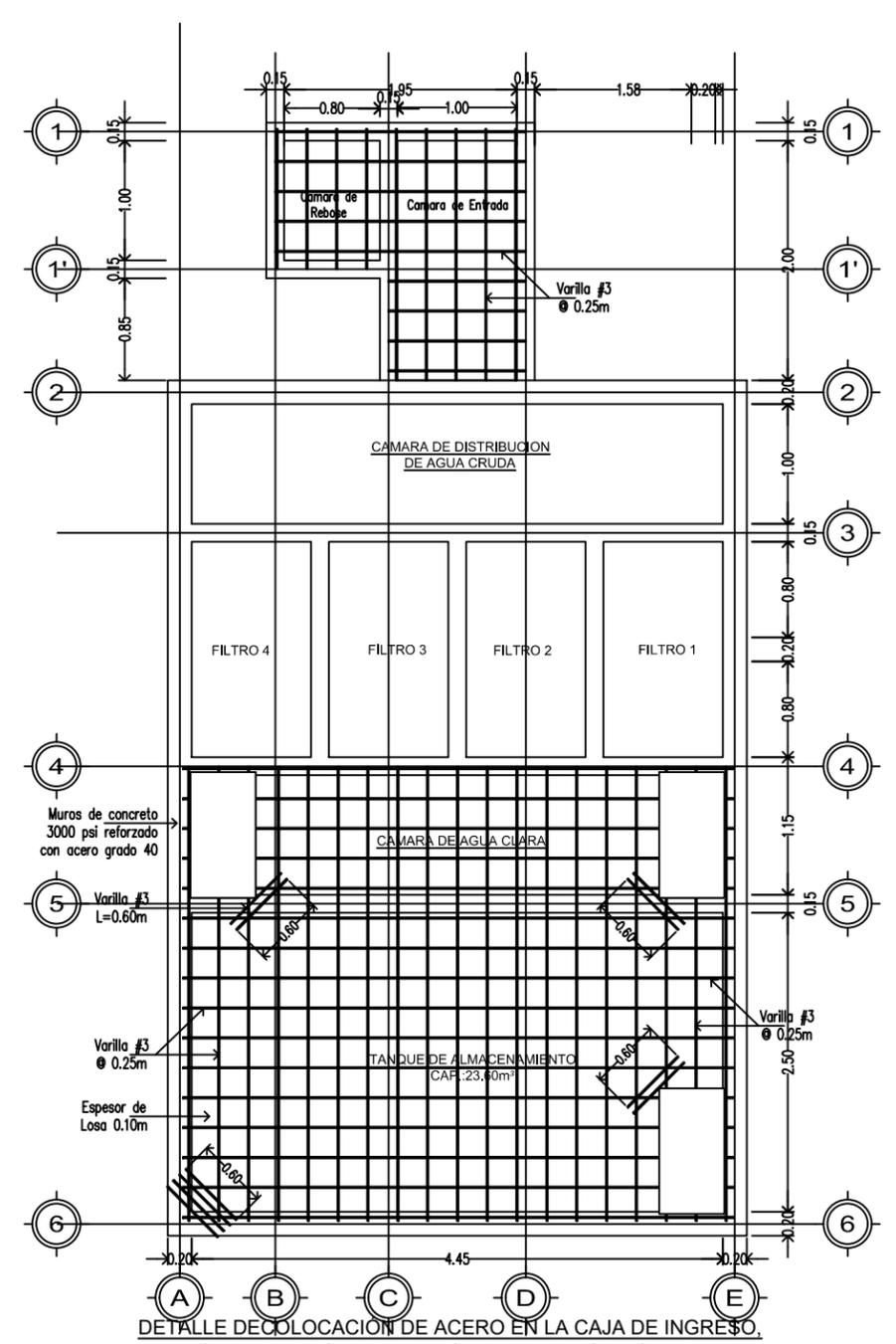
Item	Value
Cut Factor	1.000
Fill Factor	1.000
Cut volume (adjusted)	356.79 Cu. M.
Fill volume (adjusted)	174.84 Cu. M.
Net volume (adjusted)	181.96 Cu. M.
Cut volume (unadjusted)	356.79 Cu. M.
Fill volume (unadjusted)	174.84 Cu. M.
Net volume (unadjusted)	181.96 Cu. M.



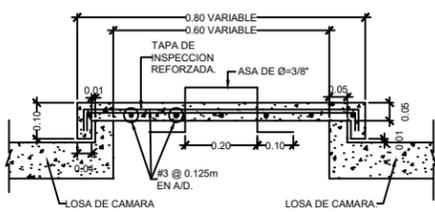
DETALLES DE COLOCACION DE ACERO EN PLANTA
ESCALA: 1:60



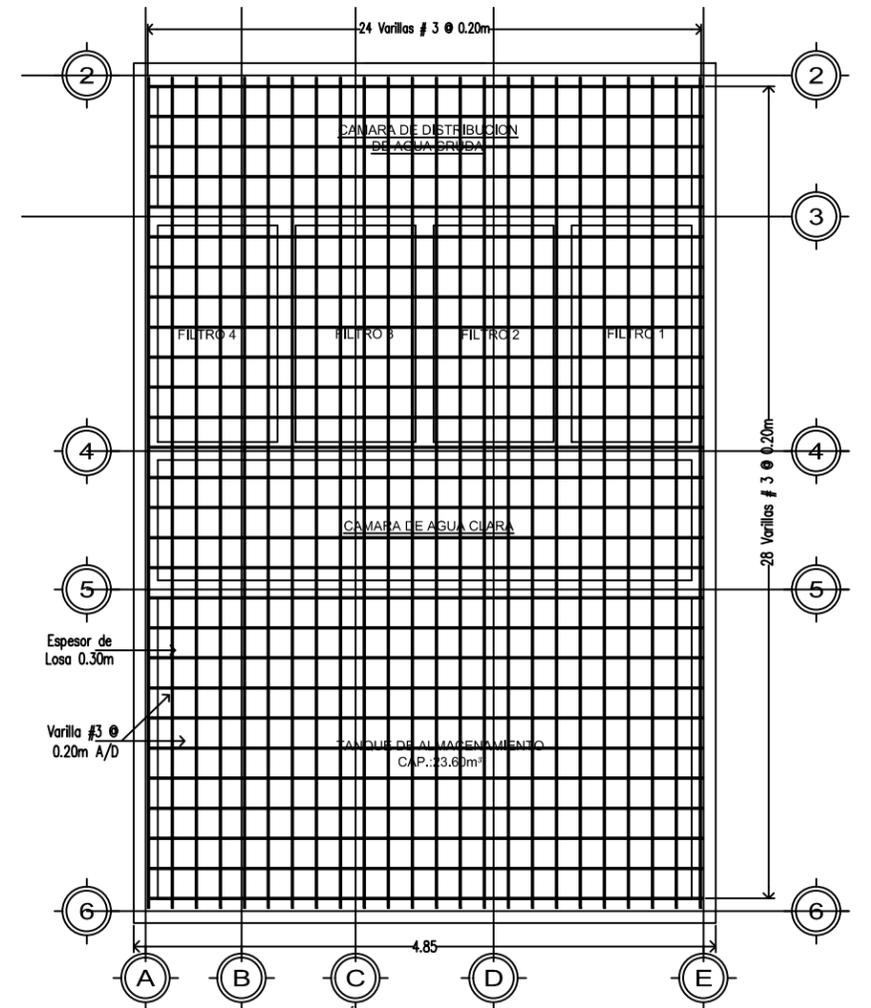
DETALLE DE CAJAS DE VALVULAS
ESCALA: 1:150



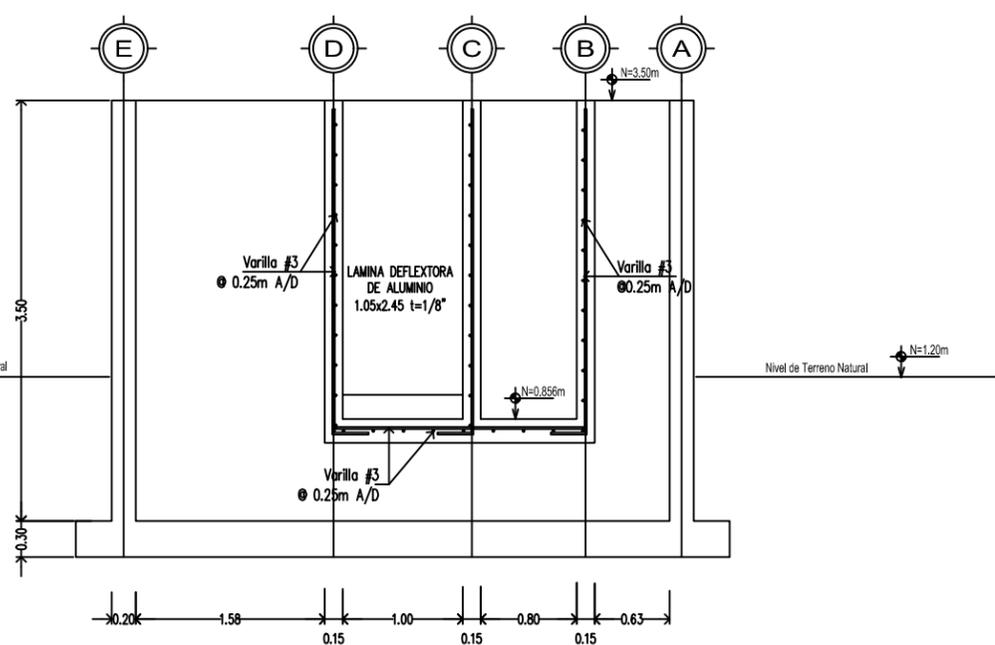
DETALLE DE COLOCACION DE ACERO EN LA CAJA DE INGRESO, CAMARA DE SALIDA Y LA CAMARA DE AGUA CLARA
ESCALA: 1:60



DET. TÍPICO DE TAPA DE INSPECCION
ESCALA: 1:20



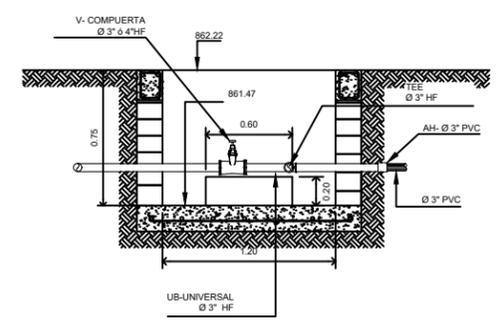
DETALLE DE COLOCACION DE ACERO SUPERIOR (LOSA DE FUNDACION DE FONDO)
ESCALA: 1:60



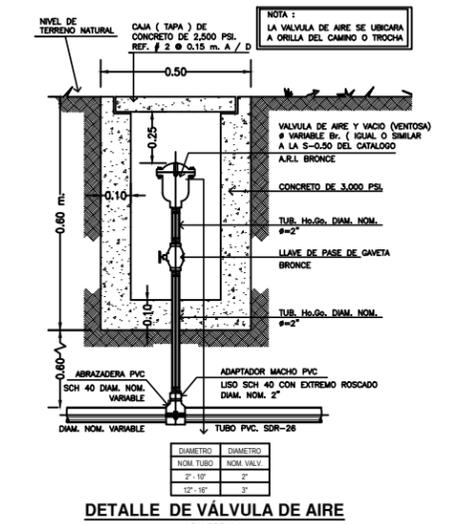
SECCION DE UNIDAD DE FILTRACION
ESCALA: 1:40

RECOMENDACIONES PARA CIMENTACIONES DE PLANTA DE TRATAMIENTO

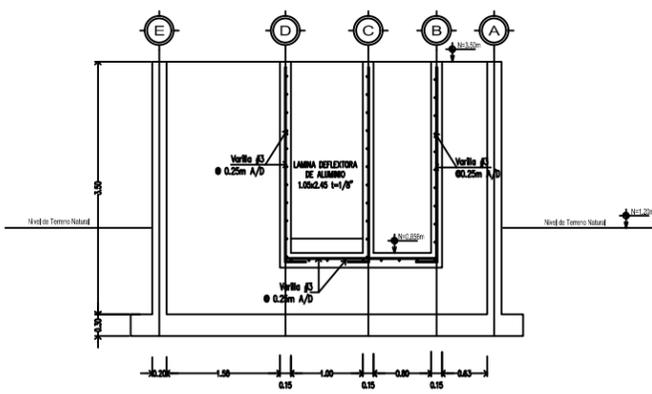
- Se debe cortar el material existente debajo del nivel de desplante indicado hasta una profundidad de 0,50 m.
- El relleno en esta área se efectuará con una mezcla de suelo-cemento proporción 1:8 utilizando el material de excavación.
- Ver notas generales.



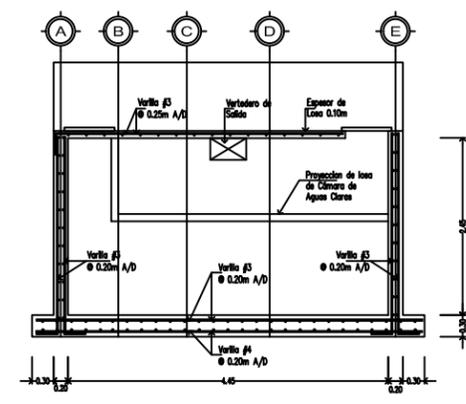
DETALLE DE CAJAS DE VALVULAS ESCALA: 1:200



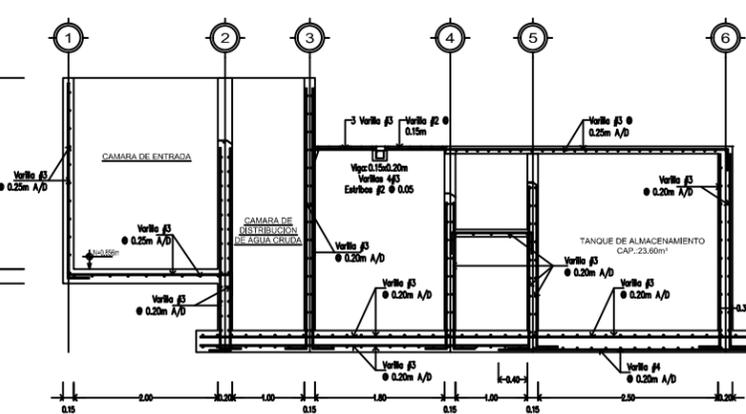
DETALLE DE VÁLVULA DE AIRE SIN ESCALA



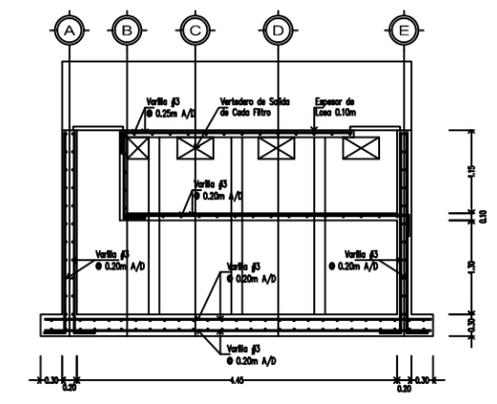
SECCION DE UNIDAD DE FILTRACION ESCALA: 1:100



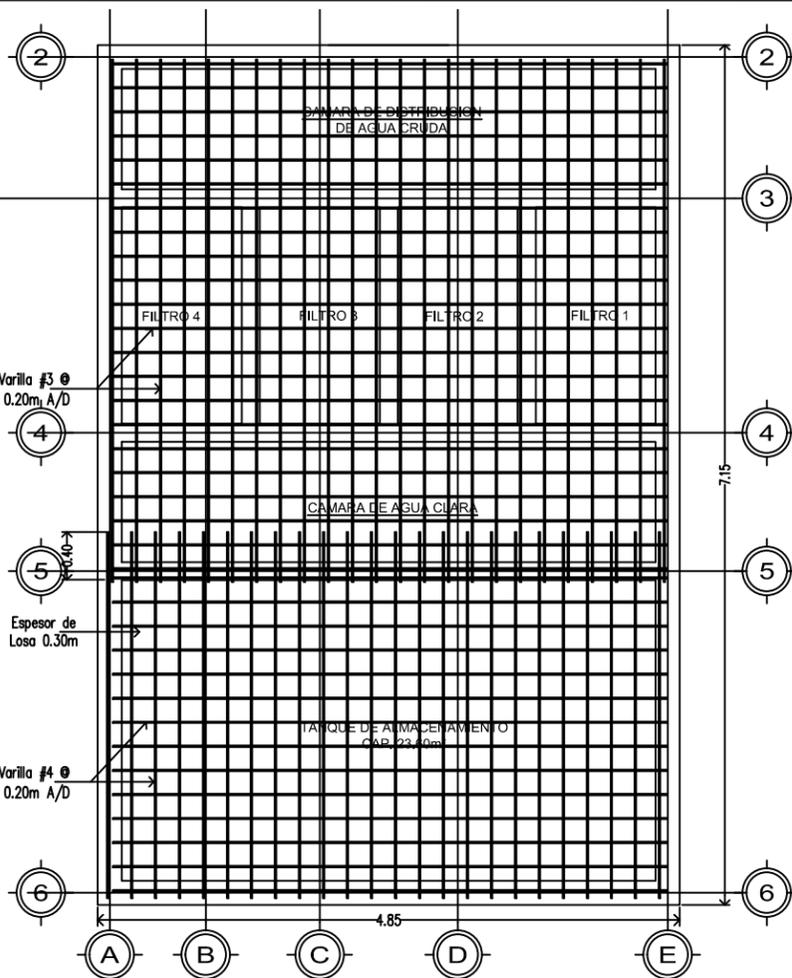
SECCION DE DETALLE DE COLOCACION DE ACERO EN AREA DE TANQUE ESCALA: 1:100



SECCION DE DETALLE DE COLOCACION DE ACERO ESCALA: 1:100



SECCION DE DETALLE DE COLOCACION DE ACERO CAMARA DE AGUA CLARA ESCALA: 1:100



DETALLE DE COLOCACION DE ACERO INFERIOR (LOSA DE FUNDACION DE FONDO) ESCALA: 1:60

NOTAS GENERALES Y ESPECIFICACIONES

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1 Excavación

1.1 Alcances del Trabajo

Este ítem incluye el suministro de todos los materiales, herramientas, equipos y mano de obra necesarios para la excavación del cimiento del tanque, limpieza y remoción de obstrucciones, localización y descubrimiento de estructuras existentes, arrostramiento de zanjas y remoción de agua.

Antes de empezar las excavaciones, el Contratista deberá por su cuenta localizar y descubrir las tuberías y otros servicios existentes, ya sea que estén indicados o no en los planos, y que se encuentren dentro del alineamiento y niveles de las estructuras a construirse.

1.2 Excavación.

Las excavaciones deberán efectuarse hasta las profundidades indicadas en los planos.

1.3 Seguridad de las Excavaciones.

Los taludes mínimos de excavación serán los indicados en los planos. No obstante, se deberán consultar y seguir las recomendaciones sobre protección establecidas por el Código del Trabajo.

Todos las áreas de excavación deberán estar completamente secas, debiéndose tomar todas las previsiones necesarias para evitar que se inunden a consecuencia de la escorrentía superficial o lluvia directa.

1.4 Medición y Pago.

La medición y pago será en base a los m³ de suelo efectivamente excavados. En las listas de cantidades se indica una cantidad estimada para este rubro, la que servirá de base para los efectos de comparación de precios en el proceso de licitación.

2 Relleno y Compactación

2.1 Relleno de la Excavación

El relleno en el área de la cimentación se efectuará con una mezcla de suelo cemento en proporción 1:8, utilizando el material de la excavación.

Para preparar la mezcla, 1) se mezclarán en seco el suelo y el cemento en las proporciones indicadas y, 2) una vez mezclados los materiales, se agregará agua hasta alcanzar un revenimiento máximo de cuatro pulgadas (4").

El material de relleno se colocará en capas horizontales no mayores de quince (15) centímetros de espesor, las que deberán ser compactadas uniformemente. El grado y método de compactación será determinado y controlado de acuerdo con la especificación Standard Method of Testing the Compacting and Density of Soil * T-99-93 de AASHTO.

2.2 Medición y Pago.

La medición y pago se efectuará con base a los m³ de material de relleno colocado y según se muestra en las Listas de Cantidades, en las que se indican cifras estimadas para los diferentes rubros de este ítem, las que servirán de base para los efectos de comparación de precios en el proceso de licitación.

3 Estructuras de Concreto

3.1 Alcance del Trabajo:

Bajo esta partida el Contratista suministrará todos los materiales, mano de obra y equipo necesario para la construcción de todas las obras de concreto, reforzado o no, o cualquier otro trabajo relacionado, según está indicado en los planos y en las especificaciones que se dan a continuación.

Las diferentes artes deberán tener la oportunidad suficiente para considerar trabajos que vayan dentro del concreto, según los planos y las especificaciones o según sea necesario para la propia ejecución del trabajo.

Antes de vaciar el concreto, el Supervisor deberá tener la oportunidad suficiente para examinar el trabajo de los otros artes.

3.2 Referencias

Se hace referencia en esta sección a las publicaciones siguientes:

- ACI 350-01 Code Requirements for Environmental Engineering Concrete
- Structures

3.3 Materiales

3.3.1 Cemento:

El cemento a emplearse en las mezclas de concreto, será de una marca conocida, de cemento Portland Tipo 1 y deberá cumplir en todo con las especificaciones del ASTM, designación C-150.

Deberá llegar al sitio de la construcción en sus envases originales, enteros y ser completamente fresco, y no mostrar evidencias de endurecimiento. Todo cemento dañado - ya endurecido será rechazado por el Supervisor. El cemento deberá almacenarse en bodega seca sobre tarimas de madera en estibas de no más de 10 sacos.

3.3.2 Agua:

El agua empleada en la mezcla de concreto debe de ser potable, limpia y libre de grasa o aceite, de materias orgánicas, ácidos, asientos o impurezas que puedan afectar a la resistencia y propiedades físicas del concreto.

3.3.3 Agregados:

Los agregados empleados en la mezcla de concreto deberán ser clasificados según su tamaño y almacenados en forma ordenada para evitar que se revuelvan, ensucien o mezclen con materias extrañas.

La piedra triturada debe ser limpia y bien graduada en sus distintos tamaños. Su dimensión máxima no deberá ser mayor de:

- 1/5 la dimensión menor entre las caras de las formaletas, ni
- 1/3 el espesor de las paredes y/o losas, ni
- 3/4 la mínima separación libre entre aceros de refuerzo.

