

# **UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



## **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**“REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y  
CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD  
DEL RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE  
TZINTZUNTZAN MICHOACÁN”**

# **TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA:**

**ARTURO CAMARILLO LEYVA**

**ASESOR:**

**M.C. HUGO ALEJANDRO TZINTZUN FLORES**

**Morelia, Michoacán; Febrero del 2016**

## RESUMEN

El presente trabajo, pretende mostrar la metodología para el diseño de un proyecto de agua potable, previo al diseño se estudia el entorno de la comunidad, ubicación, clima flora, fauna, producción agrícola, ganadera, industria, población, usos y costumbres de la localidad para tener los parámetros de las necesidades de la población que se verá beneficiada con el proyecto a desarrollarse.

El estudio topográfico es esencial para el diseño, ya que de la información obtenida en campo se toman los datos para los cálculos hidráulicos, y generar los planos correspondientes, después del cálculo hidráulico se genera el catálogo de conceptos a precios unitarios y volúmenes de obra para obtener el presupuesto de la ejecución de la obra.

PALABRAS CLAVE:

RED DE DISTRIBUCION

AGUA POTABLE

RANCHO SANTIAGO TZIPIJO

TZINTZUNTZAN

MICHOACAN

## SUMMARY

This work aims to show the methodology for designing a water project , before designing the community setting , location , climate, flora, fauna , agriculture , livestock , industry, population and customs of studying town to get the parameters of the needs of the population that will benefit from the project to develop.

The topographic survey is essential for the design , since the information from the data field for hydraulic calculations are made, and generate the plans , after hydraulic calculation concepts catalog unit price and volume of work is generated for get the budget execution of the work

**DEDICATORIA:**

**A DIOS POR DARME VIDA Y PERMITIRME CONCLUIR UNO DE  
LOS PROYECTOS MAS IMPORTANTES DE MI VIDA.**

**A MIS PADRES POR SU ESFUERZO Y AYUDA CONSTANTE  
PARA PODER CULMINAR MIS ESTUDIOS.**

**A MIS HERMANOS GRACIAS POR SU POYO INCONDICIONAL.**

**A MIS HIJOS PORQUE SIGUEN SIENDO EL MOTIVO DE MI  
ESFUERZO ILUSIONES Y PROYECTOS.**

**A MIS PROFESORES POR TRANSMITIRME EL CONOCIMIENTO  
Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA SER UN  
PROFESIONASTA QUE SE COMPROMETE CON EL  
DESARROLLO DE NUESTRA NACION, CON EN ETICA Y  
ESFUERZO**

**A MI ASESOR DE TESIS M.C. HUGO ALEJANDRO TZINTZUN  
FLORES, POR SU COMPROMISO, ATENCION Y  
DISPONIBILIDAD EN TODO MOMENTO PARA PODER  
DESARROLLAR EL PRESENTE TRABAJO. GRACIAS**

## INDICE

INTRODUCCION .....	5
CAPITULO I ANTECEDENTES .....	6
1.1 EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN MÉXICO .....	7
1.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE .....	17
1.3 MEDIO FÍSICO DE EL RANCHO SANTIAGO TZIPIJO.....	20
1.3.1. GENERALIDADES.....	20
CAPITULO II TOPOGRAFÍA.....	38
2.1 PLANIMETRÍA.....	39
2.2 ALTIMETRIA.....	40
2.3 TOPOGRAFÍA CON EL USO DE ESTACIÓN TOTAL.....	40
2.4 TOPOGRAFÍA DEL RANCHO SANTIAGO TZIPIJO .....	42
CAPITULO III SISTEMA DE AGUA POTABLE .....	43
3.1 LÍNEA DE CONDUCCIÓN.....	44
3.2 REGULARIZACIÓN .....	62
3.2.1 CALCULO DEL COEFICIENTE DE REGULARIZACIÓN.....	63
3.2.2 TIPOS DE TANQUE.....	64
3.3 DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN .....	72
3.3.1 USO DE EPANET PARA EL CALCULO DE RED DE DISTRIBUCIÓN .....	78
3.3.2 TIPO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN .....	79
CAPITULO IV PROYECTO DE REHABILITACIÓN .....	82
4.1 POBLACIÓN DE PROYECTO.....	83
4.2 CALCULO DE GASTOS .....	91
4.3 LÍNEA DE CONDUCCIÓN.....	92
4.4 TANQUE DE REGULARIZACIÓN .....	94
ARTURO CAMARILLO LEYVA	3

REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE  
ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO  
DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

---

4.5 RED DE DISTRIBUCIÓN.....	95
4.6 PRESUPUESTO.....	98
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	104
BIBLIOGRAFIA .....	105
ANEXOS .....	106

## INTRODUCCION

El presente trabajo, pretende mostrar la metodología para el diseño de un proyecto de agua potable, y en este caso en particular para la comunidad de Rancho Santiago Tzipijo, del municipio de Tzintzuntzan Michoacan.

Se hace un análisis primeramente, de todos los elementos de un sistema de abastecimiento, para terminar con el desarrollo de los elementos que requiere el proyecto, para este caso, la línea de conducción existente, el tanque de regularización, línea de alimentación y red de distribución de proyecto.

Finalmente se hace una propuesta de presupuesto, considerando los precios de mercado, con el fin de que se obtenga una propuesta que pueda realizarse, con el fin de que pueda beneficiarse a la población.

## CAPITULO I ANTECEDENTES



## 1.1 EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN MÉXICO

En México se tienen problemas de abastecimiento de agua en todos los niveles, y en cuanto a calidad de agua para consumo humano es por la insuficiencia de los sistemas de distribución de agua; lo anterior repercute principalmente en las comunidades rurales, las cuales se abastecen de agua de pozo, pero sin una verificación regular de su calidad.

La escasez de agua se ha venido considerando como un problema hidrológico, cuando en realidad es cada vez en mayor grado un problema económico, puesto que se trata de un recurso escaso, que al margen de otros usos, es demandado casi en un 90% para actividades económicas. Parece pues necesario acercarse a la escasez del agua también desde una perspectiva económica, puesto que, pese a sus características especiales, el agua es un recurso al cual podrían aplicársele criterios análogos a los que se usan para asignar otros recursos también escasos.

Para la ecología el agua tiene un doble valor, por una parte es un elemento del ecosistema y es consecuentemente un activo social, por otra es generador de ecosistemas.

Con ser cuestiones muy importantes a considerar, cuando se trata de llevar a cabo aprovechamientos de agua, la conservación de las especies y de los ecosistemas afectados, no podemos olvidar la función que realiza el agua cuando fluye, de modo variable, desde

las cabeceras de los ríos hasta el mar, puesto que moviliza y distribuye elementos químicos tan importantes para la vida como el fósforo o el anhídrido carbónico.

La función ecológica del agua en sus dos vertientes fundamentales:

- a) mantenimiento de los ecosistemas que le son propios
- b) vehículo de transporte de nutrientes, sedimentos y vida, es un bien común cuyo respeto debe conciliarse con el desarrollo sostenible de las actividades humanas sobre la tierra.

Mientras que en muchos lugares el agua limpia y fresca se da por hecho, en otros es un recurso escaso debido a la falta de agua o a la contaminación de sus fuentes. Aproximadamente 1.100 millones de personas, es decir, el 18 por ciento de la población mundial, no tienen acceso a fuentes seguras de agua potable, y más de 2.400 millones de personas carecen de saneamiento adecuado. En los países en desarrollo, más de 2.200 millones de personas, la mayoría de ellos niños, mueren cada año a causa de enfermedades asociadas con la falta de acceso al agua potable, saneamiento inadecuado e insalubridad. Además, gran parte de las personas que viven en los países en desarrollo sufren de enfermedades causadas directa o indirectamente por el consumo de agua o alimentos contaminados o por organismos portadores de enfermedades que se reproducen en el agua. Con el suministro adecuado de agua potable y de saneamiento, la incidencia de contraer algunas enfermedades y consiguiente muerte podrían reducirse hasta en un 75 por ciento.

La carencia de agua potable se debe tanto a la falta de inversiones en sistemas de agua como a su mantenimiento inadecuado. Cerca del 50 por ciento del agua en los sistemas de suministro de agua potable en los países en desarrollo se pierde por fugas, conexiones ilegales y vandalismo. En algunos países, el agua potable es altamente subsidiada para aquellos conectados al sistema, generalmente personas en una mejor situación económica, mientras que la gente pobre que no está conectada al sistema depende de vendedores privados costosos o de fuentes inseguras.

Los problemas de agua tienen una importante implicación de género. Con frecuencia en los países en desarrollo, las mujeres son las encargadas de transportar el agua. En promedio, estas tienen que recorrer a diario distancias de 6 kilómetros, cargando el equivalente de una pieza de equipaje, o 20 kilogramos. Las mujeres y las niñas son las que más sufren como resultado de la falta de servicios de saneamiento.

La mayor parte del agua dulce, aproximadamente el 70 por ciento del líquido disponible mundialmente se utiliza en la agricultura. Sin embargo, la mayoría de los sistemas de irrigación son ineficientes: pierden alrededor del 60 por ciento del agua por la evaporación o reflujo a los ríos y mantos acuíferos. La irrigación ineficiente desperdicia el agua y también provoca riesgos ambientales y de salud, tales como la pérdida de tierra agrícola productiva debido a

la saturación, un problema grave en algunas áreas del sur de Asia; asimismo, el agua estancada provoca la transmisión de la malaria.

El consumo de agua en algunas áreas ha tenido impactos dramáticos sobre el medio ambiente. En áreas de los Estados Unidos, China y la India, se está consumiendo agua subterránea con más rapidez de la que se repone, y los niveles hidrostáticos disminuyen constantemente. Algunos ríos, tales como el Río Colorado en el oeste de los Estados Unidos y el Río Amarillo en China, con frecuencia se secan antes de llegar al mar.

Debido a que los suministros de agua dulce son el elemento esencial que permite la supervivencia y el desarrollo, también han sido, a veces, motivo de conflictos y disputas, pero a la vez, son una fuente de cooperación entre personas que comparten los recursos del agua. A la par del aumento de la demanda del líquido vital, las negociaciones sobre la asignación y administración de los recursos del agua son cada vez más comunes y necesarias.

Aunque el 70 por ciento de la superficie del mundo está cubierta por agua, solamente el 2.5 por ciento del agua disponible es dulce, mientras que el restante 97.5 por ciento es agua salada. Casi el 70 por ciento del agua dulce está congelado en los glaciares, y la mayor parte del resto se presenta como humedad en el suelo, o yace en profundas

capas acuíferas subterráneas inaccesibles. Menos del 1 por ciento de los recursos de agua dulce del mundo están disponibles para el consumo 17 por ciento más de agua para cultivar alimentos para las crecientes poblaciones de los países en desarrollo, y el consumo total del agua aumentará en un 40 por ciento. La tercera parte de los países en regiones con gran demanda de agua podrían enfrentar escasez severa de agua en éste siglo, y para el 2025, dos tercios de la población mundial probablemente vivan en países con escasez moderada o severa.

La distribución de los recursos de agua dulce es muy desigual. Las zonas áridas y semiáridas del mundo constituyen el 40 por ciento de la masa terrestre, y estas disponen solamente del 2 por ciento de la precipitación mundial.

La agricultura por irrigación es responsable del consumo de aproximadamente el 70 por ciento del agua, y hasta del 90 por ciento en las regiones tropicales áridas. Los consumos de agua para la irrigación han aumentado más de un 60 por ciento desde 1960.