La arena o agregado fino deberá ser limpia y estar libre de impurezas, materias orgánicas, limo, etc

3.4 Resistencia del Concreto:

3.4.1 Resistencia Especificada.

Concreto Tipo Resistencia Especificada a los 28 días Máxima Relación Agua- Cemento R280 f_c=280 kg/cm² 0,45

3.4.2 Resistencia Requerida

La resistencia mínima requerida en la fabricación del concreto f_r para obtener la resistencia especificada f_c, será:

Resistencia Especificada Resistencia Requerida

f_c = 280 kg/cm² f_r = 364 kg/cm²

basada en el diseño de mezcla de concreto, usando al menos tres diferentes relaciones de agua-cemento o contenidos de cemento que producirían el rango de resistencia de f_r. Las mezclas deberán ser diseñadas de tal manera que se produzcan revenimientos dentro de los 2 cm del máximo permitido. Para cada contenido de cemento o relación agua-cemento, se deberán de quebrar al menos tres cilindros a la edad de prueba especificada, siguiendo los procedimientos de la ASTM C 192.

Los resultados de las pruebas de ensayo de los cilindros deberán adjuntarse como parte del diseño de la mezcla.

3.5 Mezcla del Concreto:

La mezcla de concreto fresco debe ser de una consistencia conveniente, sin exceso de agua, plástica y trabajable, a fin de llenar los encofrados sin dejar cavidades interiores.

La mezcla se efectuará preferiblemente en un mezclador mecánico y deberá ser operado a la velocidad designada por el fabricante, a menos que un cambio razonable de velocidad, demuestre mejores resultados en el concreto.

El tiempo mínimo de mezclado deberá ser un minuto, comenzando a contar una vez que todos los materiales se encuentren dentro del mezclador y éste haya comenzado su función. Se completará la descarga de la mezcladora dentro de un período de 30 minutos después de la introducción del agua para la mezcla del cemento y los áridos.

El Supervisor podrá autorizar la mezcla sobre una superficie impermeable, haciéndose la mezcla en seco hasta que aparezca de aspecto uniforme, agregando después el agua en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando de que durante la operación no se mezcle la tierra ni impureza alguna. Se permitirá el uso de concreto premezclado siempre y cuando reúna las condiciones indicadas en estas especificaciones.

3.6 Aditivos

Se podrán usar aditivos para obtener concretos de resistencia especificada a los 7 días de edad, en los lugares especificados en los planos o cuando el Contratista así lo desee. La dosificación y uso de tales aditivos se hará siguiendo en todo momento las instrucciones del fabricante.

3.7 Compactación

En todas las operaciones de colado, fundido, del concreto y apenas colocado, se efectuará la compactación por vibración, debiendo el Contratista proveer los puntos de vibrado necesarios para que su efecto se extienda a toda la masa, sin iniciar disgregaciones locales. El Contratista usará vibradores y cabezal de vibradores apropiados para cada tipo de trabajo y aprobados por el Supervisor.

3.8 Juntas

3.9 Juntas de Control.

En los planos se indican la ubicación y cantidad de juntas de control para compensar los efectos de los cambios volumétricos en el concreto. Con base a esto, El Contratista deberá planear las secuencias de colado de los diferentes tramos de paredes y/o de losa de cimiento, a cada lado de cada junta de control, teniendo en cuenta que debe dejar transcurrir al menos 48 horas antes de colar el tramo adyacente a un tramo colado previamente.

3.10 Juntas de Colado.

El Contratista deberá evitar la formación de juntas frías. Cuando por alguna razón tenga que reanudar el colado, después de varios días de interrupción, o por mas de media hora entre colada y colada, y antes de colar el concreto nuevo, se limpiará la superficie del concreto endurecido, mediante piqueteo o cualquier otro procedimiento, hasta la exposición del agregado grueso y se limpiarán bien las superficies. No se permitirá el uso de lechada.

En el caso de las juntas de colado, el contratista deberá tomar todas las previsiones para colocar tapajuntas (water stop) al igual que se tratase de una junta de control.

3.11 Curado del Concreto:

Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto, durante los siete (7) días posteriores al vaciado. Se evitarán todas las perturbaciones externas, como sobrecarga o vibraciones, que puedan provocar la fisuración del concreto.

3.12 Formaletas:

Las juntas de las formaletas no dejarán rendijas de más de tres (3) milímetros para evitar la pérdida de la lechada, pero deberán dejar la holgura necesaria para evitar que por el efecto de la humedad durante el colado, compriman y deformen los tablonos.

Las superficies interiores quedarán sin desigualdades o resaltes mayores de tres (3) milímetros por la cara vista del concreto. Antes del colado se registrarán las superficies interiores y se limpiarán especialmente los fondos de columnas, vigas o muros de soporte dejándose abiertas provisionales para facilitar esta limpieza.

Se podrán usar formaletas prefabricadas, siempre y cuando llenen los requisitos anteriores, incluyendo las previsiones para las ventanas de limpieza.

3.13 Remoción de Formaletas

Las formaletas deberán ser retiradas cuidadosamente a fin de no dañar el concreto. Se deberán usar cuñas de madera entre las superficies del concreto y del encofrado donde sea necesaria la fuerza para separarlos. No se deberán utilizar con este fin, cuñas metálicas, barras o herramientas similares.

El concreto defectuoso y el concreto dañado por el proceso de remoción de las formaletas deberá ser reparado, tan pronto como se retiren las formaletas. No se deberán retirar las formaletas antes de que el concreto haya adquirido la suficiente resistencia para prevenir daños, pero no antes del vencimiento de los plazos indicados más abajo salvo, orden contraria o autorización del Supervisor.

Los plazos mínimos para la remoción de las formaletas son los siguientes:

Columnas y muros	3 días
Vigas y losas	14 días

3.14 Acero de Refuerzo:

Todas las varillas empleadas serán barras deformadas según ASTM A615 Grado 40 con un límite de fluencia de 2,800 Kg/cm² (40,000 libras por pulgada cuadrada)

Todas las varillas deberán estar limpias y libres de escamas, trazas de oxidación avanzada, grasas y otras impurezas o imperfecciones que afecten sus propiedades físicas, su resistencia o su adherencia al concreto.

El empalme de las varillas deberá efectuarse de manera escalonada, no traslapando más del 50 % del área de refuerzo en una misma sección.

Las longitudes de empalme en función del tamaño de la varilla de refuerzo serán:

Empalmes Clase A :	Varilla #	Longitud (m)
	2	0.20
	3	0.30
	4	0.40
	5	0.50
	6	0.60

Empalmes Clase B: 30 % adicional de lo requerido para empalmes Clase A.

3.15 Protección al Acero de Refuerzo

El recubrimiento mínimo de concreto al acero más próximo a la superficie del concreto se detalla a continuación:

Losa de cimiento: colada contra terreno natural, 8 cm
colada contra concreto de regularización, 5 cm

Paredes: 5 cm.
Losa de techo: 2 cm

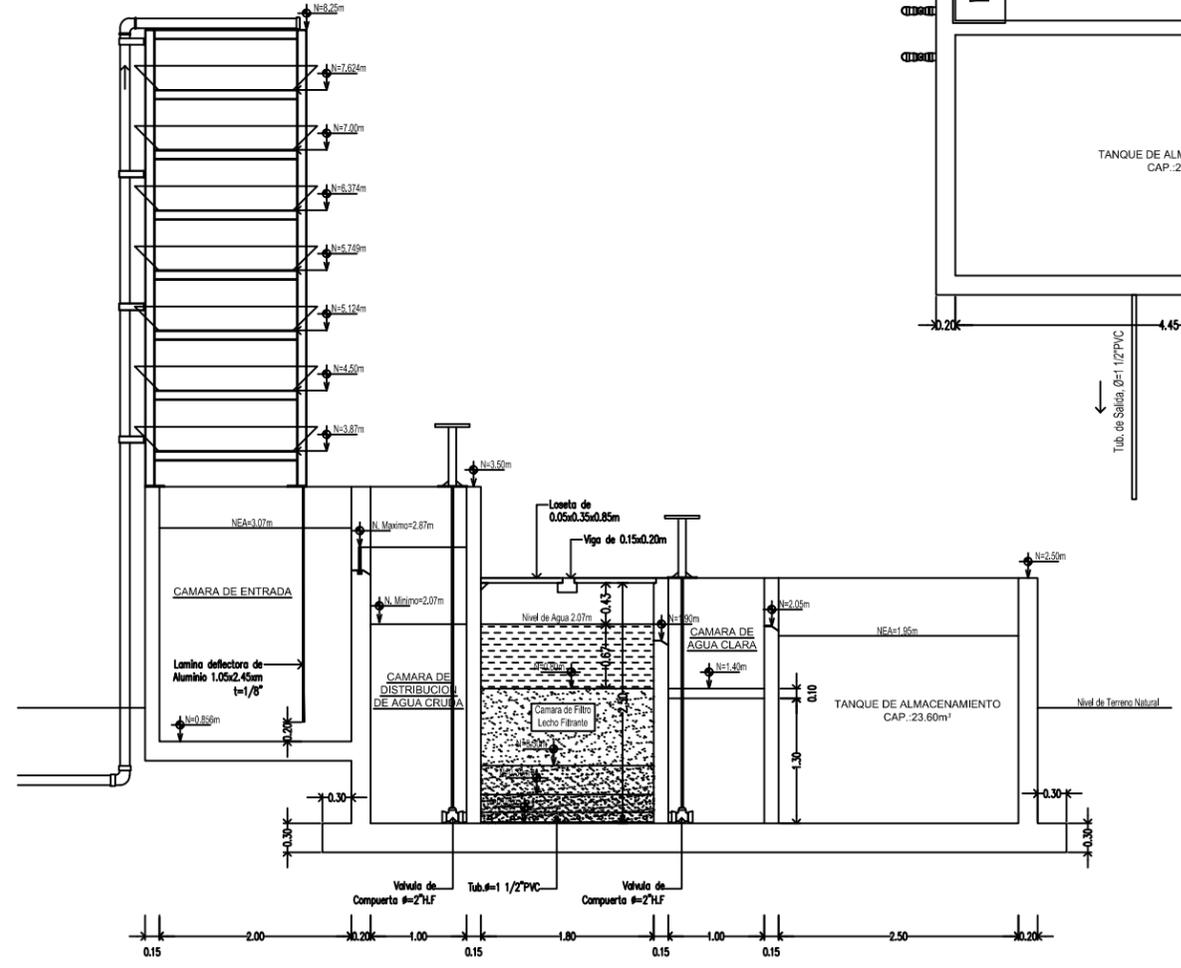
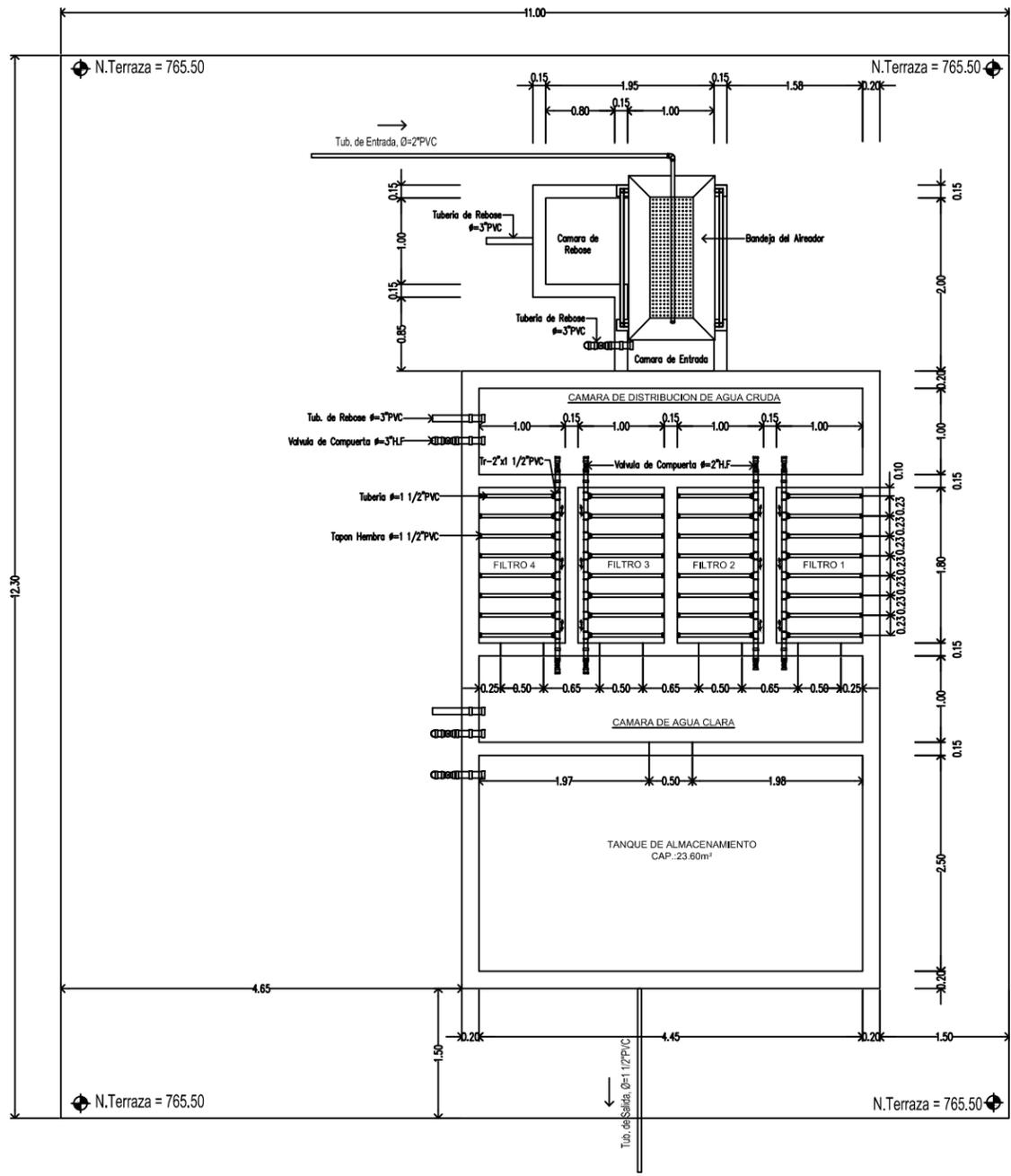
3.16 Tapa Juntas

3.16.1 Materiales

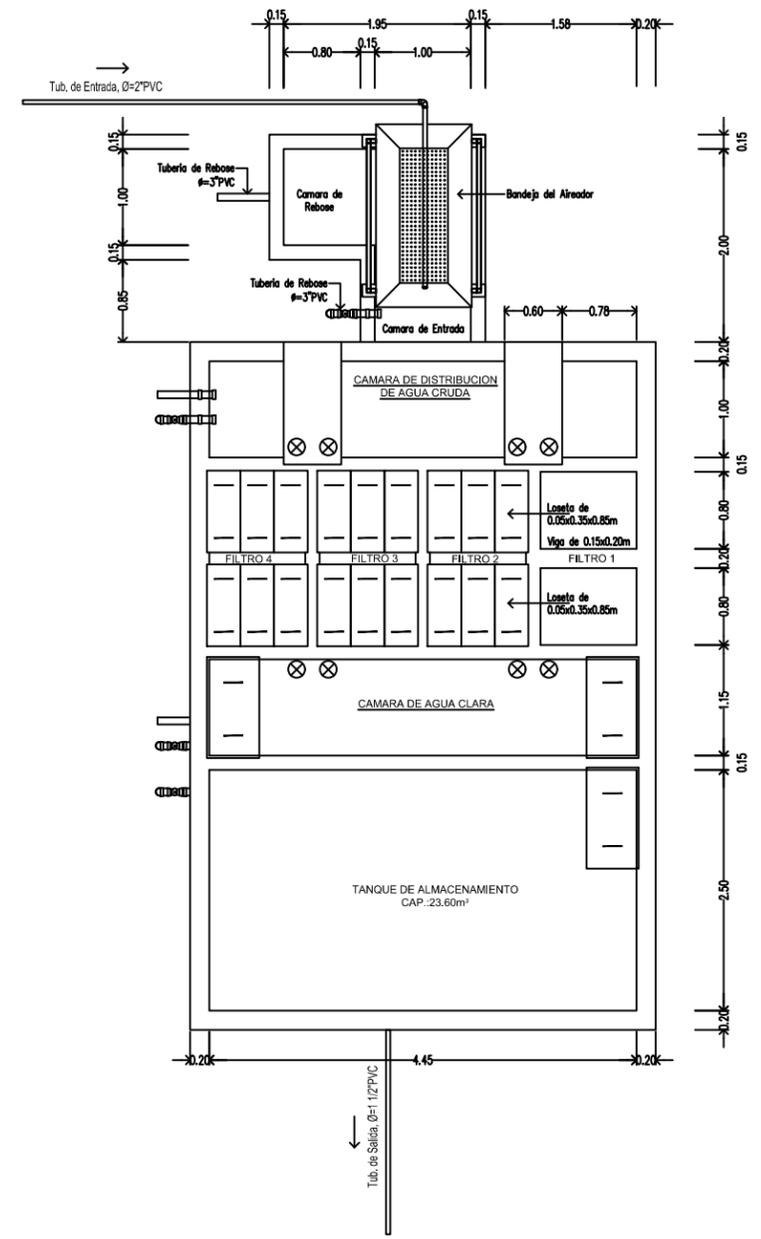
Las Tapauntas deberán ser de PVC de 20 cm de ancho y 5 mm de espesor y deberán cumplir las normas CRD-C572-24.

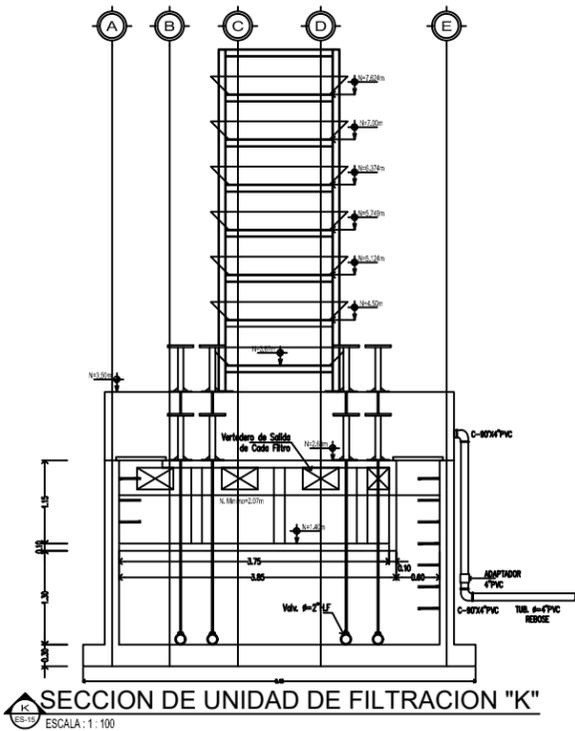
3.16.2 Colocación.

Las bandas deberán ser colocadas en la obra siguiendo las instrucciones del fabricante.

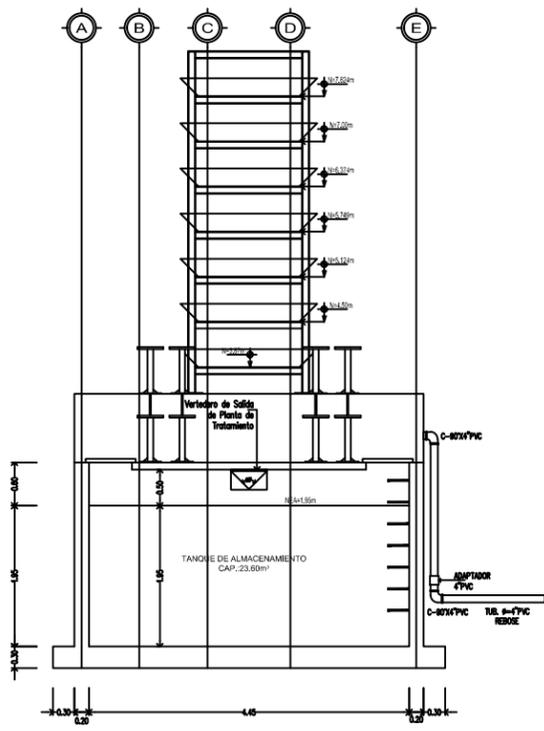


SECCION LONGITUDINAL DE UNIDAD DE FILTRACION

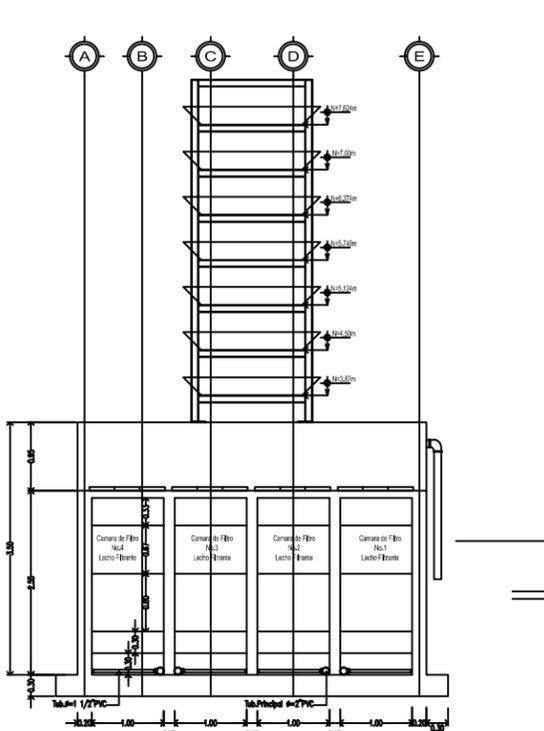




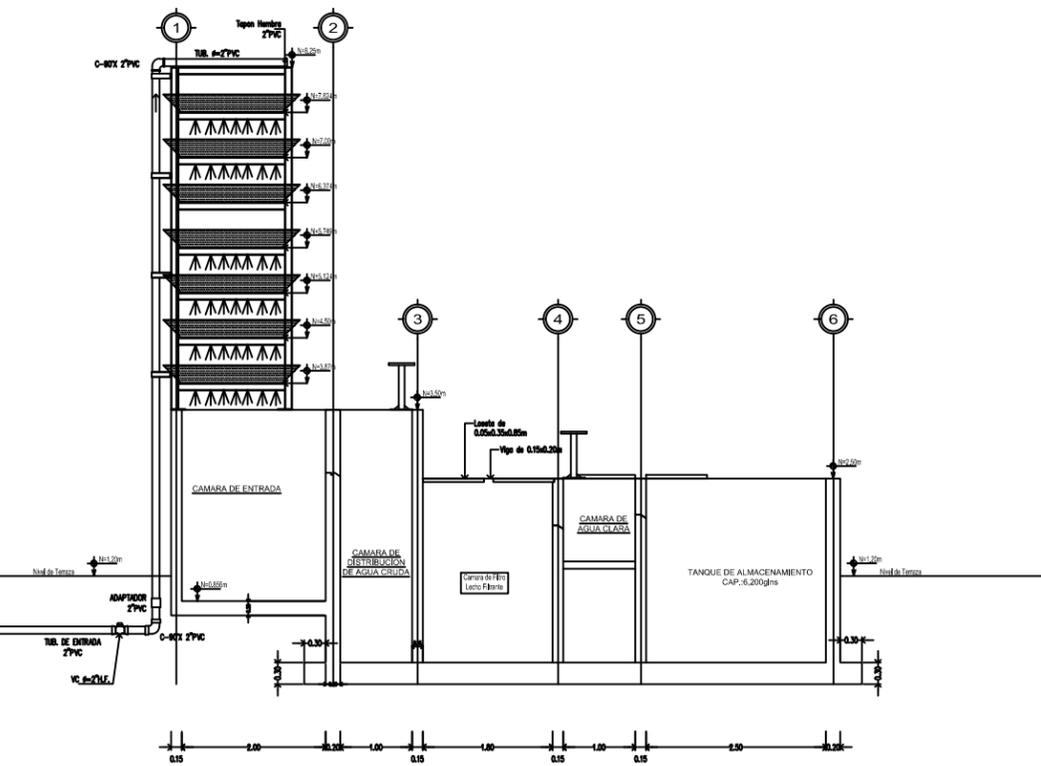
SECCION DE UNIDAD DE FILTRACION "K"
ESCALA: 1:100



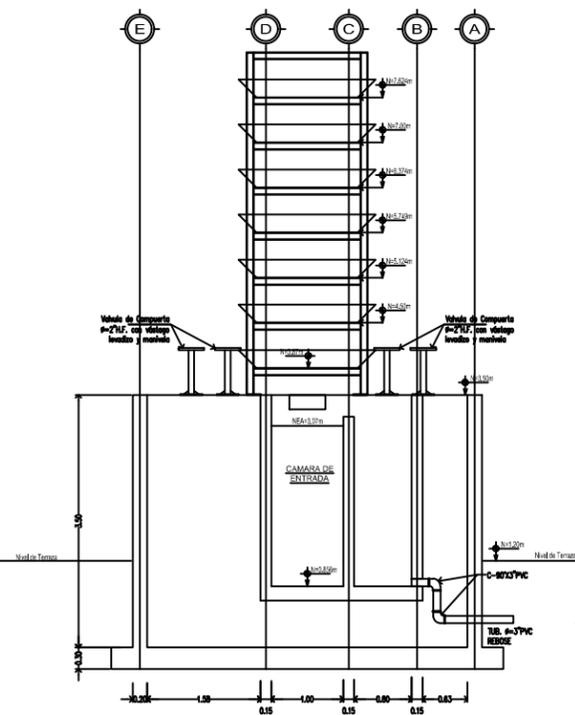
SECCION DE UNIDAD DE FILTRACION "L"
ESCALA: 1:100



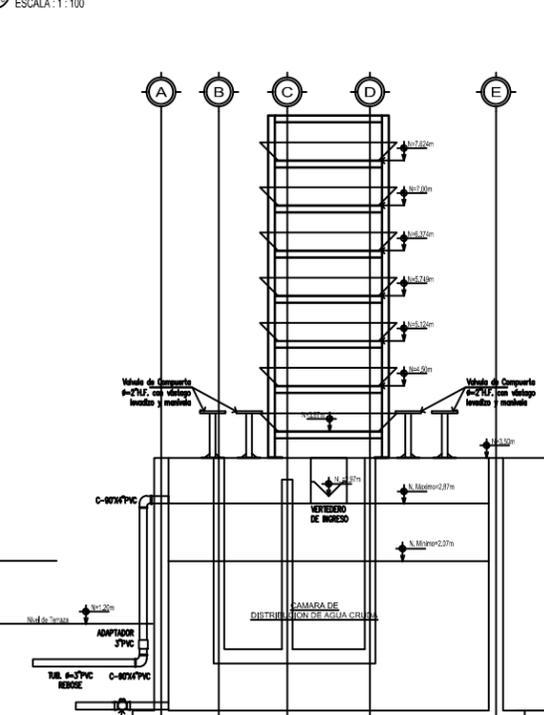
SECCION DE UNIDAD DE FILTRACION "J"
ESCALA: 1:100



SECCION LONGITUDINAL DE PLANTA DE TRATAMIENTO
ESCALA: 1:100



SECCION DE UNIDAD DE FILTRACION "G"
ESCALA: 1:100

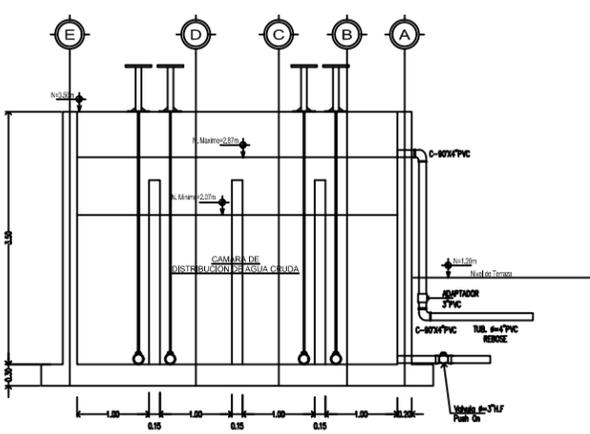


SECCION DE UNIDAD DE FILTRACION "H"
ESCALA: 1:100

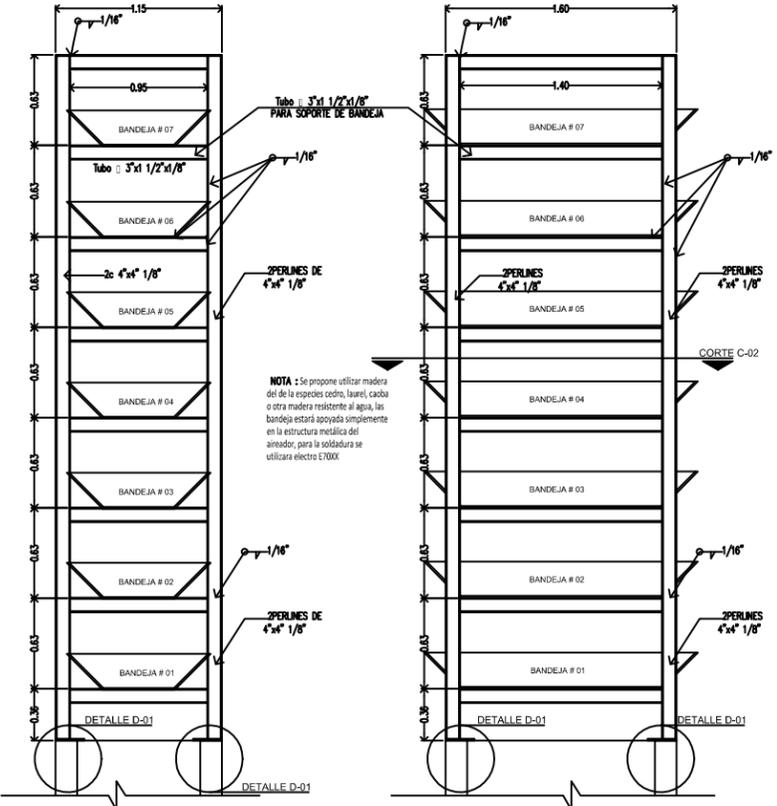
NOTA : Todos los elementos metálicos y paredes de concreto de la planta de tratamiento y tanque de almacenamiento de agua potable deben ser debidamente pintadas con pintura de alta resistencia y calidad y compatible con las superficies a pintar.

En el caso de la pintura interior de la planta de tratamiento y tanque de almacenamiento de agua, la cual deberá ser debidamente aprobada por la supervisión del proyecto.

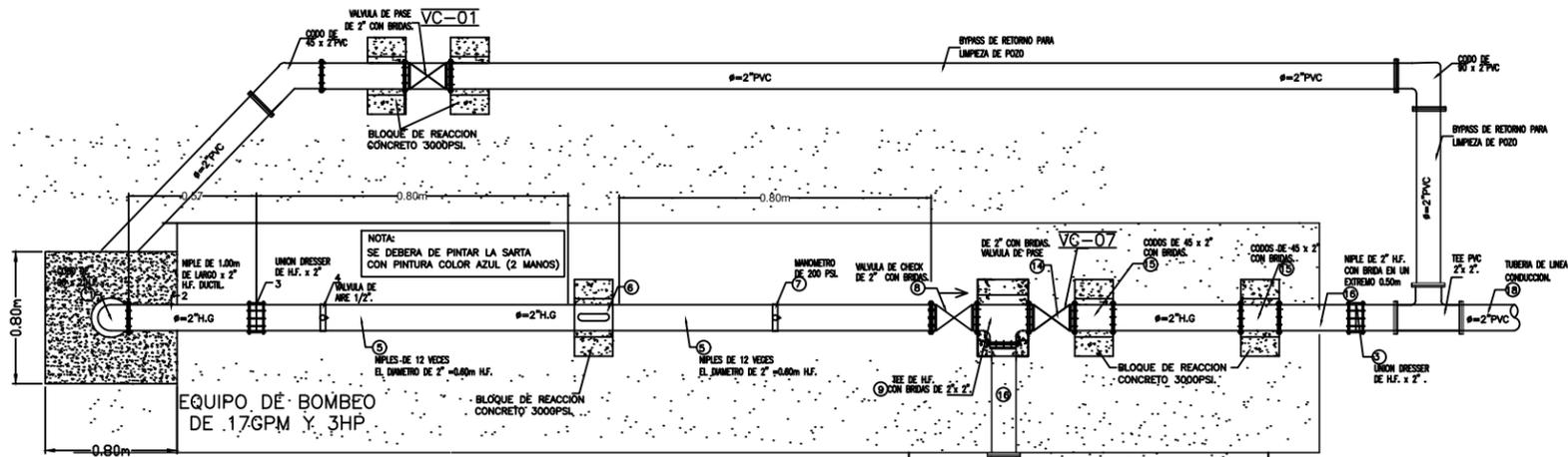
En la parte interior de las paredes de la planta de tratamiento se aplicara un repello de 1.5centímetros, con una proporción de una parte de cemento por tres partes de arena. Posterior al repello, se aplicara un fino tipo espejo de cemento con textura lisa. Se tendrá especial cuidado con el curado de estos acabados, evitando agrietamiento por la falta de humedad.



SECCION DE UNIDAD DE FILTRACION "I"
ESCALA: 1:100



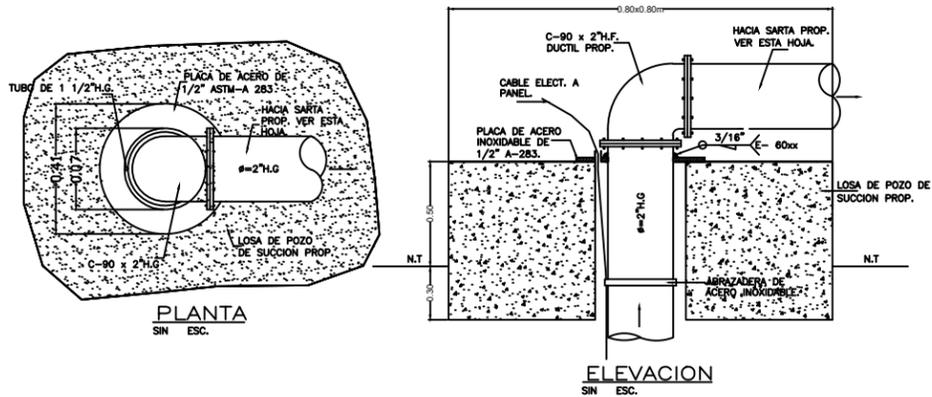
DETALLE DE SOPORTE DE BANDEJA DE AIREADOR
ESCALA: 1:50



PLANTA DE SARTA DE EQUIPO DE BOMBEO PROPUESTO (2" H.G.).

NOTA:
EL SOPORTE SE COLOCARA DE 0.20 a 0.50m DE DISTANCIA DE LA UNION DE LA TUBERIA DE H.F. USAR CONCRETO DE f' = 2000 lb/pulg. PARA Ø MENORES DE Ø = 4" LA DISTANCIA-MAXIMIA ENTRE SOPORTE SERA DE 4.00m

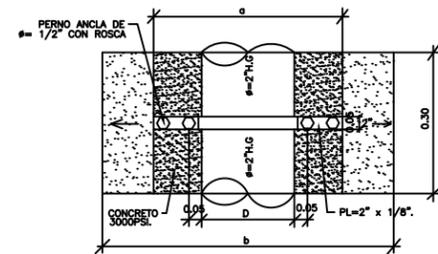
CAJA DE LADRILLO CUARTERON CON REPELLO Y FINO



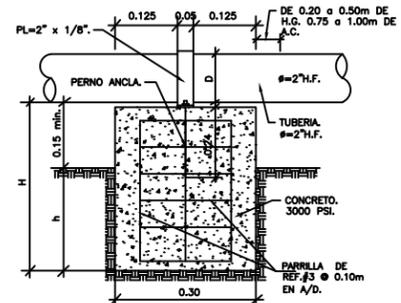
ELEVACION SIN ESC.

TABLA DE SOPORTES PARA TUBERIA EN TRAMOS RECTOS.

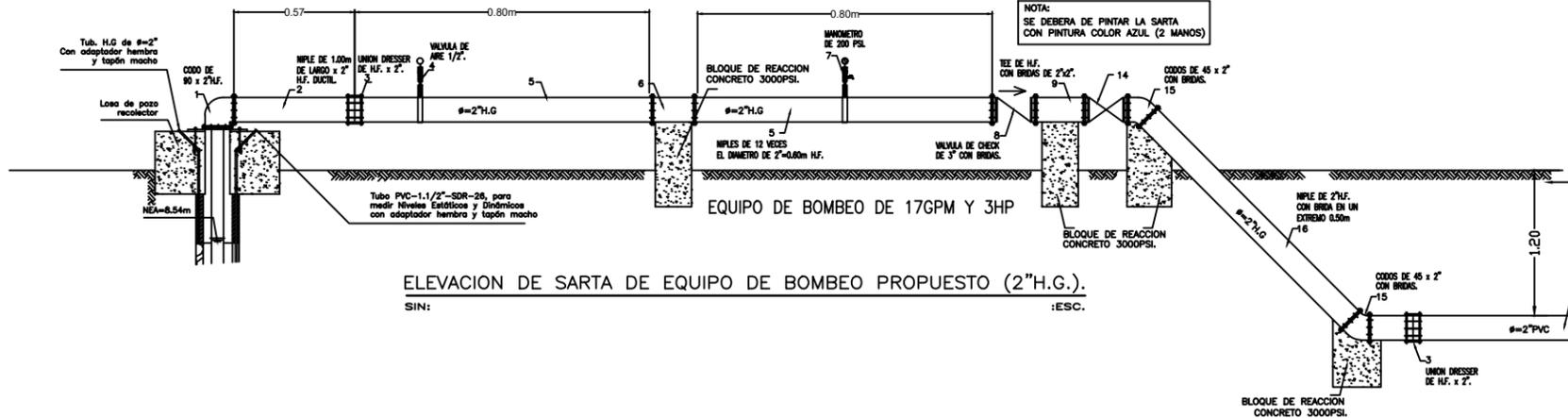
DIMENSIONES DE SOPORTE.	1 1/2" - 2" H.F.
VALORES MINIMOS EN CM.	h H b a
EN ROCA.	0.10 0.25 0.40 0.25
EN TERRENO CONSOLIDADO.	0.25 0.40 0.40 0.25
EN TERRENO NO CONSOLIDADO.	0.40 0.55 0.40 0.25



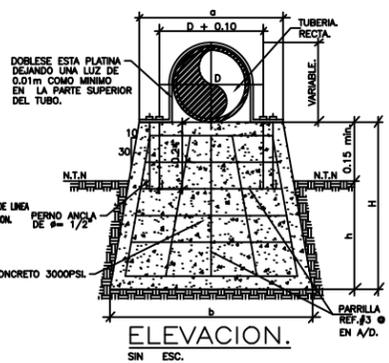
DET. DE BLOQUE DE REACCION Y ANCLAJE TIPICO. SIN ESC.



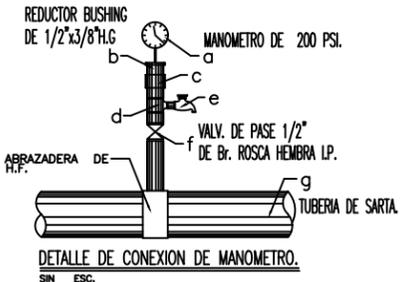
ELEVACION SIN ESC.



ELEVACION DE SARTA DE EQUIPO DE BOMBEO PROPUESTO (2" H.G.).



ELEVACION SIN ESC.



DETALLE DE CONEXION DE MANOMETRO. SIN ESC.

LISTA DE MATERIALES PROPUESTA P/CONEXION DE MANOMETRO.

No.	ORDEN	UNIDAD	ACCESORIOS
a	1		MANOMETRO DE 200 PSI.
b	1		REDUCTOR BUSHING DE 1/2"x3/8"H.G
c	1		UNION UNIVERSAL DE 1/2"H.G.
d	1		TEE DE 1/2"x1/2"H.G. EXTREMOS ROSCADOS.
e	1		LLAVE DE CHORRO DE 1/2" DE Br.
f	1		VALV. DE PASE 1/2" DE Br. ROSCA HEMBRA I.P.
g	1		TUBERIA DE SARTA.
1			METRO DE TUBO DE 1/2"H.G. CON ROSCA STANDARD.

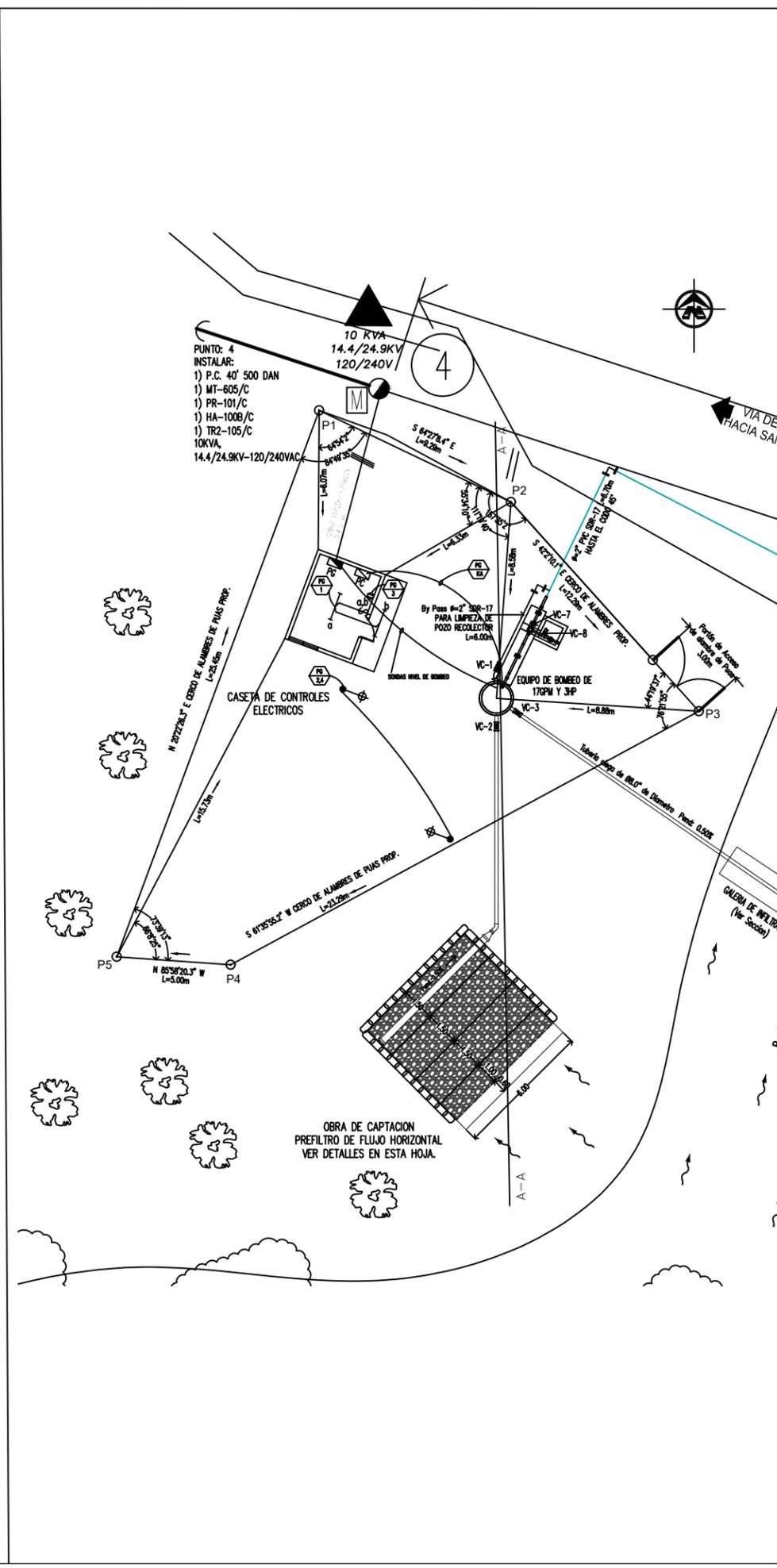
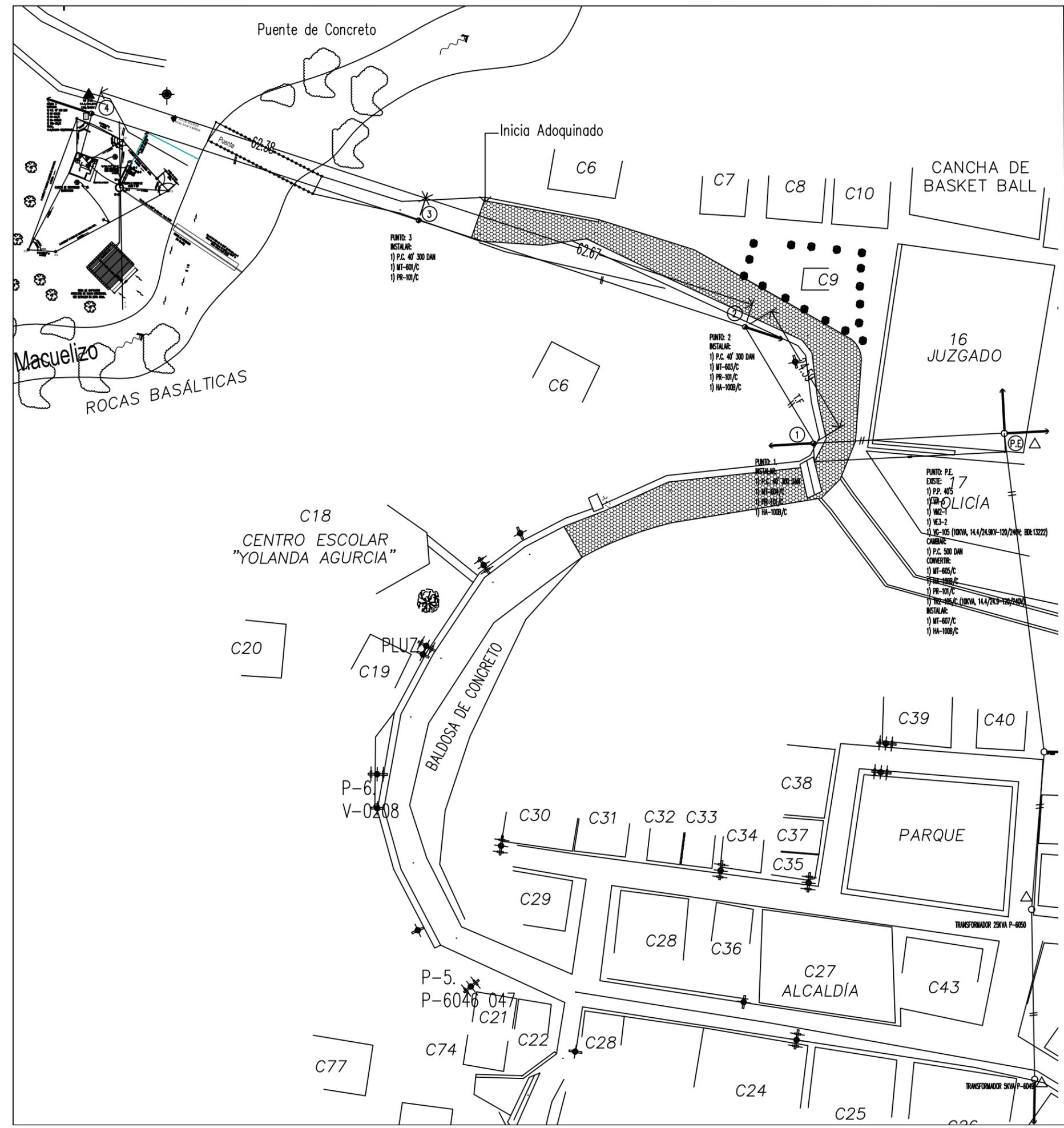
DETERMINACION DE PROFUNDIDAD DE POZO PROPUESTO