Al ritmo actual de inversiones, el acceso universal al agua potable no podrá anticiparse razonablemente hasta el año 2050 en África, el 2025 en Asia y el 2040 en América Latina y el Caribe. En general, para estas tres regiones, que comprenden el 82.5 por ciento de la población mundial, el acceso durante los años noventa aumentó de 72 a 78 por

ciento de la población total, mientras que el saneamiento aumentó de 42 a 52 por ciento.

En los países en desarrollo, entre el 90 y el 95 por ciento de las aguas residuales y el 70 por ciento de los desechos industriales se vierten sin ningún tratamiento en aguas potables que consecuentemente contaminan el suministro del agua utilizable.

Aproximadamente el 94 por ciento de la población urbana tuvo acceso al agua potable al final del 2000, mientras que el índice para los habitantes en áreas rurales era solamente del 71 por ciento. Para el saneamiento, la diferencia era aún mayor ya que el 85 por ciento de la población urbana estaba cubierta, mientras que en las áreas rurales, solamente el 36 por ciento de la población tuvo saneamiento adecuado. La escasez de agua dulce es uno de los siete problemas ambientales fundamentales presentados en el Informe "Perspectivas del Medio Ambiente Mundial" del PNUMA. Es más, en una encuesta realizada a 200 científicos lo señalaban, junto al cambio climático, como el principal problema del nuevo siglo. De forma sencilla se puede decir que estamos alcanzando el límite de extraer agua dulce de la superficie terrestre, pero el consumo no deja de aumentar. Sin embargo, una gran amenaza la constituye el efecto que el cambio climático tendrá sobre el ciclo hidrológico y la disponibilidad de agua dulce. Básicamente se agravarán las condiciones de escasez de las zonas que ya son áridas (menos lluvias y mayor evaporación).

Actualmente el 20 % de la población no tiene acceso a agua de calidad suficiente y el 50% carece de saneamiento. África y Asia Occidental son las zonas de mayor carencia. De forma simplificada podríamos decir que en los países enriquecidos el problema del agua afecta sobre todo a la conservación de la naturaleza y a las posibilidades de crecimiento económico mientras que en el sur, además de todo eso, la falta de agua potable es la causante directa de enfermedades como la diarrea y el cólera que causan la muerte de 15 millones de niños cada año. El consumo global de agua dulce se ha multiplicado por 6 entre 1900 y 1995 mientras que la población sólo lo ha hecho por 3 ¿superpoblación o superconsumo?. La Agricultura se lleva el 70% de agua dulce consumida por el uso de técnicas de riego inapropiadas. El consumo industrial se doblará en el 2050 y en países de rápida industrialización como China se multiplicará por 5. El consumo urbano también aumenta con la renta per cápita, sobretudo en usos recreativos (campos de golf, parques y jardines, etc.) y derivados del turismo.

Por otro lado la pérdida de calidad del agua dulce por contaminación repercute muy gravemente en su disponibilidad para consumo, una vez superada la capacidad natural de autodepuración de los ríos. En primer lugar la contaminación difusa de origen agropecuario a través del uso incontrolado de plaguicidas tóxicos y fertilizantes (N y P) produce la eutrofización (crecimiento excesivo de algas y

muerte de los ecosistemas acuáticos) pero llega a causar enfermedades cancerígenas a las altas concentraciones que se dan en el Sur. En segundo lugar la contaminación industrial por metales pesados, materia orgánica y nuevos compuestos tóxicos (PCB, etc.) se multiplicará por 4 para el 2025. Por último la contaminación urbana se da sobre todo en las megas ciudades del Sur y a sus cinturones de miseria.

Otro gran problema a nivel mundial es el de las aguas subterráneas. Estas constituyen el 97% del agua dulce terrestre frente al ridículo 0.015 % del agua superficial envasable. El 33% de la población mundial, sobretodo la rural, depende de ella, pero está amenazada tanto por la contaminación de los acuíferos como por la mala utilización de los pozos existentes. La sobre-explotación de éstos provoca el descenso de la capa freática y hace necesario excavar más hondo; el aumento de costes que esto supone perjudica primero a los más pobres. Cuando esto sucede en zonas costeras el agua del mar penetra y saliniza los acuíferos subterráneos (como ocurre en el litoral mediterráneo).

Por último, tanto a nivel nacional como mundial el agua dulce no está homogéneamente distribuida ni geográfica ni temporalmente. Por ello se están ya produciendo muchos conflictos por el acceso al agua, sobretodo internacional pero también intranacionales. Este es un problema que se está agravando muy rápidamente por lo que empezamos a



asistir a verdaderas guerras del agua. Sin embargo, esta distribución desigual se utiliza a menudo como excusa para grandes embalses y trasvases que ocultan motivaciones puramente económicas y una política hidráulica derrochadora.

Dado que la causa real de las injusticias derivadas del agua no se deben a una causa natural sino a la lógica imperialista del sistema, la principal línea de acción debe ser combatir éste en todos sus frentes

El principio básico es que el agua no es un bien económico que pertenezca a una empresa, cuenca o país, sino un patrimonio común de la humanidad, al que todo el mundo debe poder acceder para cubrir sus necesidades básicas. Es evidente que si el agua es gratis, el derroche está garantizado. Sin embargo, el precio debe tener en cuenta la capacidad de pagarlo.

El desafío para nosotros es suministrar servicios de agua para todos, especialmente los pobres; optimizar la productividad de los recursos hídricos, especialmente en la agricultura, sector al que se destina la mayor parte de esos recursos en todo el mundo y en el que, sin embargo, muchas de las prácticas de rutina que se emplean para el uso del agua suelen ser ineficientes; y velar por que los ríos y los acuíferos subterráneos compartidos por dos o más países se

gestionen en forma equitativa y armoniosa. Por un lado hace falta agua dulce, y por otro una nueva forma de pensar. Debemos aprender a valorar el agua. En algunos casos, será necesario que los usuarios paguen un precio que se ajuste a la realidad; en ninguno, por esa valoración se debería privar de este recurso vital a poblaciones ya marginal izadas. Una de las paradojas más perversas con respecto al agua en el mundo en el presente es que las personas con menores ingresos s9n las que en general más pagan por el agua.

La aparente abundancia del agua en el mundo ha dado la impresión, en el pasado, de que se trataba de un bien inagotable. Era también el más barato. En la mayor parte de regiones el agua era gratuita. Todo ello ha conducido al hombre a derrocharla. El riego se efectúa de forma excesivamente generosa, hasta el punto de anegar los suelos y de provocar una salinización secundaria. Las fugas en las redes de alimentación de agua de las ciudades son enormes. El agua se considera en la actualidad como un recurso económico del mismo valor que los minerales, y debe ser administrada racionalmente. En el origen de esta toma de conciencia aparece una importante disminución de este recurso en múltiples puntos del globo y, a partir de la mitad de la década de los setenta, el crecimiento del coste de la energía. Se ha constatado que la explotación irracional de un recurso de superficie o subterráneo provoca déficit de

agua y que ese déficit tienden a aparecer en nuevos lugares y a menudo varias veces por año. Es probable que los déficit sean causados por la contaminación; en todos los casos, comprometen el desarrollo urbano y económico.

Por último cabe mencionar que cada uno de los habitantes de este planeta debemos de estar conscientes del agotamiento de este vital liquido y debemos tomar en cuenta y ejecutar los consejos y tareas mencionadas en esta presentación.

## 1.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE

Para entenderlo, se tomara la siguiente definición:

**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.** Es el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas por una población y determinada con el fin de satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios. Los sistemas de abastecimiento de agua potable se pueden clasificar por la fuente del agua, de la que se obtienen en:

- Agua de lluvia almacenada en aljibes
- Agua proveniente de manantiales naturales, donde el agua subterránea aflora a la superficie;
- Agua subterránea, captada a través de pozos o galerías filtrantes

- Agua superficial, proveniente de ríos, arroyos, embalses o lagos naturales
- Agua de mar.

El sistema de abastecimiento de agua también se clasifica dependiendo del tipo de usuario, en urbano o rural. Los sistemas de abastecimientos rurales suelen ser sencillos y no cuentan en su mayoría con redes de distribución eficientes. Los sistemas de abastecimiento urbano son sistemas complejos que cuentan con una serie de componentes como los que citamos a continuación:

**Fuente de abastecimiento:** es el espacio natural desde el cual se derivan los caudales demandados por la población a ser abastecida. Deben ser básicamente permanentes y suficientes, pudiendo ser superficiales y subterráneas, suministrando el agua por gravedad o por bombeo.

**Obra de Captación:** son estructuras y/o dispositivos ubicados en la fuente y destinados a facilitar la derivación de los caudales demandados por la población. Las tomas son orificios protegidos a través de los cuales el agua entra a una caja de captación y luego a un canal o tubo que la transporta, por gravedad o mediante bombeo, al sitio de consumo. Estas obras deben ser estables, para que en todo tiempo puedan suministrar el caudal estipulado en el diseño.

#### **Línea de conducción:**

Son tuberías usadas para transportar los caudales desde la obra de captación hasta el estanque de almacenamiento o la planta

de tratamiento y consta de una serie de dispositivos necesarios para su buen funcionamiento, tales como: ventosas, limpiezas, desarenador, tanquillas rompe carga, válvulas reductoras de presión, codos, etc. La mayoría de las veces el agua es conducida en tuberías a presión, bien por gravedad o con la ayuda de bombas. Algunas veces, a lo largo de canales abiertos, puentes-canales y túneles. El tipo de conducto que se adopta depende de la topografía general del terreno a través del cual se tienden los conductos.

**Planta de Potabilización:** Es el conjunto de estructuras y/o dispositivos destinados a dotar el agua de la fuente de la calidad necesaria para el consumo humano, es decir potabilizarla a través de diferentes procesos como: mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración, desinfección, etc.

**Tanque de regularización:** son depósitos para almacenar agua con el propósito de compensar variaciones de consumo, atender situaciones de emergencias como incendios, atender interrupciones de servicio y para prever diseños más económicos del sistema. Es necesario situar estos tanques, con relación al sistema de distribución a fin de asegurar un servicio eficiente.

**Línea de alimentación:** Es el tramo de tubería destinado a conducir el agua desde el estanque de almacenamiento y/o la planta de tratamiento hasta la red de distribución.

**Red de Distribución:** Es el conjunto de tuberías y accesorios destinadas a conducir las aguas a todos y cada una de los usuarios a través de las calles.

**Toma Domiciliaria:** Es el tramo de tubería que conduce las aguas desde la red de distribución hasta el interior de la vivienda. En este tramo de tubería se colocan los contadores o medidores que son equipos destinados a medir la cantidad de agua que utiliza cada usuario.

### **1.3 MEDIO FÍSICO DE EL RANCHO SANTIAGO TZIPIJO**

#### **1.3.1. GENERALIDADES.**

##### **1.3.1.1 NOMBRE DE LA LOCALIDAD, MUNICIPIO Y ESTADO.**

El proyecto se desarrolla en la localidad de El Rancho Santiago Tzipijo, Municipio de Tzintzuntzan Mich. Tzintzuntzan fue capital de los antiguos tarascos, que descendían de tribus primitivas que llegaron a la zona lacustre de Pátzcuaro, en el siglo XII y que conquistaron a quienes habitaban esa región y conformaron el Imperio Tarasco, el cual se extendió a partir de Tzintzuntzan, su capital.