No.	CONCEPTO:	UNIDAD:	POZO PROPUESTO
1	Elevacion del terreno del predio del pozo	msnm	675.90
2	Nivel estático de agua en épocas de verano	msnm	673.75
3	Profundidad del nivel estático del agua	m	2.15
4	Caudal de diseño	Gpm	17
5	Profundidad del nivel de agua de bombeo.	m	1.60
6	Sumergencia de la bomba.	m	5.85
7	Profundidad total del pozo.	m	6.25

LISTA DE MATERIALES DE SARTA PROPUESTA PARA DIAMETRO DE 3" H.G. DUCTIL

No. DE ORDEN	No. DE UNIDAD	DESCRIPCION
1	3	CODO DE 90 x 2" H.F.
2	1	NIPLE DE 1.00m DE LARGO x 2" H.F. DUCTIL.
3	2	UNION DRESSER DE H.F. x 2".
4	1	VALVULA DE AIRE CON ROSCA MACHO DE 1/2".
5	2	NIPLES DE 12 VECES EL DIAMETRO DE 2" = 0.60m H.F.
6	1	MEDIDOR MAESTRO H.F. CON BRIDAS DE 2".
7	1	MANOMETRO DE 200 PSI.
8	1	VALVULA DE CHECK DE 2" CON BRIDAS.
9	2	TEE DE H.F. CON BRIDAS DE 2"x2"
12	3	VALVULA DE 2" H.F. CON BRIDAS PARA LIMPIEZA.
13	1	NIPLE DE 2" H.F. DUCTIL DE 1.50m DE LARGO CON-BRIDA EN UN EXTREMO.
14	1	VALVULA DE PASE DE 2" CON BRIDAS.
15	2	CODOS DE 45 x 2" CON BRIDAS.
16	1	NIPLE DE 2" H.F. CON BRIDA EN UN EXTREMO 0.50m DE LARGO
17	1	VALVULA DE ALIVIO DE 2" H.F. CON BRIDAS TUBERIA DE LINEA DE CONDUCCION.







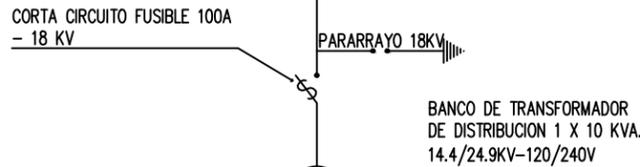
SIMBOLOGIA MEDIA TENSION

○	POSTE EXISTENTE ALTURA Y CLASE INDICADOS
●	POSTE DE CONCRETO A INSTALAR ALTURA INDICADA
△	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION EXISTENTE POTENCIA APARENTE Y VOLTAJES INDICADOS.
▲	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION A INSTALAR POTENCIA APARENTE Y VOLTAJES INDICADOS.
—	RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA 1Ø, 14.4 KV EXISTENTE, 1c# 1/0 + 1c# 2 ACSR.
—	RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA 1Ø, 14.4 KV A INSTALAR, 1c# 1/0 + 1c# 2 ACSR.
—	RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA EXISTENTE, CABLE TRIPLEX-NEUTRACEN No. 2 AA.
—	RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA A INSTALAR, CABLE TRIPLEX-NEUTRACEN No. 6 AA.
⊖	RETENIDA SENCILLA A INSTALAR.
⊖	RETENIDA EN COMPRESION A INSTALAR.
M	MEDICION DE CONSUMO A INSTALAR EN POSTE CON TRANSFORMADOR

NOTAS GENERALES PARA MEDIA TENSION:

- SE DEBERÁ CUMPLIR CON LO ESTIPULADO EN LOS MANUALES DE CONSTRUCCIÓN DE LINEAS AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN DE UNIÓN FENOSA.
- SOLO UNIÓN FENOSA PODRÁ DESENERGIZAR Y ENERGIZAR LINEAS DE DISTRIBUCIÓN.
- TODOS LOS MATERIALES DEBERÁN DE SER NUEVOS Y DE PRIMERA CALIDAD Y ADQUIRIDOS EN ESTABLECIMIENTOS AUTORIZADOS.
- EL CONTRATISTA PODRÁ CONSTRUIR EL SISTEMA PRIMARIO HASTA QUE UNIÓN FENOSA OTORGUE EL PERMISO CORRESPONDIENTE.
- LOS TRANSFORMADORES A INSTALAR DEBERÁN TENER PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD DE PARTE DE ENTRESA Y DEBERÁN TENER GARANTÍA DE UN AÑO DE PARTE DEL INSTALADOR Y EL CONTRATISTA.
- EL PERSONAL QUE LABORE EN TRABAJOS DE MEDIA TENSION DEBERÁ SER ESPECIALIZADO Y EL CONTRATISTA DEBERÁ TENER AUTORIZACIÓN DE PARTE DE INE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LINEAS AÉREAS PRIMARIAS DE DISTRIBUCIÓN.
- LOS COSTOS POR DESPEJE, SUPERVISIÓN Y PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN SERÁN ASUMIDOS POR EL CONTRATISTA.
- ES RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA VIGILAR POR LA SEGURIDAD DEL PERSONAL QUE TRABAJE EN MEDIA Y BAJA TENSION Y/O DAÑOS QUE SE CAUSEN DE MANERA DIRECTA O INDIRECTA A TERCEROS.

RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA MONOFASICA 2 H. 1/0 ACSR - 14.4KV A INSTALAR



MUFA DE ENTRADA EMT Ø 1"
CONDUIT IMC Ø 1"
3c # 6 THHN-AWG
ACOMETIDA CONVENCIONAL AEREA

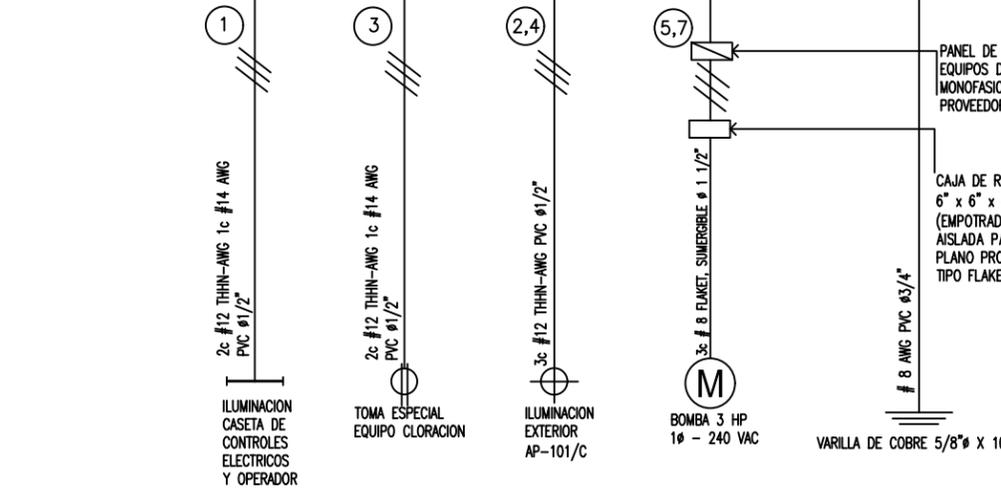
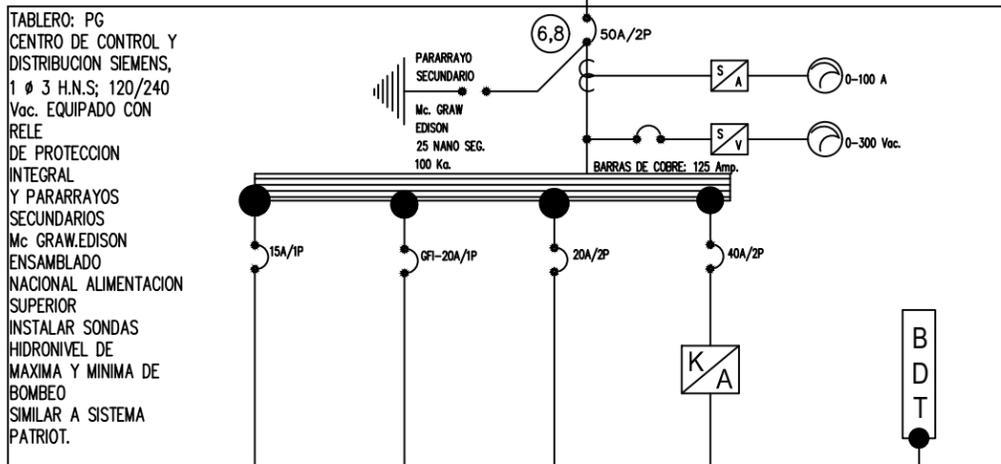
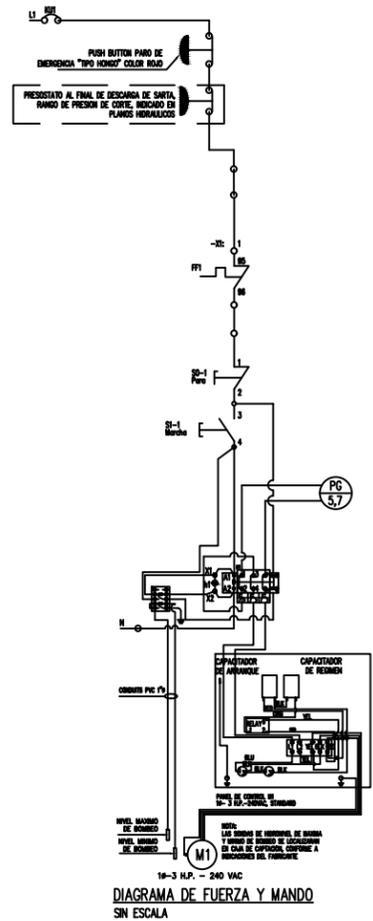
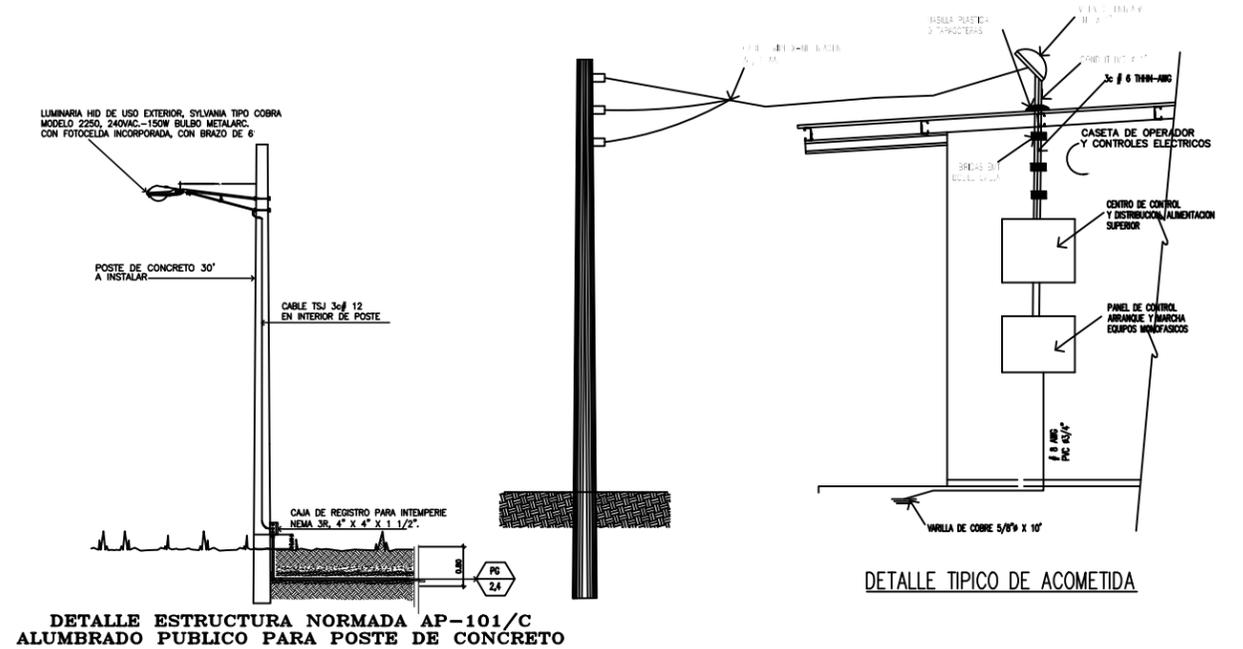


DIAGRAMA UNIFILAR
ESTACION DE BOMBEO
MACUELIZO



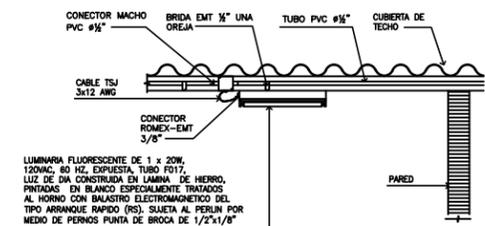
DESCRIPCION	NUMERO CIRCUITO	BREAKER AMP/POLO	DEMANDA KW	CONDUITS	CONDUCTOR THHN-AWG	TOTAL AMP/FASE		COLOR CABLE	TOTAL AMP/FASE		CONDUCTOR THHN-AWG	CONDUITS	DEMANDA KW	BREAKER AMP/POLO	DESCRIPCION
						A	B		A	B					
ILUMINACION GENERAL	1	15A/1P	0.08	1/2	12	0.7	A	1.3			12	1/2	0.30	20A/2P	2 ILUMINACION EXTERIOR
TOMA EQUIPO CLORADOR	3	60-20A/1P	0.96	1/2	12	8.0	N		1.3		6	1	3.54	50A/2P	4 ENTRADA ALIMENTACION VIENE DE RED SECUNDARIA
ALIMENTACION EQUIPO DE BOMBEO 3HP - 240VAC.	5	40A/2P	2.2	1	8	17.0	A				6	1	3.54	50A/2P	
	7					17.0	N								



DETALLE ESTRUCTURA NORMADA AP-101/C
ALUMBRADO PUBLICO PARA POSTE DE CONCRETO

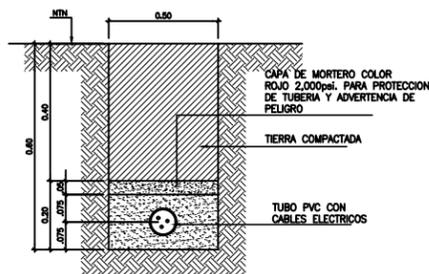
NOTAS GENERALES

- 1-A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO, TODOS LOS CIRCUITOS DERIVADOS SERAN CANALIZADOS EN CONDUITS PVC SDR-17, EMPLEANDO ACCESORIOS DE UNIONES DEL MISMO MATERIAL.
- 2-EN PARTICIONES DE MADERA, MUEBLE Y TODA CANALIZACION EXPUESTA A DAÑO FISICO SERA REALIZADA EN CONDUIT E.M.T.
- 3-EL CONDUCTOR A EMPLEAR SERA COMO CALIBRE MINIMO EL No. 12 THHN-AWG, CON CAPACIDAD DE AISLAMIENTO DE 600 VOLTIOS.
- 4-LA TUBERIA BAJO PISO UNA VEZ TENDIDA DEBERA PROTEGERSE CON CAPA DE MORTERO DE UNA PULGADA A TODO LO LARGO DE SU RECORRIDO.
- 5-LA POLARIZACION A TIERRA SERA REALIZADA CONFORME LAS DISPOSICIONES DEL CASO.
- 6-NO SERA PERMITIDO EL USO DE EMPALME DE LINEAS EN LOS CONDUITS.
- 7-SE DEBERA CUMPLIR CON EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE NICARAGUA EN VIGENCIA Y TODAS LAS DISPOSICIONES TECNICAS DE LA DIRECCION GENERAL DE BOMBEROS DE NICARAGUA.
- 8-TODAS LAS CAJAS DE REGISTRO O SALIDAS DEBERAN SER DEL TIPO E.M.T. PARA SERVICIO PESADO, DEL TAMAÑO DE ACUERDO AL USO Y NUMERO DE CONDUCTORES INDICADO EN PLANOS.
- 9-TODOS LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES, ANTES DE PUESTA LA ENERGIZACION, DEBEN SER OBJETO DE VERIFICACION DE AISLAMIENTO MEDIANTE EL EMPLEO DEL MEGAOHMETRO. LOS VALORES QUE RESULTEN DE ESTA PRUEBA SE ASENTARAN EN LA BITACORA.
- 10-AUNQUE NO SE INDIQUE EN PLANOS, TODA CANALIZACION PVC, ADEMAS DE SU LINEA DE FASE Y NEUTRO DEBERA DE CONTAR CON UNA LINEA ADICIONAL DE CALIBRE AWG SEGUN CIEEN '96. DESNUDA O FORRADA PARA EFECTOS DE PROTECCION A TIERRA.
- 11-TODA SALIDA DE TOMACORRIENTES LOZALIZADA SOBRE MUEBLES, SE UBICARA A 0.15 MTS. SOBRE EL NIVEL SUPERIOR DEL MISMO.
- 12-SERA RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA ELECTRICO ROTULAR DE FORMA VISIBLE Y PERMANENTE EL USO DE LOS DIFERENTES CIRCUITOS DERIVADOS EN LA TAPA DEL CENTRO DE CARGA.
- 13-LA EJECUCION TOTAL DEL SISTEMA ELECTRICO PROYECTADO, SERA REALIZADO POR PERSONAL TECNICO REGISTRADO Y ACREDITADO POR LA DIRECCION GENERAL DE BOMBEROS DE NICARAGUA.
- 14-PARA FACILITARSE LAS TAREAS DE ALAMBRAO DE CANALIZACIONES DEBERA EMPLEARSE TALCO SIMPLE.
- 15-UNA VEZ CONCLUIDA LA INSTALACION DEL SISTEMA ELECTRICO, EL RESPONSABLE AVISARA A LA D.G.B.N. PARA SU REVISION Y ACEPTACION FINAL.
- 16-EN TODAS LAS INSTALACIONES ELECTRICAS PROYECTADAS SE DEBERA UTILIZAR EL SIGUIENTE CODIGO DE COLORES :
 COLOR CABLE----- A -----AZUL----- FASE A
 COLOR CABLE----- N -----NEGRO----- FASE B
 COLOR CABLE----- B -----BLANCO----- NEUTRO
 COLOR CABLE----- V -----VERDE----- POLARIZACION A TIERRA



DETALLE TIPICO DE INSTALACION DE LUMINARIAS FLUORESCENTES

SIN ESCALA

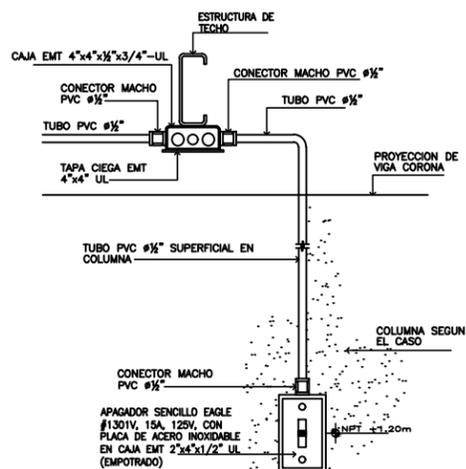


DETALLE DE CANALIZACION ELECTRICA SUBTERRANEA EN BAJA TENSION MOTOR DE LA BOMBA

SIN ESCALA

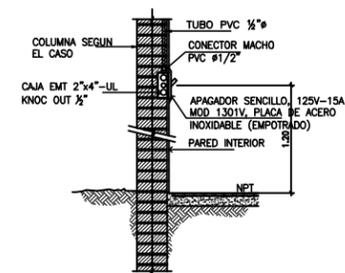
SIMBOLOGIA

	LUMINARIA FLUORESCENTE SYLVANIA DE TUBO EXPUESTO, 1 X 40W - 120V CAT# 200rs48-1
	TOMACORRIENTE DOBLE, NEMA 5-20R TIPO FIJO O DESMONTABLE, 20A-120V ELEV: 0.40m. S.N.P.T.
	APAGADOR DOBLE, TIPO FIJO O DESMONTABLE, 15A-120V. CONTROLA LUMINARIAS INDICADAS ELEV: 1.20m. S.N.P.T.
	NUMERO DE CIRCUITO Y SALIDA A PANEL.
	CANALIZACION AEREA
	CANALIZACION SOTERRADA
	LUMINARIA HID DE USO EXTERIOR, SYLVANIA MODELO 2250, 240VAC.-150W BULBO METALARC. CON FOTOCELDA INCORPORADA, MONTAJE AP-101/C
	PANEL DE CONTROL PARA ARRANQUE Y MARCHA EQUIPOS MONOFASICOS A SUMINISTRAR POR PROVEEDOR DE EQUIPO DE BOMBEO, JUNTO CON CABLE SUMERGIBLE
	INST. CAJA DE REGISTRO ELECT. EN BLOQUE DE CONCRETO CABEZAL DEL POZO
	ARRANCADOR MAGNETICO CON PROTECTOR DE SOBRE CARGA, EN CONEXION MONOFASICA, PUSH BOTTON INCORPORADO A PUERTA DE GABINETE CON INDICADOR LUMINOSO. 3 HP - 240V
	PANEL ELECTRICO CON PROTECCION A TIERRA, MARCA Y MODELO INDICADO EN CUADRO DE PANEL. ELEV: 1.50m. A CENTRO DE TABLERO



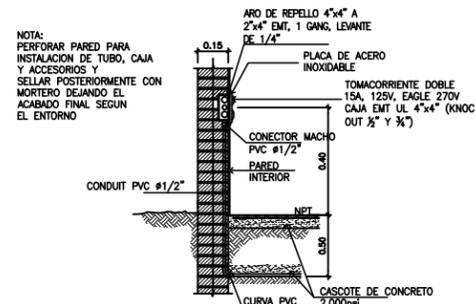
DETALLE DE INST. DE APAGADORES EMPOTRADOS EN PARED

SIN ESCALA



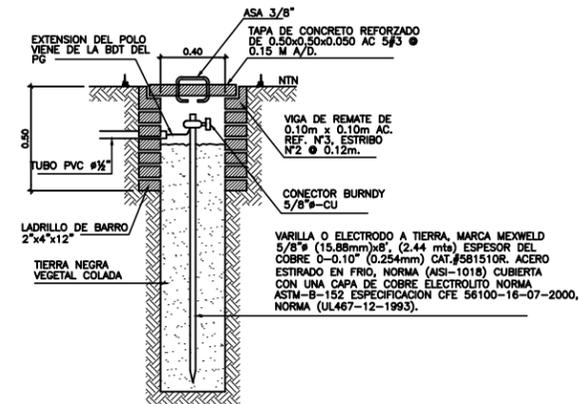
SEC. TIP. DE INST. DE APAGADORES EN COLUMNA DE CASETA DE CONTROL

SIN ESCALA



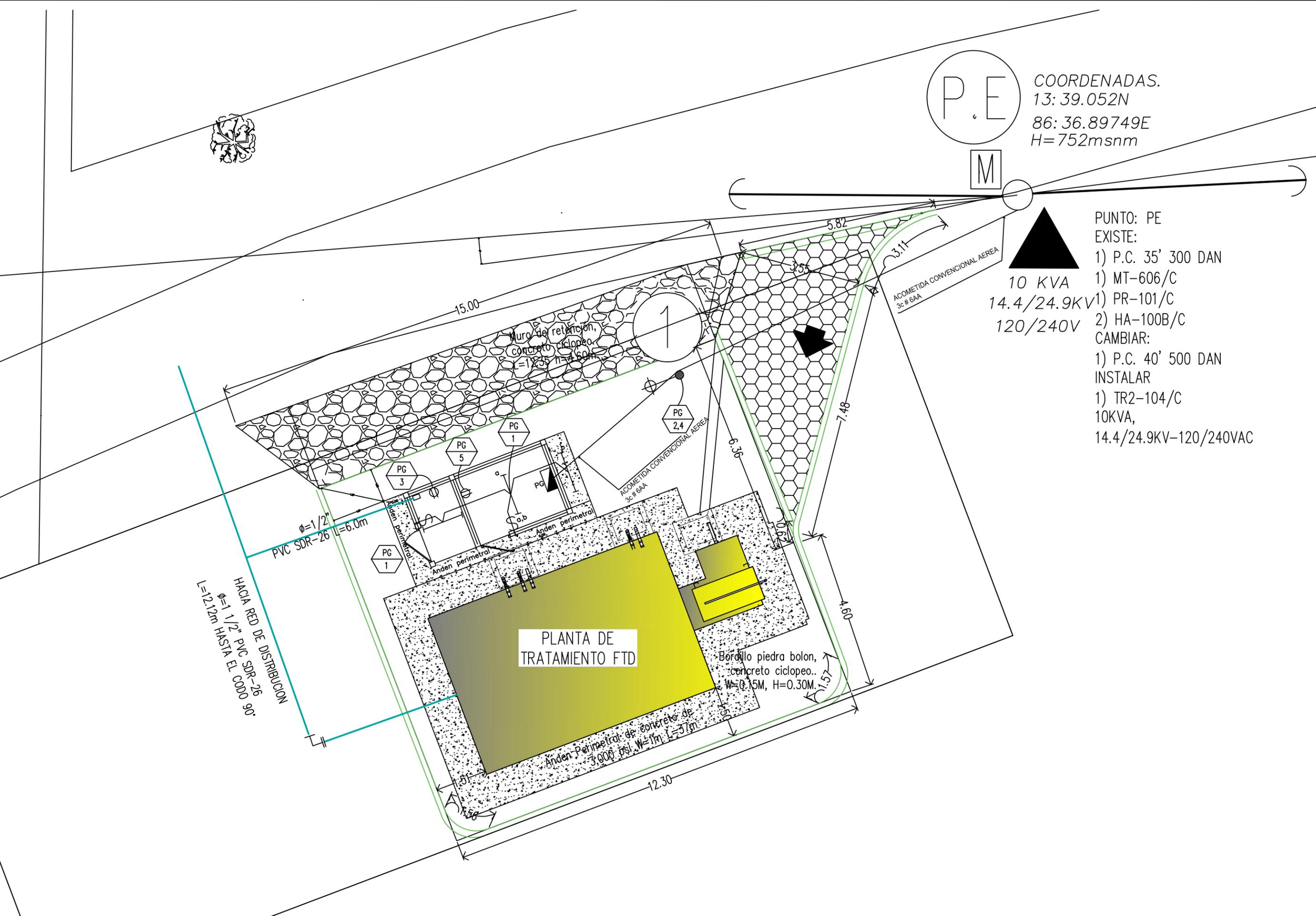
SEC. TIP. DE INST. DE TOMA/CTES EN CASETA DE CONTROL

SIN ESCALA



DETALLE DE POZO DE INSPECCION PARA INSTALACION DE VARILLA POLO A TIERRA

SIN ESCALA



P.E

COORDENADAS.
 13: 39.052N
 86: 36.89749E
 H=752msnm

10 KVA
 14.4/24.9KV
 120/240V

- PUNTO: PE
 EXISTE:
- 1) P.C. 35' 300 DAN
 - 1) MT-606/C
 - 1) PR-101/C
 - 2) HA-100B/C
- CAMBIAR:
- 1) P.C. 40' 500 DAN
- INSTALAR
- 1) TR2-104/C
- 10KVA,
 14.4/24.9KV-120/240VAC

HACIA RED DE DISTRIBUCION
 $\phi=1/2"$ PVC SDR-26
 L=12.12m HASTA EL CODO 90°

PLANTA DE TRATAMIENTO FTD

Anden Perimetral de concreto de
 3,000 psi. W=1m. L=37m

Bordillo piedra bolon,
 concreto ciclopeo.
 W=0.15M, H=0.30M.

SIMBOLOGIA MEDIA TENSION

○	POSTE EXISTENTE ALTIMA Y CLASE INDICADOS
●	POSTE DE CONCRETO A INSTALAR ALTIMA INDICADA
△	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION EXISTENTE POTENCIA APARENTE Y VOLTAJES INDICADOS.
▲	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION A INSTALAR POTENCIA APARENTE Y VOLTAJES INDICADOS.
—	RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA 1Ø, 14.4 KV EXISTENTE, 1c# 1/0 + 1c# 2 ACSR.
—	RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA 1Ø, 14.4 KV A INSTALAR, 1c# 1/0 + 1c# 2 ACSR.
—	RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA EXISTENTE, CABLE TRIPLEX-NEUTRACEN No. 2 AA.
—	RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA A INSTALAR, CABLE TRIPLEX-NEUTRACEN No. 6 AA.
⊖	RETENIDA SENCILLA A INSTALAR.
⊖	RETENIDA EN COMPRESION A INSTALAR.
M	MEDICION DE CONSUMO A INSTALAR EN POSTE CON TRANSFORMADOR.

NOTAS GENERALES PARA MEDIA TENSION:

- SE DEBERÁ CUMPLIR CON LO ESTIPULADO EN LOS MANUALES DE CONSTRUCCIÓN DE LINEAS AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN DE UNIÓN FENOSA.
- SOLO UNIÓN FENOSA PODRÁ DESENERGIZAR Y ENERGIZAR LINEAS DE DISTRIBUCIÓN.
- TODOS LOS MATERIALES DEBERÁN DE SER NUEVOS Y DE PRIMERA CALIDAD Y ADQUIRIDOS EN ESTABLECIMIENTOS AUTORIZADOS.
- EL CONTRATISTA PODRÁ CONSTRUIR EL SISTEMA PRIMARIO HASTA QUE UNIÓN FENOSA OTORQUE EL PERMISO CORRESPONDIENTE.
- LOS TRANSFORMADORES A INSTALAR DEBERÁN TENER PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD DE PARTE DE ENTRESA Y DEBERÁN TENER GARANTÍA DE UN AÑO DE PARTE DEL INSTALADOR Y EL CONTRATISTA.
- EL PERSONAL QUE LABORE EN TRABAJOS DE MEDIA TENSION DEBERÁ SER ESPECIALIZADO Y EL CONTRATISTA DEBERÁ TENER AUTORIZACIÓN DE PARTE DE INE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LINEAS AÉREAS PRIMARIAS DE DISTRIBUCIÓN.
- LOS COSTOS POR DESPEJE, SUPERVISIÓN Y PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN SERÁN ASUMIDOS POR EL CONTRATISTA.
- ES RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA VIGILAR POR LA SEGURIDAD DEL PERSONAL QUE TRABAJE EN MEDIA Y BAJA TENSION Y/O DAÑOS QUE SE CAUSEN DE MANERA DIRECTA O INDIRECTA A TERCEROS.

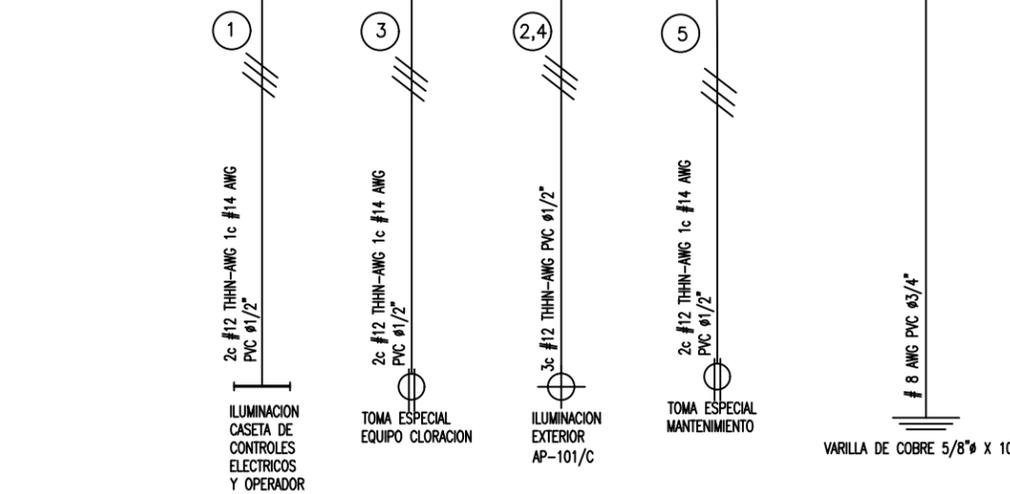
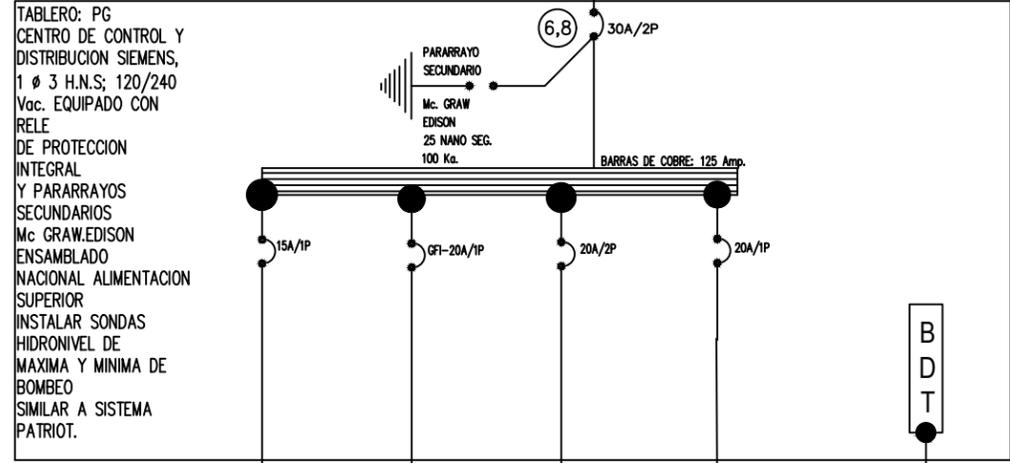
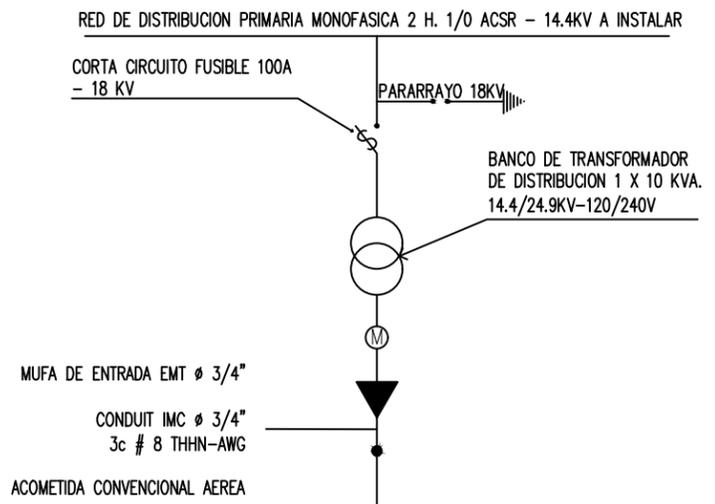
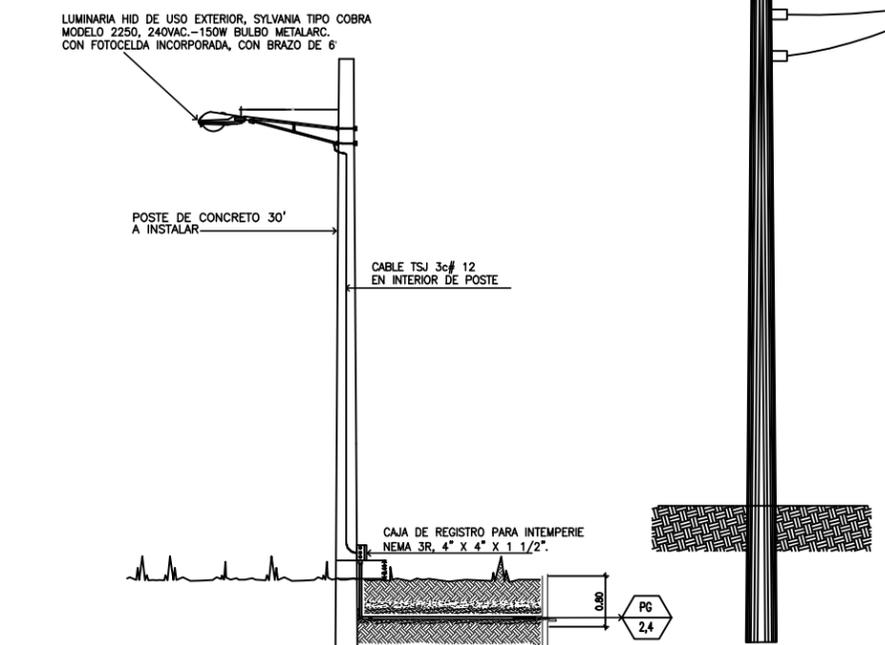
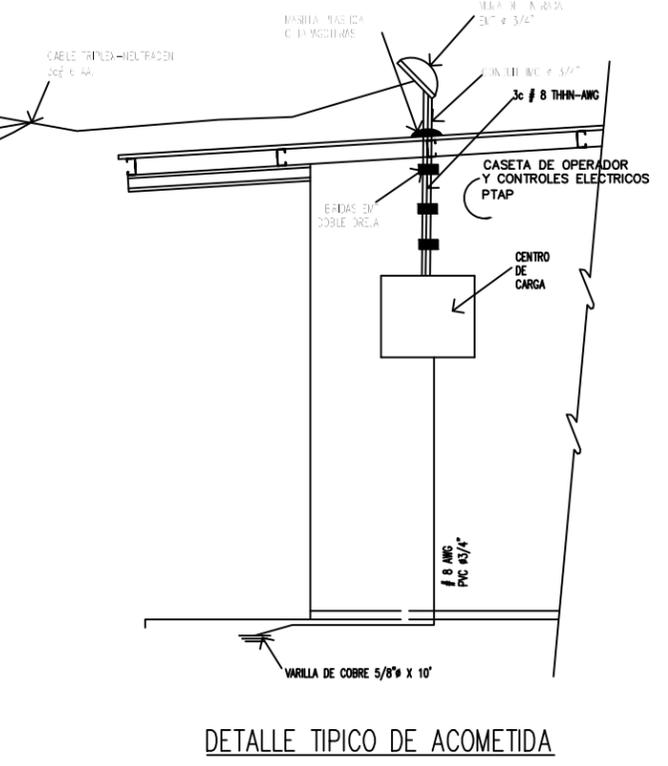


DIAGRAMA UNIFILAR
PLANTA TRATAMIENTO AGUA POTABLE
MACUELIZO

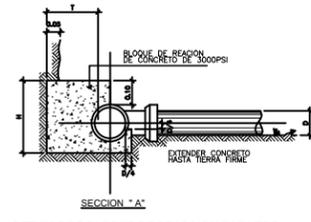
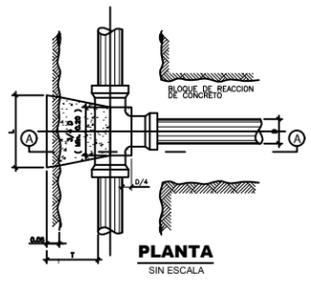
DESCRIPCION	NUMERO CIRCUITO	BREAKER AMP/POLO	DEMANDA KW	CONDUITS	CONDUCTOR THHN-AWG	TOTAL AMP/FASE		COLOR CABLE	TOTAL AMP/FASE		CONDUCTOR THHN-AWG	CONDUITS	DEMANDA KW	BREAKER AMP/POLO	NUMERO CIRCUITO	DESCRIPCION
						A	B		A	B						
ILUMINACION GENERAL	1	15A/1P	0.08	1/2	12	0.7		A	0.6		12	1/2	0.15	20A/2P	2	ILUMINACION EXTERIOR
TOMA EQUIPO CLORADOR	3	GFI-20A/1P	0.96	1/2	12		8.0	N		0.6					4	ENTRADA ALIMENTACION
TOMA MANTENIMIENTO	5	20A/1P	0.72	1	8	6.0		A			8	3/4	1.91	50A/2P	8	VIENE DE RED SECUNDARIA
ESPACIO	7					0		N								



DETALLE ESTRUCTURA NORMADA AP-101/C
ALUMBRADO PUBLICO PARA POSTE DE CONCRETO

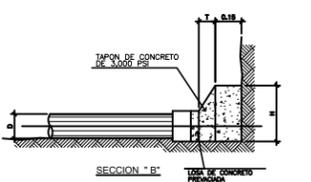


DETALLE TIPO DE ACOMETIDA

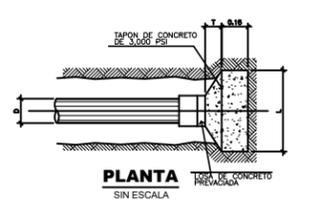


DETALLE DE BLOQUE DE REACCION PARA TEE SIN ESCALA

BLOQUE DE REACCION PARA TEE	
D	2"
T	0.20 m.
H	0.25 m.
L	0.30 m.



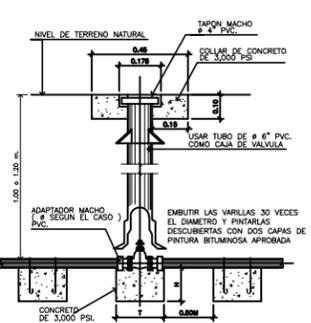
DETALLE BLOQUE DE REACCION PARA TAPONES SIN ESCALA



PLANTA SIN ESCALA

NOTA: EXTENDER EL CONCRETO HASTA TIERRA FIRME LAS DIMENSIONES T, H, L, SE MEDICAN EN METROS

BLOQUE DE REACCION PARA TAPONES	
D	2"
T	0.15 m.
H	0.25 m.
L	0.30 m.