##### **1.3.1.2 TIPO DE PROYECTO.**

Se realizó el proyecto de la Red de Agua Potable de la localidad, el cual consta del tanque de regularización, línea de alimentación y la red de distribución.

##### **1.3.1.3 CATEGORÍA POLÍTICA DE LA LOCALIDAD.**

De acuerdo con los censos del INEGI, de los años 1910 a 2000, la localidad tiene la categoría de rancho.

##### **1.3.1.4 UBICACIÓN FÍSICA Y GEOGRÁFICA.**

El municipio de Tzintzuntzan se ubica al norte del estado, en las coordenadas 19°38' de latitud norte y 101°35' de longitud oeste, a

una altura de 2,050 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Quiroga, al noroeste con Morelia, al este con Lagunillas, al suroeste con Huiramba, al sur con Pátzcuaro y al oeste con Erongarícuaro. Su distancia a la capital del estado es de 53 kilómetros.

La localidad de Santiago Tzipijo se encuentra ubicado en:

Latitud: 19°36'57"

Longitud: 101°37'45"

### **Macro localización.**



Mapa 1 División política del Estado de Michoacán

# REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

## Micro localización.



Mapa 2 Ubicación de la localidad

### 1.3.1.5 DATOS ESTADÍSTICOS DE LA POBLACIÓN Y POBLACIÓN ACTUAL ESTIMADA.

La población del municipio representaba en 1990 el 0.32% por ciento de total de la del estado. En 1995 tenía una población de 12,408 habitantes. La tasa de crecimiento es del 1.69 por ciento anual, y la densidad de población de 75 habitantes por km<sup>2</sup>. El número de mujeres es relativamente mayor al de los hombres. En 1994 hubo 391 nacimientos y 51 defunciones. La migración e inmigración en el municipio han sido regulares.



En el 2005 la población total de Tzintzuntzan fue de 12 259 habitantes, de los cuales 46.3 % eran hombres y el 53.7% mujeres. La población de 0 a 14 años representa el 33.5% del total y predomina más la población de entre 10 y 14 años.

En el periodo 2000-2005 la población tendió a disminuir en términos absolutos. En el 2000 Tzintzuntzan tenía una población total de 12, 414 habitantes. En el 2005 esta cantidad fue de 12, 259. Por tanto, el crecimiento de la población fue negativo con una tasa de -0.1.

La densidad poblacional es de 78.33 habitantes por kilómetro cuadrado. Según las proyecciones del CONAPO, la población de Tzintzuntzan tenderá a seguir disminuyendo lo que implicará consecuentemente, disminución en la densidad de población.

En cuanto a la distribución territorial de la población, en el 2000 el 51.70% de personas habitaban en zonas urbanas y el 48.70% en zonas rurales. Para el año 2005, 55.50% de la población vivía en zonas urbanas y el 44.50% en zonas rurales.

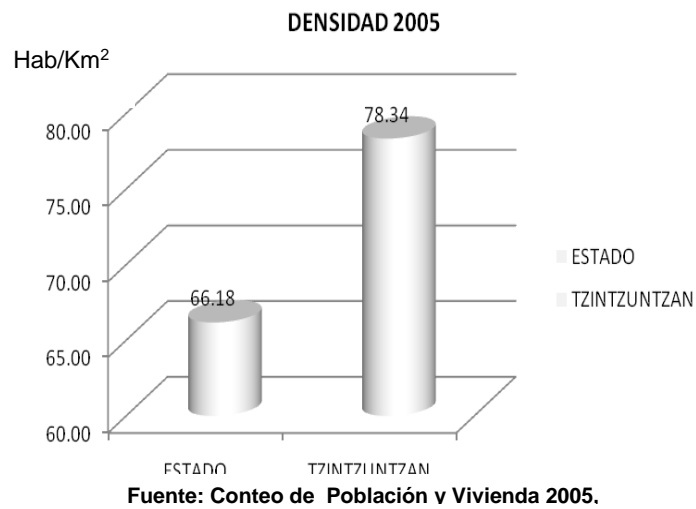
---

#### DENSIDAD DE POBLACIÓN

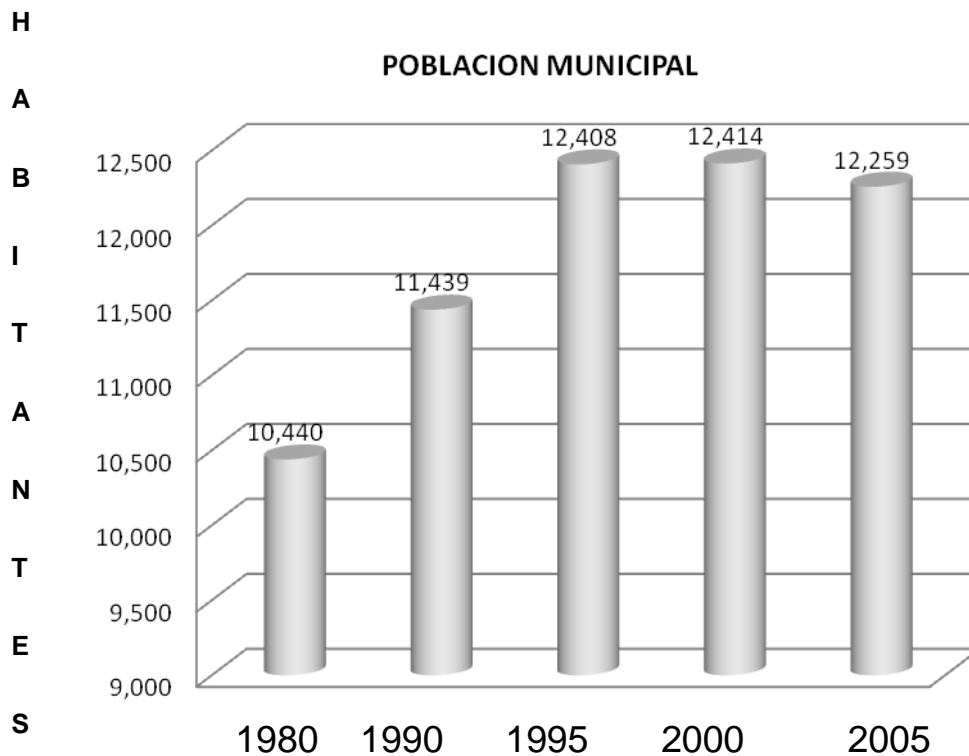
NOMBRE	SUPERFICIE (Km2)	POBLACIÓN (HAB)	DENSIDAD (HAB/Km2)
TZINTZUNTZAN	156.48	12,259	78.34
EDO. DE MICHOACÁN	59928	3,966,073	66.18

**Fuente: Censo de Población INEGI 2005**

REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

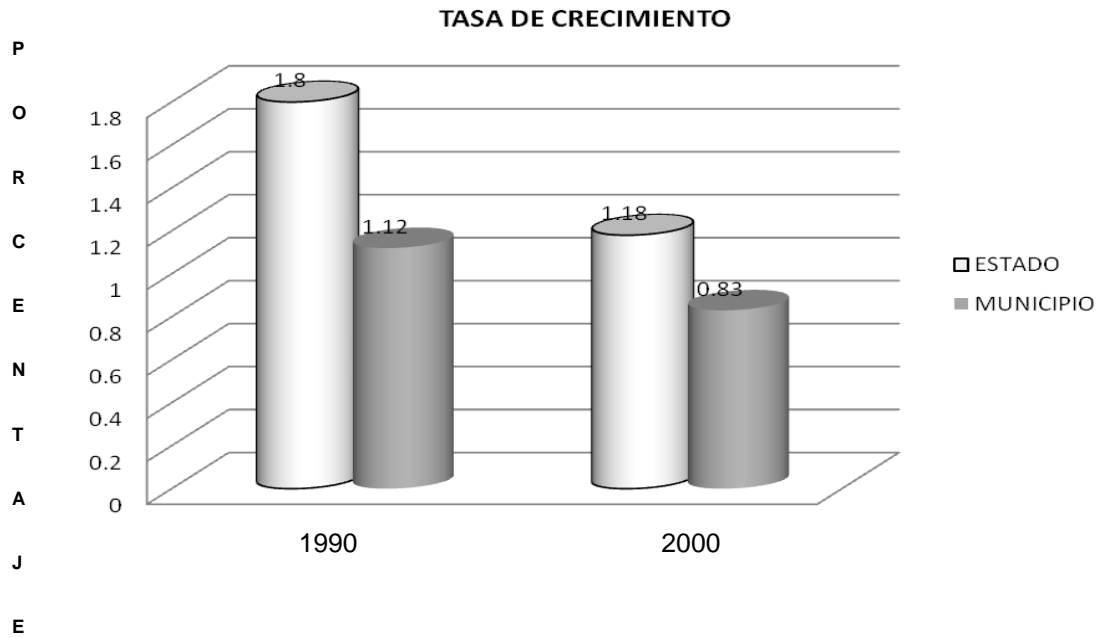


**Grafica 1. Densidad de población en 2005**



Fuente: Censos

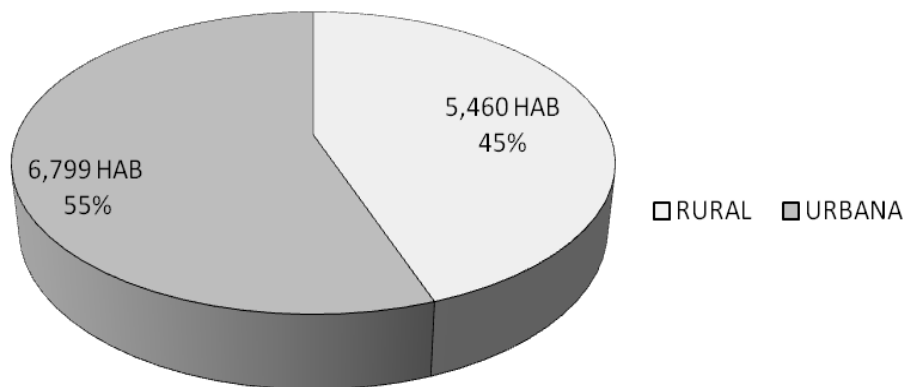
Grafica 2. Censos de Población y Vivienda 1980, 1990 y 2000, Michoacán



Fuente: XI y XII Censo General de Población y Vivienda 1990 y 2000, Michoacán

Grafica 3. Tasa de crecimiento poblacional.

**DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE LA POBLACION MUNICIPAL**

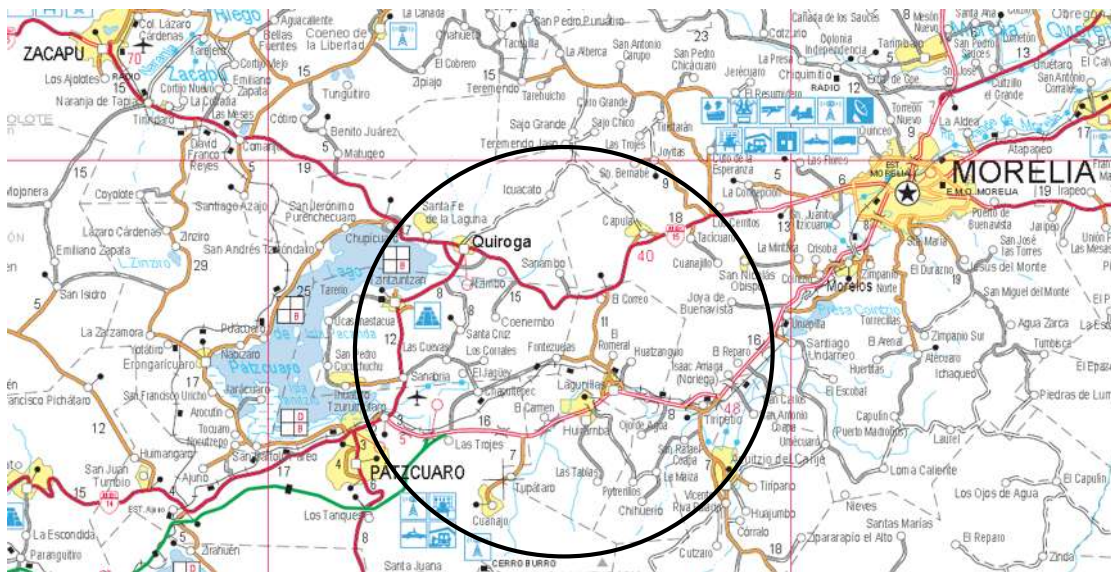


Fuente: II Censo de Población y Vivienda 2005, INEGI,

**GRÁFICA 4. DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL**

### 1.3.1.6 VÍAS DE COMUNICACIÓN

Al municipio de Tzintzuntzan se llega por dos rutas: tomando primero la carretera Federal N° 14 Morelia-Pátzcuaro y posteriormente tomando la carretera Federal Tzurumútaru-Quiroga. La segunda ruta es tomando la carretera Federal N° 15 Morelia-Zacapu y posteriormente tomando la carretera Federal Tzurumútaru-Quiroga. Cuenta con una pista aérea de terracería. Hay el servicio telefónico; oficina de correos. Cuenta con el servicio de transporte local y foráneo



Mapa 3 Carreteras

En el municipio de Tzintzuntzan la longitud total de la red carretera es de 37.70 kilómetros. El 17.90% de éstas es de la red troncal federal<sup>i</sup>. En cuanto a las alimentadoras estatales<sup>ii</sup>, 3.9 kilómetros están pavimentadas y 2 kilómetros se encuentran revestidas.

En cuanto a caminos rurales, que tienen 13.90 Km., en su totalidad solamente están revestidos.

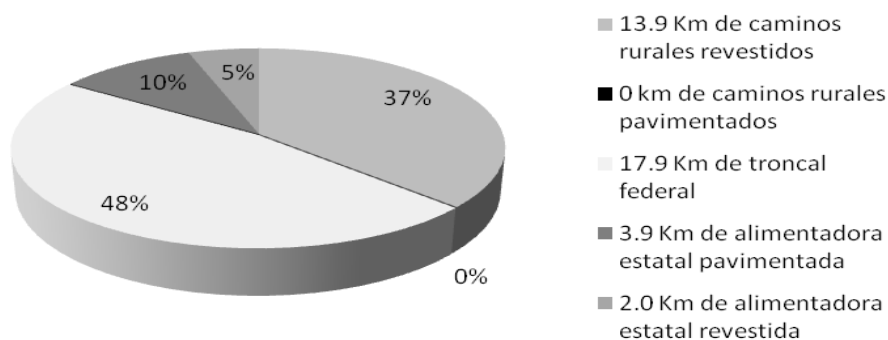
Las principales vías de comunicación son las que comunican Morelia-Quiroga-Tzintzuntzan-Pátzcuaro.

### Red de carreteras Tzintzuntzan, 2004

Total	Troncal federal	Alimentadoras estatales		Caminos rurales	
		pavimentada	revestida	Pavimento	Revestida
37.70	17.90	3.90	2.00	0.00	13.90

Fuente: Centro SCT Michoacán. Unidad de Planeación y Evaluación, 2004

### RED CARRETERA DEL MUNICIPIO



Fuente: Información del Centro SCT Michoacán. Unidad de Planeación y Evaluación.

En el mapa se observan las principales carreteras (línea continua) y revestidas (línea punteada).

REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN



FEDERALES			
De cuota dividida			De cuota no dividida
Libre dividida			Libre no dividida
Pavimentada y número de carretera			Revestida
ESTATALES			
Libre dividida			Libre no dividida
Pavimentada y número de carretera			Revestida
OTROS CAMINOS			
Pavimentada			Revestida
Terracería			Brecha

## Telecomunicaciones

En el municipio solamente se tiene registro de una estación radioeléctrica de aficionados. Existen también cinco oficinas postales. De acuerdo a su clase, dos son de agencia y tres de instituciones públicas.