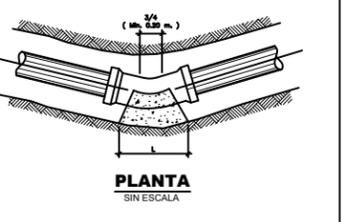
DETALLE BLOQUE DE REACCION PARA VALVULAS DE COMPUERTA SIN ESCALA



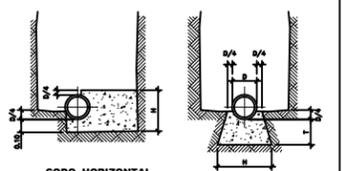
PLANTA SIN ESCALA

NOTA: EMBUTIR LAS VARILLAS 30 VECES EL DIAMETRO Y PINTARLAS DESDE ARRIBA CON DOS CAPAS DE PINTURA BITUMINOSA APROBADA

BLOQUE DE REACCION PARA VALVULAS	
D	1 1/2"
T	0.15 m.
H	0.15 m.
L	0.15 m.
REFUERZOS	2 # 3



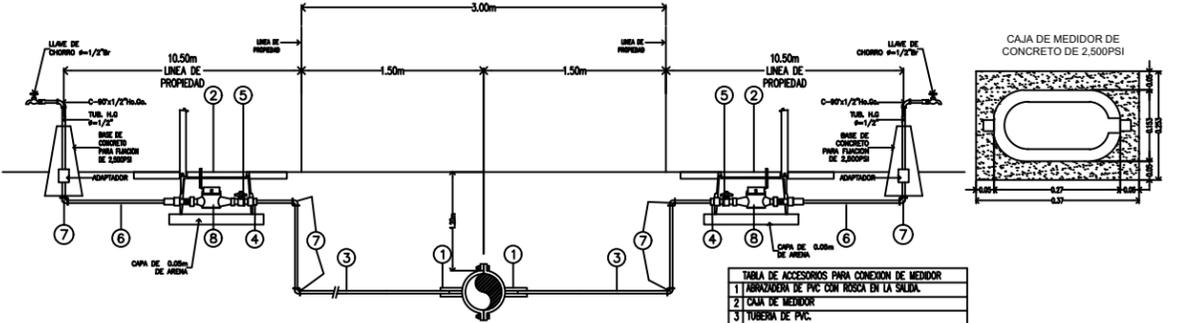
PLANTA SIN ESCALA



CODO HORIZONTAL CODO VERTICAL

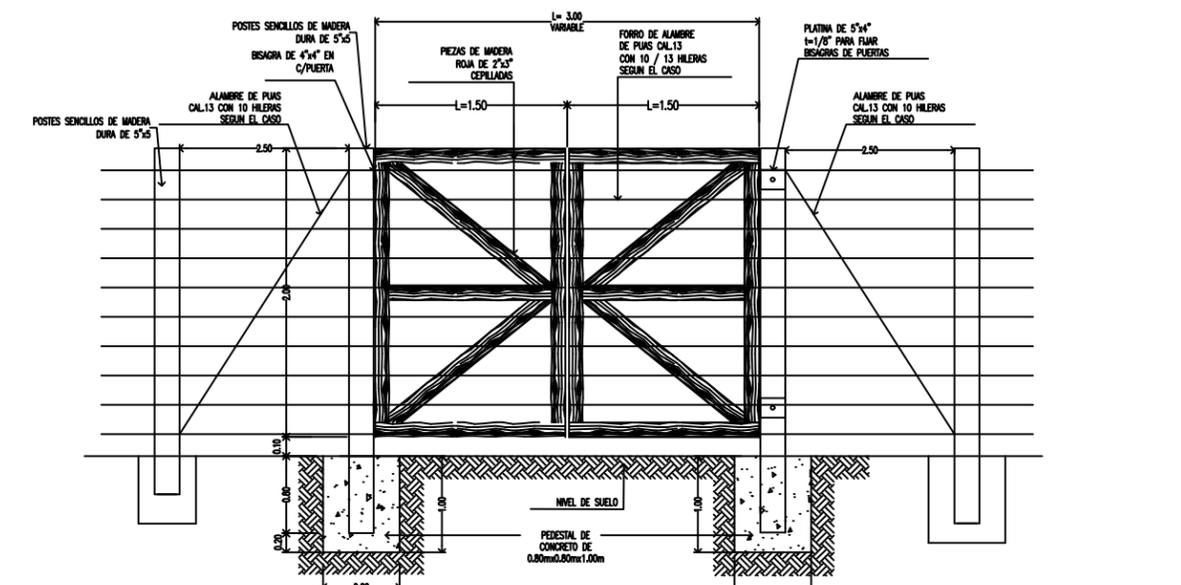
DETALLE BLOQUE DE REACCION PARA CODOS SIN ESCALA

BLOQUE DE REACCION PARA CODOS	
D	1-1/2" 2"
T	--
H	0.35 m. 0.40 m.
L	0.60 m. 0.75 m.



DETALLE DE CONEXIONES DOMICILIAR DE PATIO CON LLAVE DE PASE 1/2" VUELTA

TABLA DE ACCESORIOS PARA CONEXION DE MEDIDOR	
1	ABRIGADERA DE PVC CON ROSCA EN LA SALIDA
2	CAJA DE MEDIDOR
3	TUBERIA DE PVC
4	ADAPTADOR MACHO DE PVC
5	VALV. BRONCE / AMERICA VALVE #=1/2" x 3/8" / BRONCE
6	TUBERIA PVC
7	CUODOS 90°
8	MEDIDOR DOMICILIAR (CHORRO MULTIPLE #=1/2")



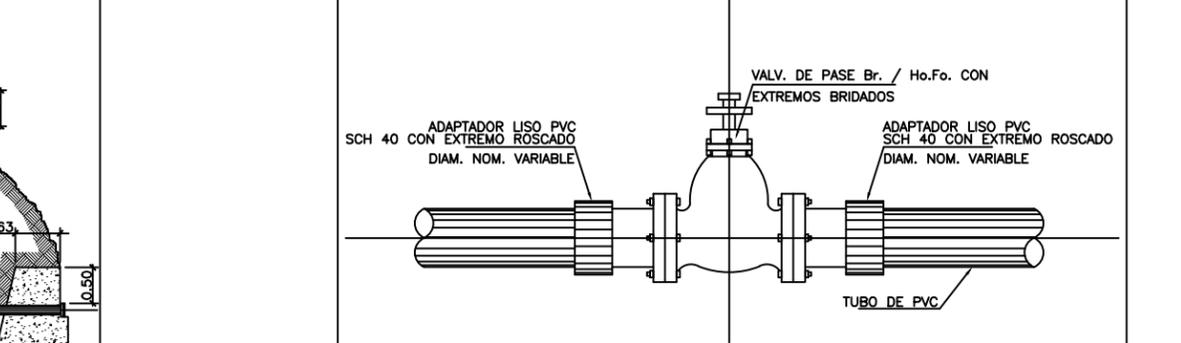
ELEVACION DE PORTON DE PREDIOS CON POSTES DE MADERA Y ALAMBRE DE PUAS SIN ESCALA



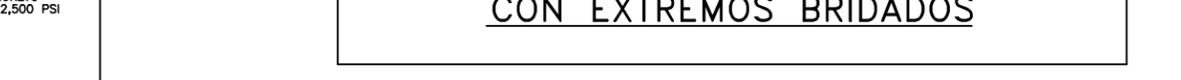
PLANTA DE PORTON DE PREDIOS SIN ESCALA



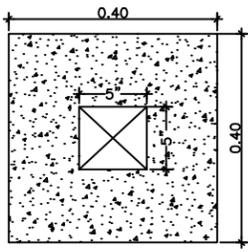
DET. DE CERCO DE ALAMBRE DE PUAS CON POSTES DE MADERA SIN ESCALA



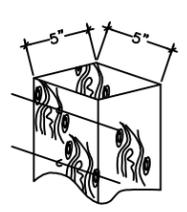
VALVULA DE PASE BRONCE / Ho.Fo CON EXTREMOS BRIDADOS



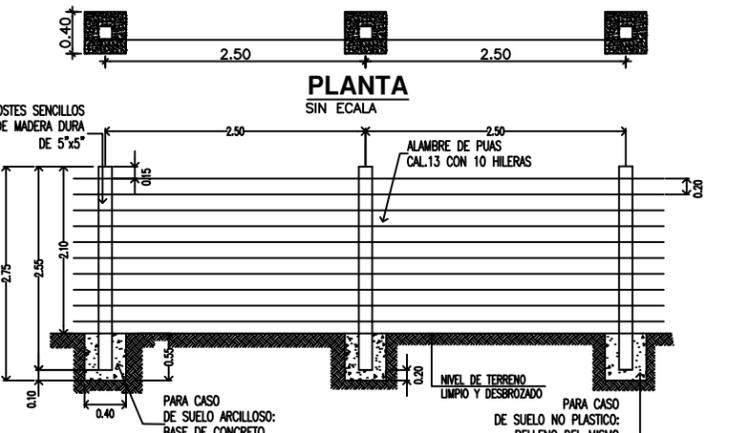
DETALLE DE CONEXION DE VALVULA DE LIMPIEZA SIN ESCALA



DETALLE DE POSTE Y PEDESTAL SIN ESCALA



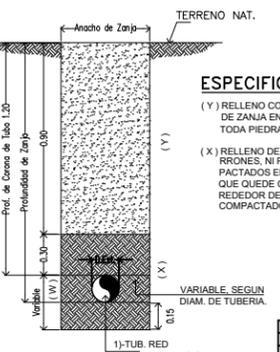
ISOMETRICO DE POSTE SIN ESCALA



PLANTA SIN ESCALA

DET. DE CERCO DE ALAMBRE DE PUAS CON POSTES DE MADERA SIN ESCALA

- NOTA:
- SE DEBERAN COLOCAR POSTES DE MADERA DURA CON SECCION TRANSVERSAL DE 5"x5"
 - COLOCAR POSTES TENSORES EN LAS ESQUINAS Y A DISTANCIAS DE 12.5 MTS. (5 POSTES)
 - PINTAR POSTES DE ACEITE QUEMADO, SEGUN LA ZONA SE PODRA UTILIZAR COMO POSTE LAS VARIETADES DE ARBOLES:
 - TAMARINDO
 - GUAPINOL
 - MORA
 - KEROSEN
 - TEMPISQUE
 - PEINE DE MICO/TAPABOTLJA
 - QUEBRACHO
 - PELLEJO DE VIEJA
 - NANCITON
 - MARIA/SANTA MARIA
 - MADERO NEGRO



DET. DE DISPOSICION DE LA TUBERIA EN ZANJA

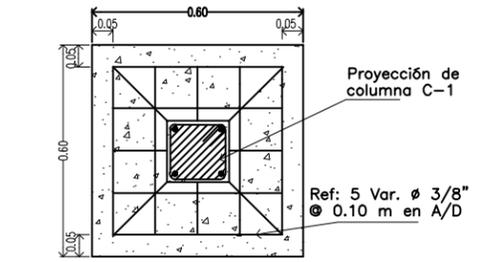
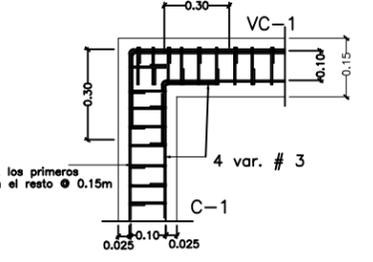
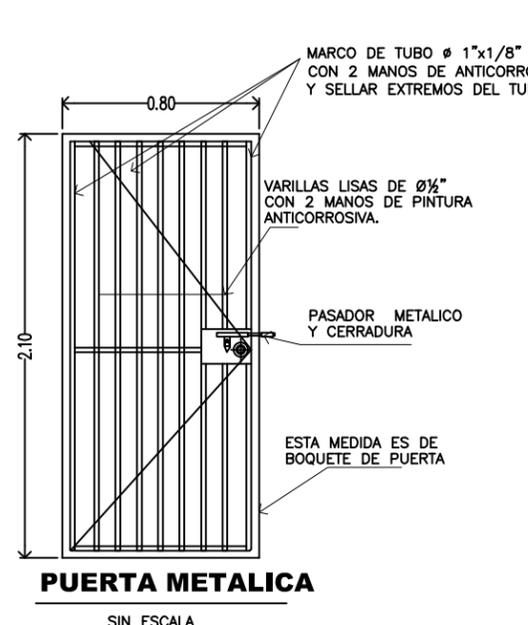
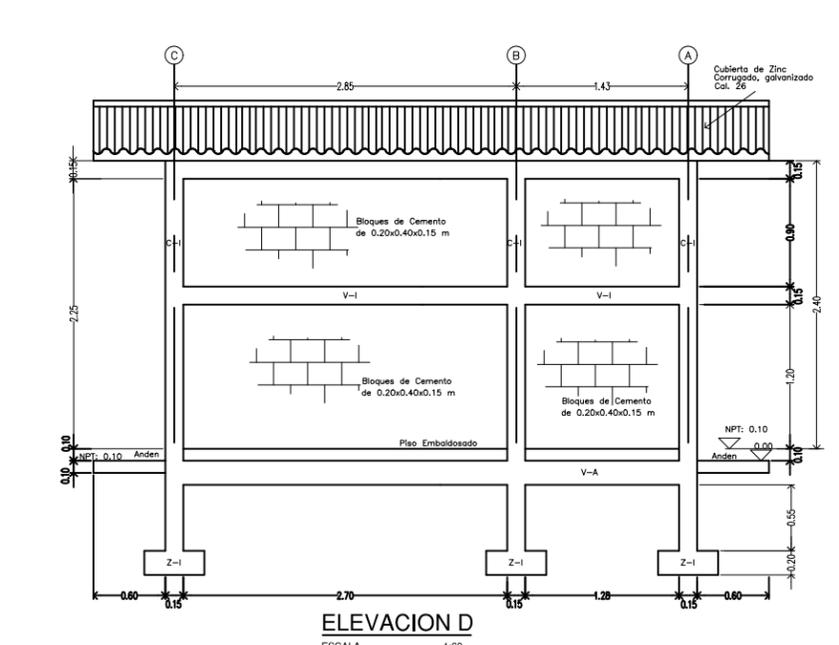
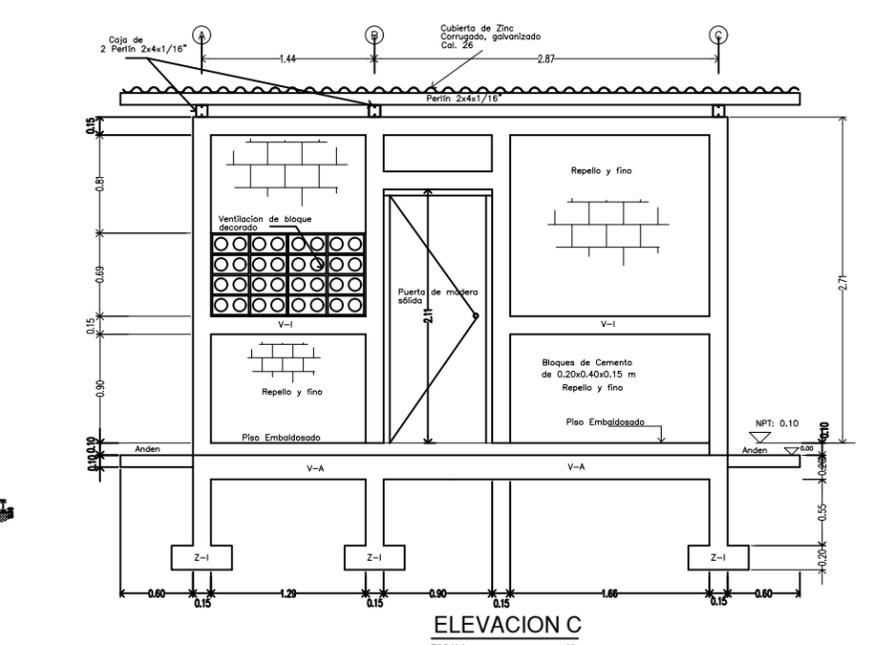
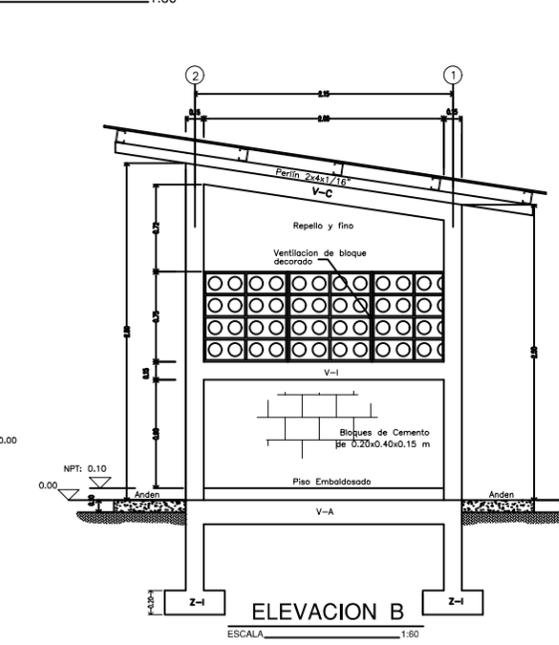
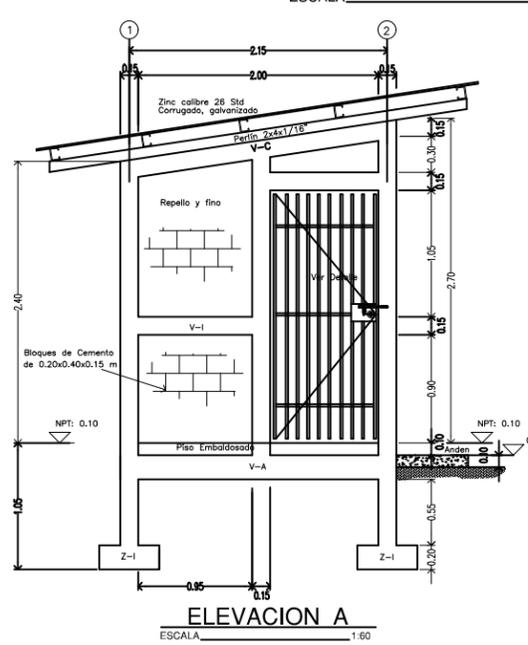
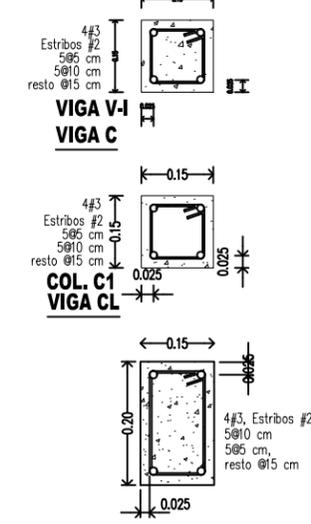
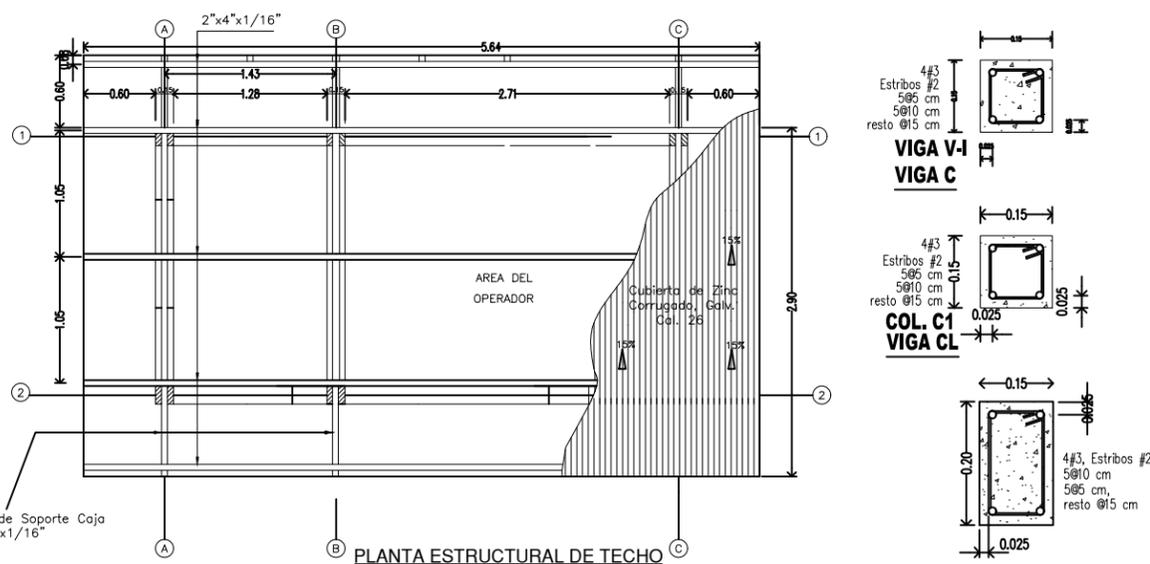
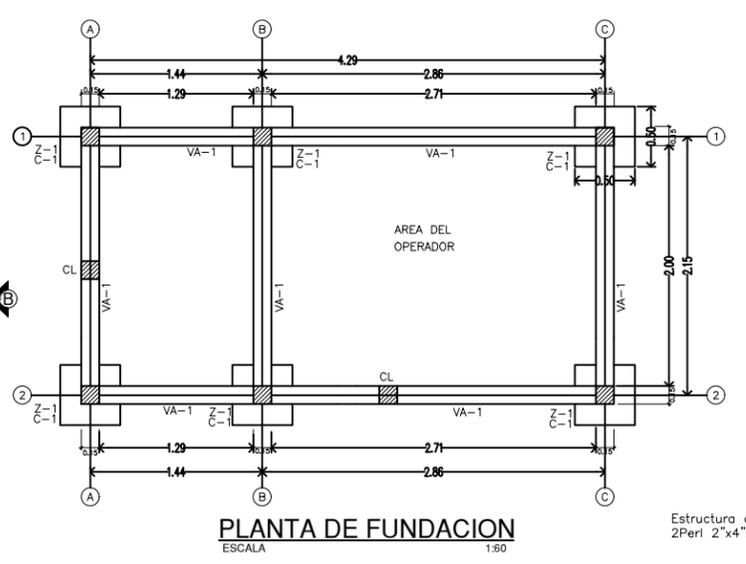
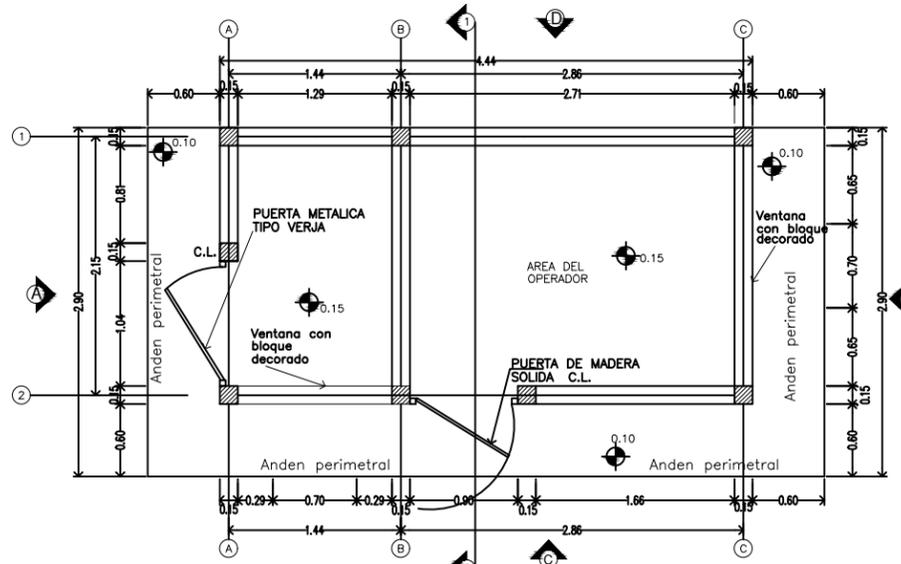
ESPECIFICACION

(Y) RELLENO COMPACTADO CON DESECHOS DE ZANJA EN CAPAS DE 0.30m SACAR TODA PIEDRA DE 0.20m O MAYOR.

(X) RELLENO DE TIERRA CORRIENTE SIN TERRORES, NI PIEDRAS, NI CASCAJONES, COMPACTADOS EN CAPAS DE 0.10m, PARA QUE QUEDE COMPACTADO DEBAJO Y ALREDEDOR DE LA TUBERIA, DEBE USARSE COMPACTADOR DE BARRA.

DIAMETRO TUBO	ANCHO ZANJA (M)	PROFUNDIDAD ZANJA (M)
2"	0.58	1.28
2"	0.58	1.38
1.5"	0.52	1.22

NOTAS: (X) RELLENO GENERAL DE SUELO NATURAL, MEZCLADO O CUANDO LO ORDENE EL M.D. SUPERIOR.



NOTAS GENERALES

TODAS LAS VARILLAS SERAN ESTEROMORFAS DE ACERDO A ASTM-A305 A EXCEPTO LAS VARILLAS #2 QUE SERAN USA.

EN LAS LONGITUDES DE TRANSPLASE Y EMPALME DE LAS VARILLAS DE REFORZO EN CONCRETO SERAN:

VARILLA #2: 0.30 m
VARILLA #3: 0.30 m
VARILLA #4: 0.30 m
VARILLA #5: 0.40 m
VARILLA #6: 0.40 m

EN LOS REFORZOS DEL CONCRETO AL ESTRECHO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES SERA COMO SIGUE:

VARILLAS ASIMICAS: 0.025 m
LATERAL: VIGAS Y COLUMNAS: 0.025 m
LOSA: 0.025 m

EN COLUMNAS Y VIGAS CON #3, SE UTILIZARA RECORRIMIENTO DE 0.025 m.

EN LAS VIGAS LOS TRANSPLASES DEL REFORZO SE EFECTUARAN A COMEDIO:

A) EN LA PARTE SUPERIOR, EN EL CENTRO DE LA VIGA.

B) EN LA PARTE INFERIOR, EN LOS PUNOS DE LAS COLUMNAS Y VIGAS. EN LAS VIGAS SE QUITARAN A LOS 21 DIAS, CUANDO LA ESTRUCTURA DEL CONCRETO, DISEÑO PARALELO DE CADA NUDO (UNION DE VIGA CON COLUMNAS O VIGA CON VIGA).

TAMAZO MAYOR SERA MENOR QUE EL ESPESOR DEL MATERIAL. TODAS LAS VARILLAS DE REFORZO DEBERAN DE ESTAR EXENDAS DE CUIDO.

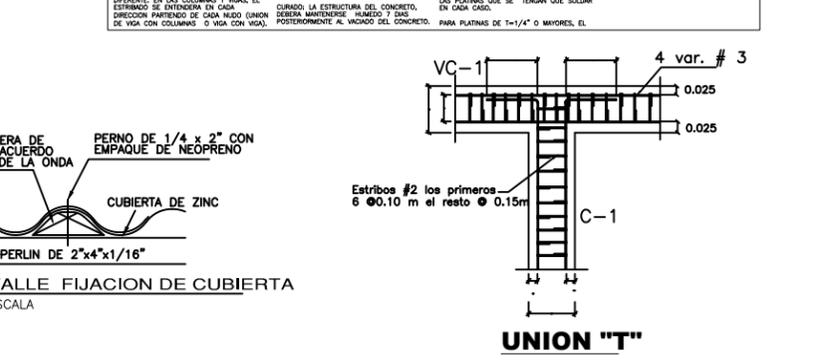
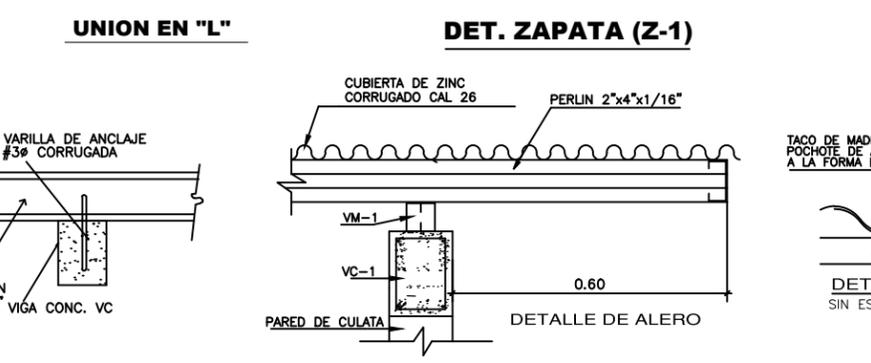
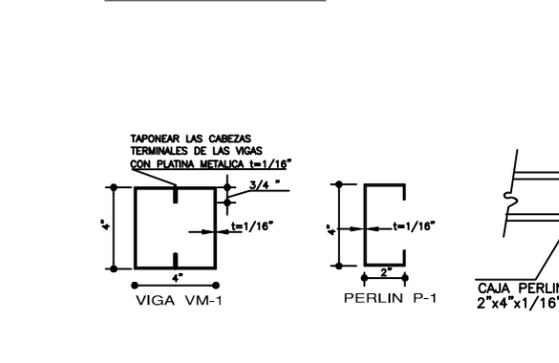
TODA LA ESTRUCTURA DE CONCRETO SERA MONOLITICA NO SE TOLERARA LA EXISTENCIA DE "JUNTAS FRIAS" EN EL CONCRETO. PARA OBTENER JUNTAS DE CONSTRUCCION NECESARIAS, DEBERAN DE LAMPARSE LA SUPERFICIE DE LAS JUNTAS LAMPARAS TODA LA OBRERA SUPERIOR DEJANDO UNA SUPERFICIE DE CONCRETO FRESCA.

TODAS LAS FUNDACIONES SERAN COLOCADAS CONTRA TENDENCIA NATURAL O COMPACTADO AL 90% PROCTOR MIN.

A LA ESTRUCTURA METALICA, SE LE APLICARA UNA MANO DE PINTURA ANTICORROSION EN EL TALLER, APLICANDO UNA MANO, EL CAMBIO, DESPUES DE HABER FREGO Y SOLDADO COMPLETAMENTE LA ESTRUCTURA.

LA SOLDADURA A MANERA SERA DE LA TIGUE, T-60, PARA PLANOS MENORES DE 10 CM², SE USARA METODO DE TIGUE MAYOR QUE EL ESPESOR DE LA MENOR DE LAS PLANTAS QUE SE TIGUEN QUE SOLDAR EN CADA CASO.

CUANDO LA ESTRUCTURA DEL CONCRETO, DEBERA MANTENERSE HASTA 7 DIAS, POSTERIORMENTE AL VACADO DEL CONCRETO, PARA PLANTAS DE 1-1/4" O MAYORES, EL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASO URBANO DEL MUNICIPIO DE MACUELOZO, DEPARTAMENTO DE NUEVA SEGOVIA

DISEÑO Y DIBUJO HIDRAULICO, ESTRUCTURAL Y ELÉCTRICO: Br. Luis Antonio Cáceres Sandoval/Br: Hevlyng Magali Blandón Zeledón

REVISÓ Y APROBÓ: Ing. Keving Ninoska Pérez Blandón ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL 2020

CONTENIDO: PLANO DE CASETA EN PREDIO DE PLANTA DE TRATAMIENTO

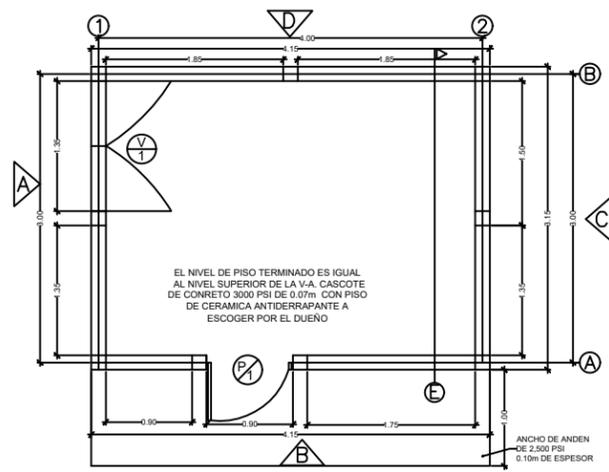
LÁMINA

HS-20

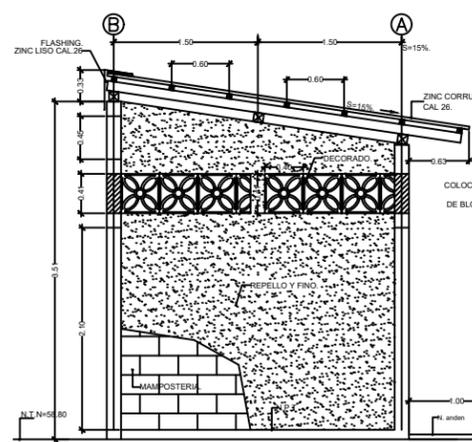
20

24

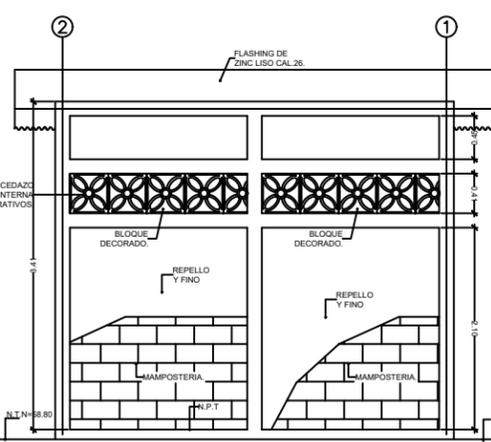
Aider en Ciencia y Tecnología



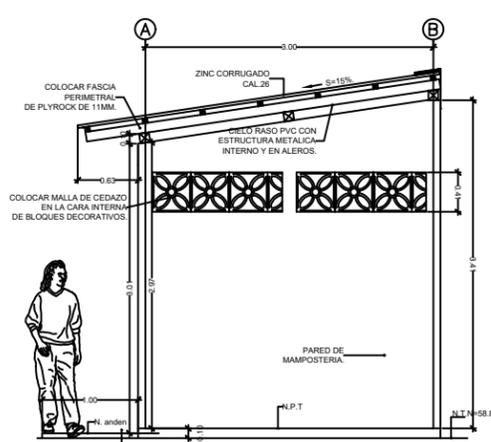
PLANTA ARQUITECTONICA



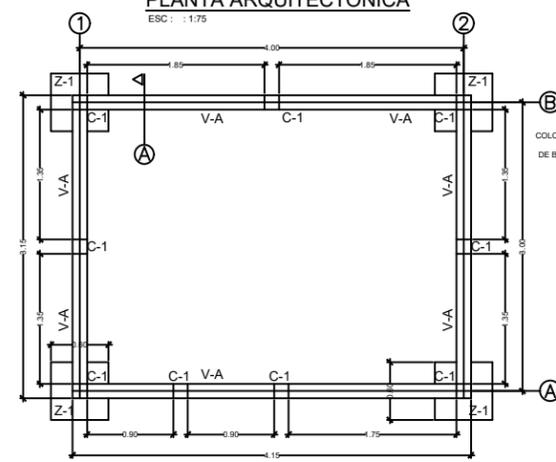
SECCION - "E"



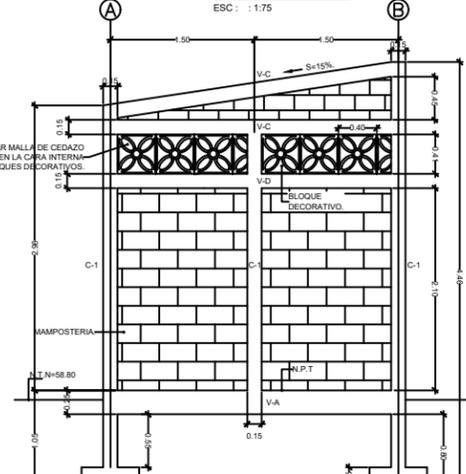
ELEVACION - "D"



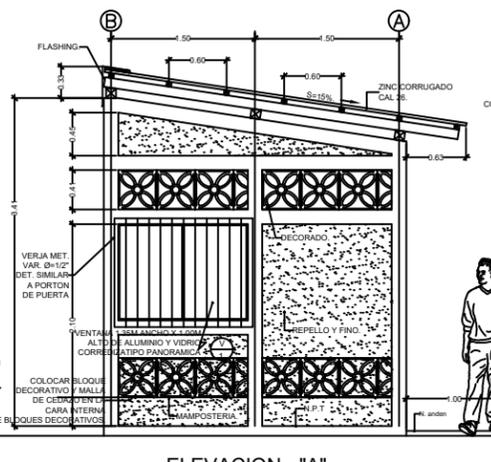
ELEVACION - "C"



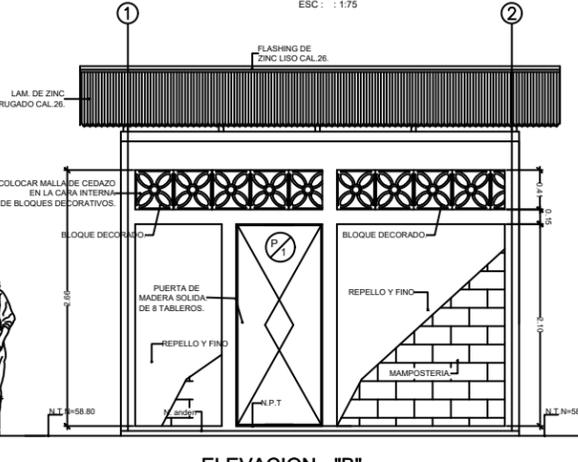
PLANTA ESTRUCTURAL



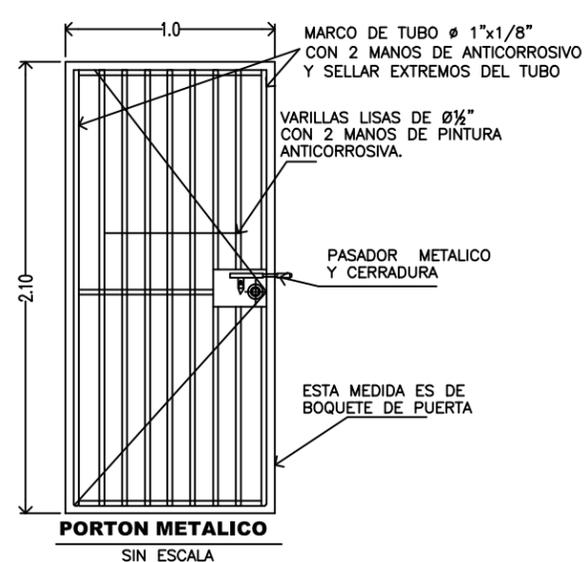
ELEVACION ESTRUCTURAL EJE No.2



ELEVACION - "A"



ELEVACION - "B"



ESPECIFICACIONES GENERALES

RESISTENCIA DEL CONCRETO A LOS 28 DIAS DE EDAD, $F_c=210\text{Kg/cm}^2$ (3000PSI), A NO SER QUE EL PLANO INDIQUE ALGODIFERENTE.

ACERO PARA REFUERZO, A-40, $F_y=2800\text{Kg/cm}^2$, $F_s=1650\text{kg/cm}^2$.

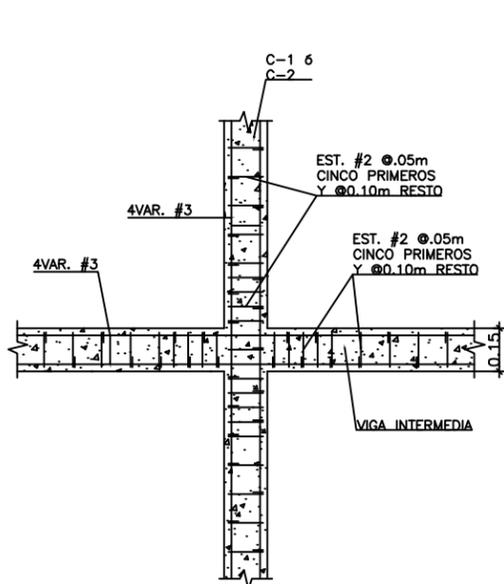
TODAS LAS VARILLAS DEL REFUERZO, A EXCEPCION DE LA No.2 QUE ES LISA, SERAN CORRUGADAS ADEMÁS TODAS ESTARAN LIMPIAS Y LIBRES DE ESCAMA, GRASAS Y OTRAS IMPUREZAS QUE PUEDAN AFECTAR SUS PROPIEDADES FISICAS.

A TODAS LAS PAREDES SE LES DARÁ ACABADO CON REPELLO Y FINO, PINTURA DE ACEITE A DOS MANOS EXTERIOR E INTERIOR.

LAS FUNDACIONES SERAN CHORREADAS SOBRE SUELO MEJORADO CON 0.30M DE SUELO CEMENTO RECHAZO 1:8.

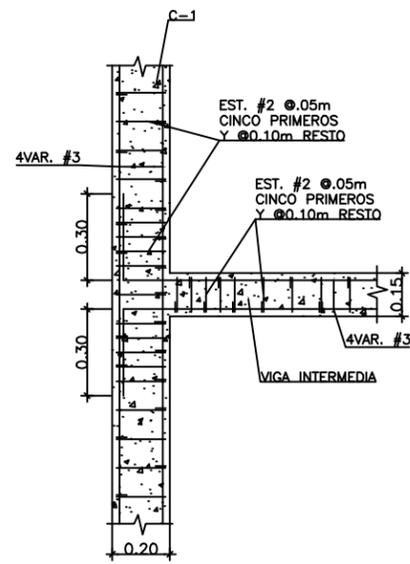
ESTRUCTURA DE TECHO METALICA, PERLINES DE 2"x 4" @ 1.00M y CLAVADORES METALICOS DE 2"x 2" @ 0.90M

PUERTA DE MADERA SOLIDA DE 8 TABLEROS. UTILIZAR COMO HERRAJE: CERRADURA DE PARCHE DE DOBLE ACCION 3 BISAGRAS DE 3 1/2" X 3 1/2" HALADERA NIQUELADA DE 4" UTILIZAR COMO MARCO: MADERA ROJA DE 2" X 4"



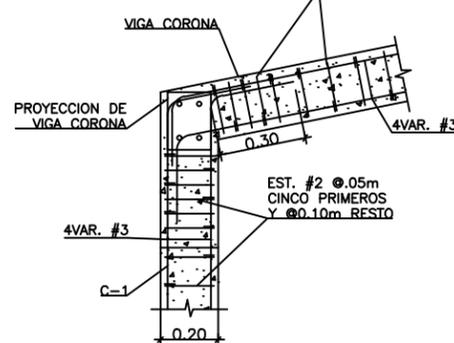
DETALLE DE UNION DE VIGA Y COLUMNA

SIN ESCALA



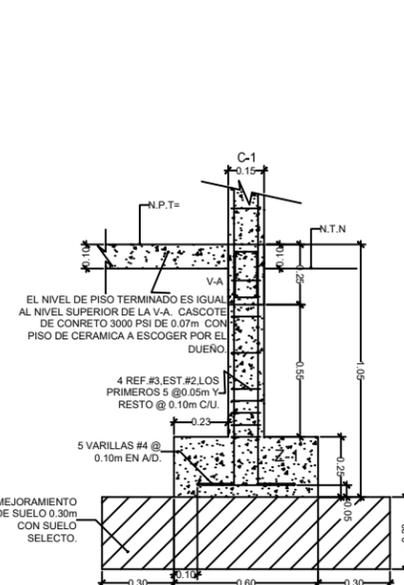
DETALLE DE UNION DE C-1 Y VIGA

SIN ESCALA

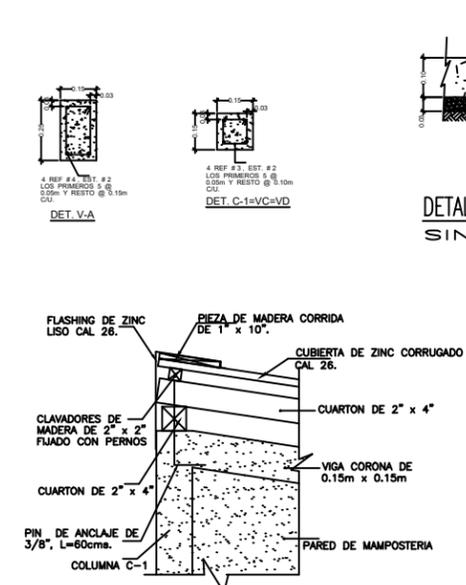


DETALLE DE UNION DE VIGA CORONA Y C-1

SIN ESCALA

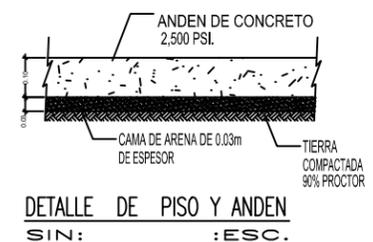


SECCION "A"



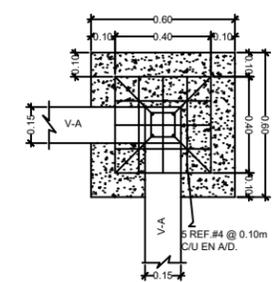
DETALLE DE SECCION E

ESC : : SIN ESCALA



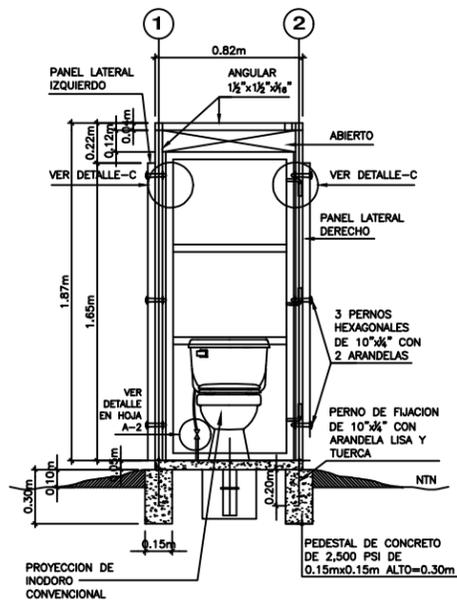
DETALLE DE PISO Y ANDEN

SIN : : ESC.



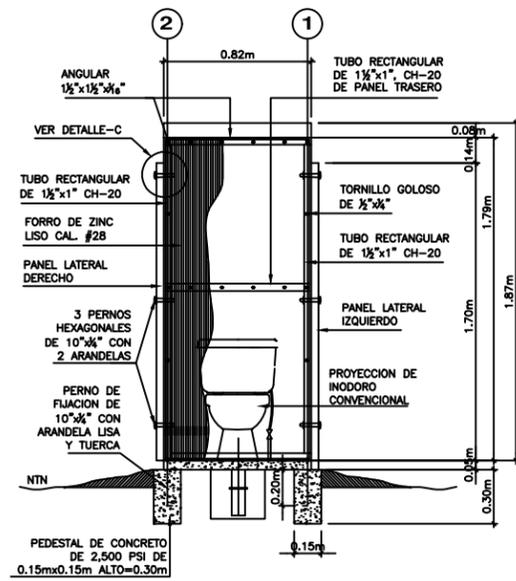
PLANTA DE Z-1





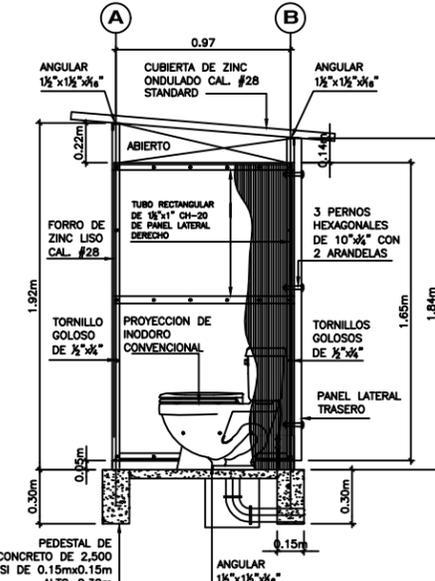
ELEVACION DELANTERA

ESCALA 1 : 40



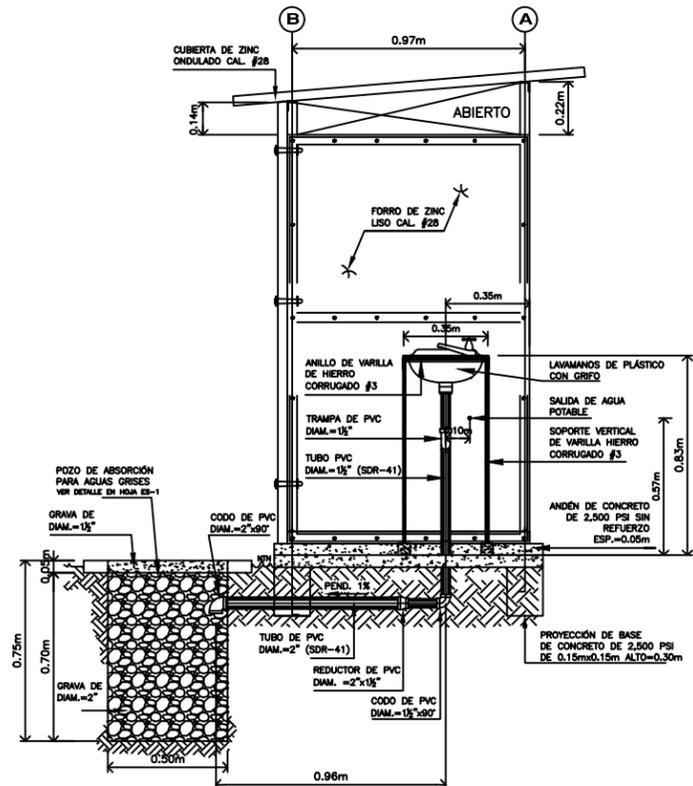
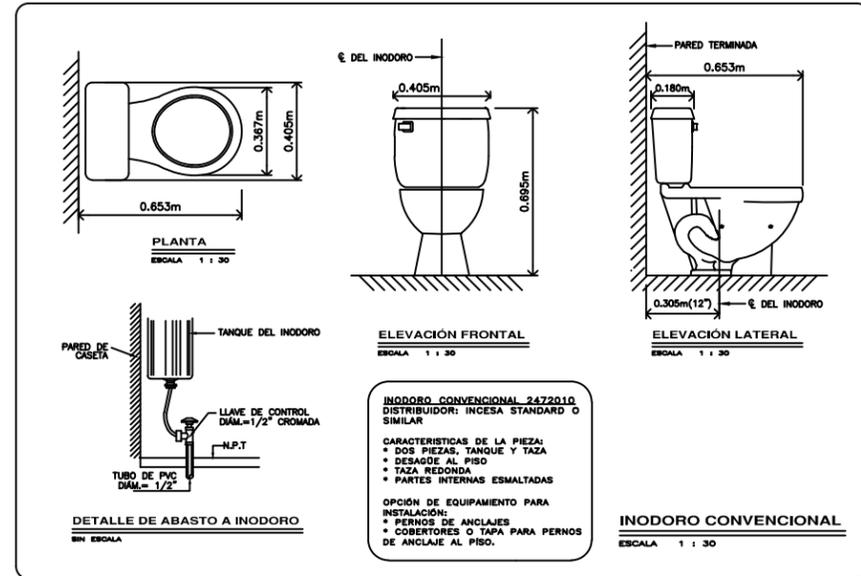
ELEVACION TRASERA

ESCALA 1 : 40



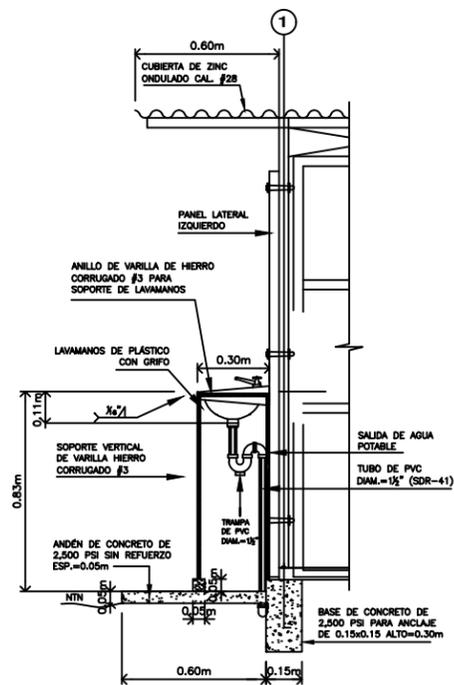
ELEVACION LATERAL IZQUIERDA

ESCALA 1 : 40



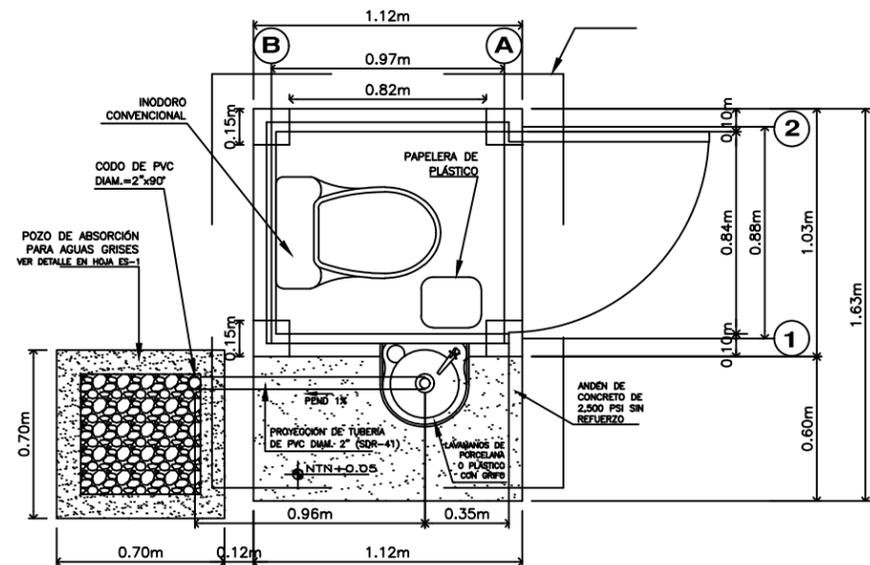
ELEVACION FRONTAL DE LAVAMANOS DE PLÁSTICO CON GRIFO

ESCALA 1 : 30



ELEVACION LATERAL DE LAVAMANOS DE PLÁSTICO CON GRIFO

ESCALA 1 : 30

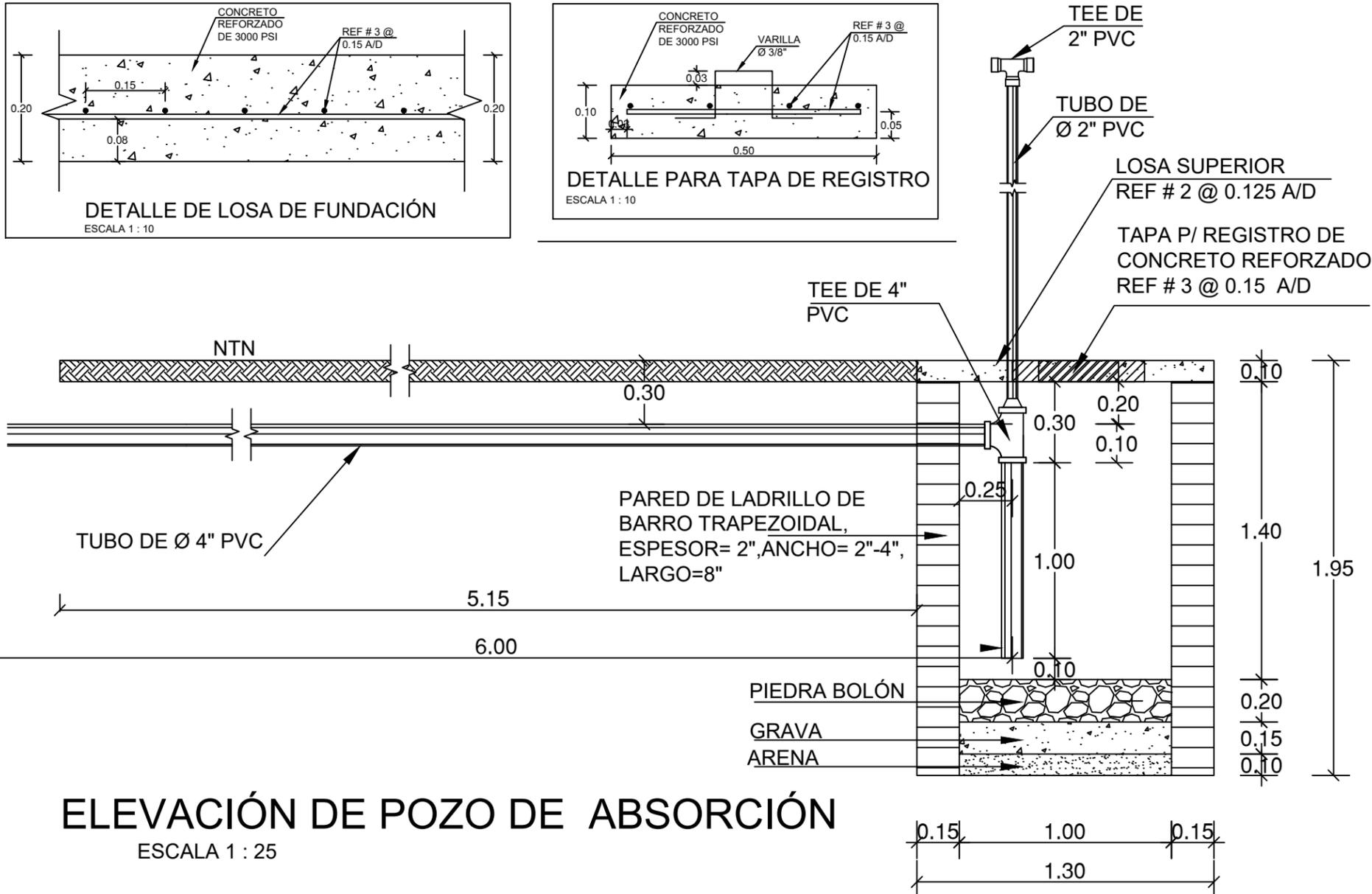
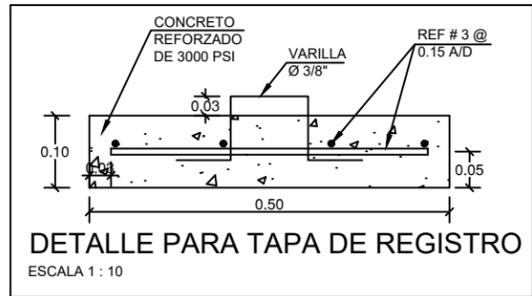
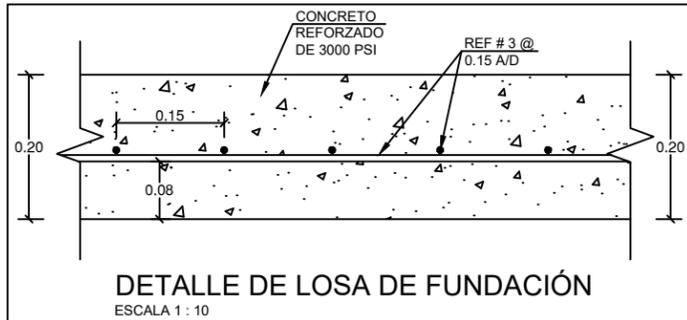
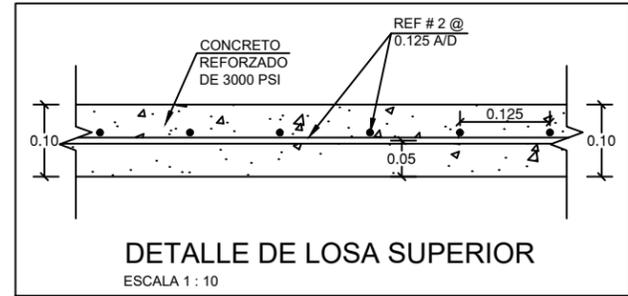
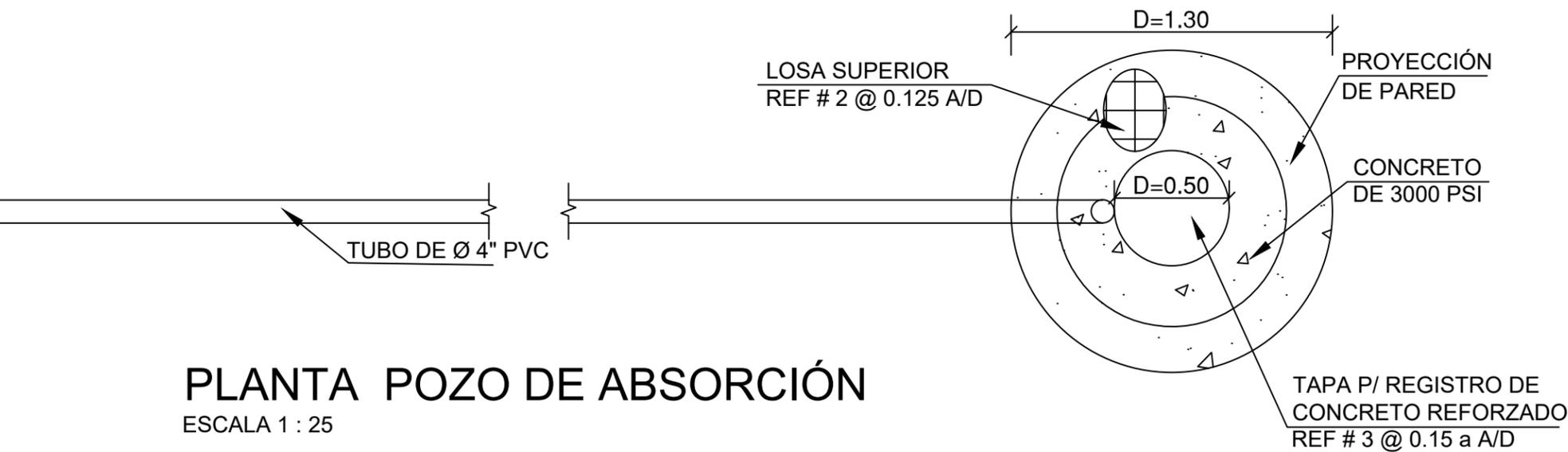


PLANTA DE CONJUNTO DE CASETA Y LAVAMANOS CON GRIFO

ESCALA 1 : 30

PLANTA POZO DE ABSORCIÓN

ESCALA 1 : 25



ELEVACIÓN DE POZO DE ABSORCIÓN

ESCALA 1 : 25

Pozo de absorción (sumidero) Para tratamiento de aguas negras.-

Quando se emplee un sumidero, este deberá ubicarse en sitio donde no ofrezca riesgo de contaminación a las fuentes de abastecimiento de agua para uso humano; estipulándose como mínimo las siguientes distancias: 20.00 mts a un estanque subterráneo de almacenamiento de agua; 10.00 mts de tanques sobre suelo; 7.50 mts a piscinas; 30.00 mts de pozos de agua y de corrientes de agua; 5.00 mts de fundaciones de tanques aéreos, y de estaciones de bombeo de agua potable; 3.00 mts de tuberías de servicio de agua potable; 1.50 mts de cualquier lindero; 3.00 mts de edificaciones; 3.00 mts de árboles grandes. Esta última distancia podrá ser aumentada, cuando el terreno donde se construirá el sumidero presente considerable desnivel hacia el predio vecino, y exista peligro de que el líquido pueda aflorar en ese predio. En caso de que los sumideros puedan estar sometidos a paso de vehículos u otras cargas móviles, deberán tomarse las previsiones estructurales adecuadas, o se colocarán defensas para impedir que tales vehículos puedan dañarlos.

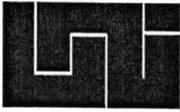
Quando fuere necesario construir dos o más sumideros, la distancia mínima entre sus bordes exteriores será de 3 veces el diámetro del mayor, teniendo en cuenta lo establecido en el artículo anterior.

Un sumidero es un pozo cubierto, con revestimiento de juntas abiertas, a través de las cuales se filtra el efluente del tanque séptico en el suelo poroso que lo rodea. Por lo general se le considera como un método de disposición menos deseable que el campo de absorción o de infiltración y, desde luego, nunca se debe usar cuando haya posibilidad de contaminación de las aguas subterráneas, ni es recomendable cuando se pueda establecer un campo de absorción o de infiltración sub-superficial. Cuando se usen en sustitución de los campos de absorción o de infiltración, la perforación del pozo ha de terminar a no menos de 1.20 mts sobre el nivel de la capa freática.

Quando las circunstancias lo permiten, los pozos de absorción pueden ser tanto un suplemento como una alternativa de los campos de absorción más someros; cuando se usan esos pozos, en combinación con los campos de infiltración, se deben distribuir equitativamente las superficies de infiltración o bien su alimentación se basa sobre los promedios pesados de los resultados de las pruebas de absorción.

El tamaño de este pozo ha sido diseñado para el tratamiento de las aguas negras del inodoro, si se desea tratar las aguas grises deberá revisarse su diseño.

Especificaciones técnicas constructivas : Ver documento de especificaciones técnicas del proyecto.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
SECRETARIA

CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Construcción, hace constar que el (a) **BR. LUIS ANTONIO CACERES SANDOVAL** Carné No. 2012-42775 Turno Diurno de conformidad con el Reglamento de Régimen Académico Vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO** a solicitud de la parte interesada en la Ciudad de Managua, a los 05 días del mes de Marzo del año dos mil veinte.

DR. ING. EFRAIN CHAMORRO BLANDON.
Secretario de Facultad



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
SECRETARIA**

CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Construcción, hace constar que el (a) **BR. HEYLING MAGALY BLANDON ZELEDON** Carné No. 2010-34437 Turno Diurno de conformidad con el Reglamento de Régimen Académico Vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO** a solicitud de la parte interesada en la Ciudad de Managua, a los 05 días del mes de Marzo del año dos mil veinte.

DR. ING. EFRAIN CHAMORRO BLANDON.
Secretario de Facultad

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
SOLVENCIA ECONÓMICA

Fecha: 06/03/2020

Nombre del estudiante: Heyling Magaly Blandon Zeredon

Numero de carnet: 2010-34437

Carrera: Ing-civil

Taller Monográfico: Servicios Monograficos UNI - Esteli - 2020



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
SOLVENCIA ECONÓMICA

Fecha: 06/03/2020

Nombre del estudiante: Luis Antonio Cáceres Sandoval

Numero de carnet: 2012-42775

Carrera: Ing-civil

Taller Monográfico: Servicios Monograficos UNI - Esteli 2020