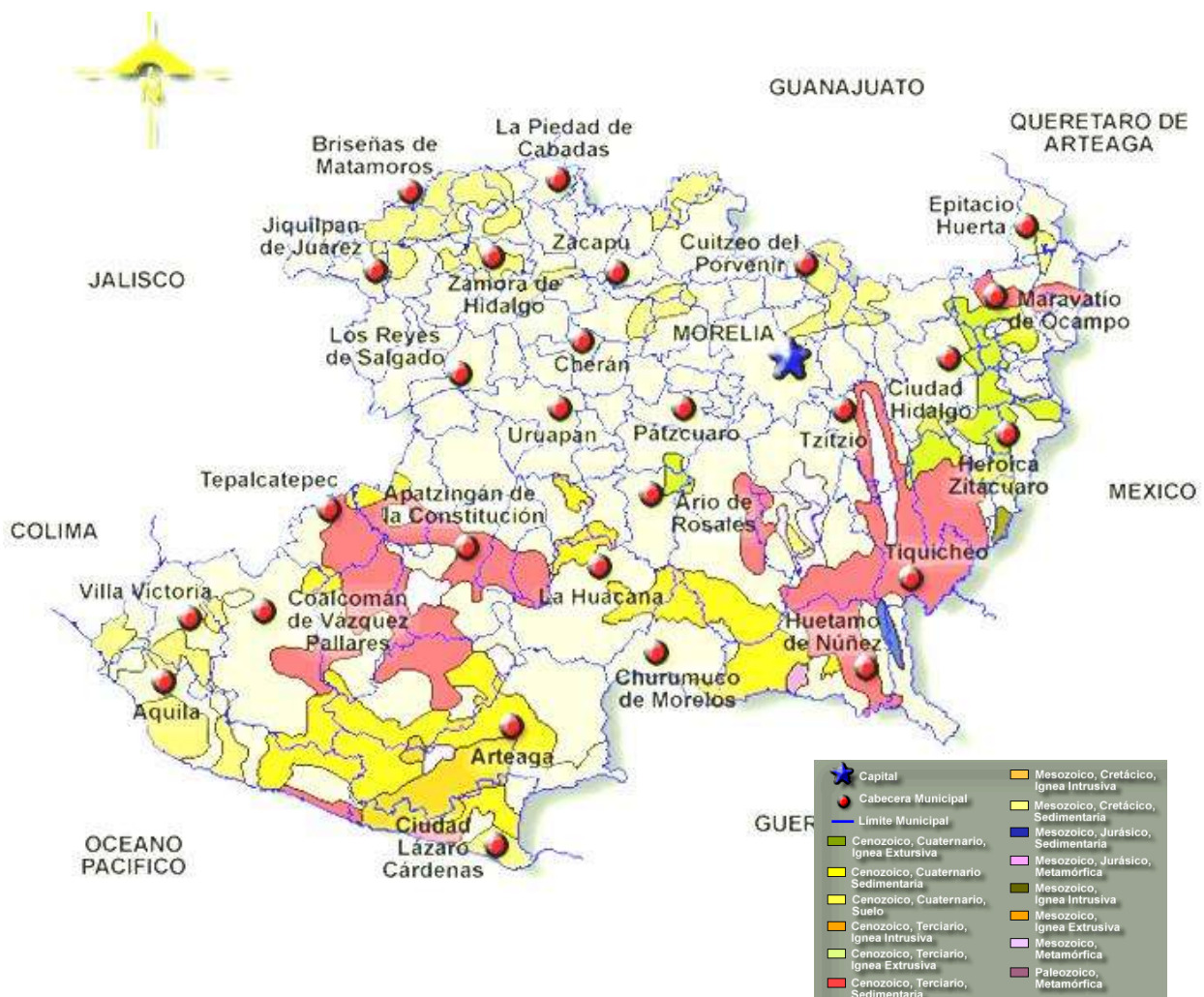
Por otro lado, se cubre casi en su totalidad comunicación por televisión a través de señales vía microonda. Además cuenta con líneas telefónicas (INEGI, 2004).

### 1.3.1.7 CLIMA, VIENTOS, TEMPERATURAS Y LLUVIAS.

Tiene un clima templado, con lluvias en verano. La precipitación pluvial anual es de 989.8 milímetros y temperaturas que oscilan entre 7.9 a 23.4° centígrados. Los vientos predominantes son los alisios los cuales presentan una dirección noroeste.

### 1.3.1.8 CONSTRUCCIÓN GEOLÓGICA.

Los suelos del municipio datan del período cenozoico terciario, conformado por rocas ígneas extrusivas. En esta Región se encuentran principalmente rocas volcánicas, fundamentalmente de tipo ígneo, como los basaltos andesíticos y el aluvión que caracteriza a los volcanes del estado de Michoacán.



### **1.3.1.9 OROGRAFÍA**

El municipio está conformado en su relieve, por el sistema volcánico transversal y la depresión de Pátzcuaro y los cerros Lagarto, Tariácuri y Patambicho.

### **1.3.1.10 HIDROGRAFÍA.**

En cuanto a su hidrografía, está constituida por el Lago de Pátzcuaro principalmente.

### **1.3.1.11 ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA POBLACIÓN TIPOS DE VIVIENDA, ACTIVIDADES DESARROLLADAS Y NIVEL DE INGRESOS.**

#### **Población económicamente activa e inactiva**

En el 2000 el total de la población económicamente activa (PEA) fue de 4,037. La PEA ocupada fue de 3,013, es decir, el 98.78% de la población estaba realizando algún tipo de actividad. El resto, el 1.22 fue población sin empleo.

Por otra parte, en cuanto a la población económicamente inactiva (PEI), ésta representó 4,465, de los cuales el 23.11% fue PEI estudiante y 47.68% dedicadas al hogar.



### **Población económicamente activa (PEA) y Población económicamente inactiva (PEI)**

<b>PEA</b>	<b>4037</b>
PEA ocupada	4013
PEA desocupada	24
PEA No especificada	330
<b>PEI</b>	<b>4465</b>
PEI Estudiante	1032
PEI dedicada al hogar	2129

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda, 2000

### **Distribución del ingreso**

La mayor parte de la población de Tzintzuntzan percibe de menos 1 hasta 3 salarios mínimos mensuales. Es decir, casi la totalidad de la población logra mantenerse con \$70 pesos al día o incluso mucho menos. Las estadísticas señalan que son 849 personas que trabajan sin percibir algún tipo de ingreso. La posición de las mujeres es de gran desventaja .

### **Características de la actividad económica y la población ocupada en cada sector**

En el municipio la actividad económica que se más destaca es la artesanía, seguido de la agricultura que se caracteriza porque en la mayoría de los casos es para autoconsumo.

### **Cuadro 5. Población Ocupada por Sector de Actividad**

CLAVE/MUNICIPIO		POBLACIÓN OCUPADA	SECTOR			
			PRIMARIO	SECUNDARIO	TERCIARIO	NO ESPECIFICADO
000	TZINTZUNTZAN	4 013	687	1 982	1 239	105

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000, Michoacán, INEGI.

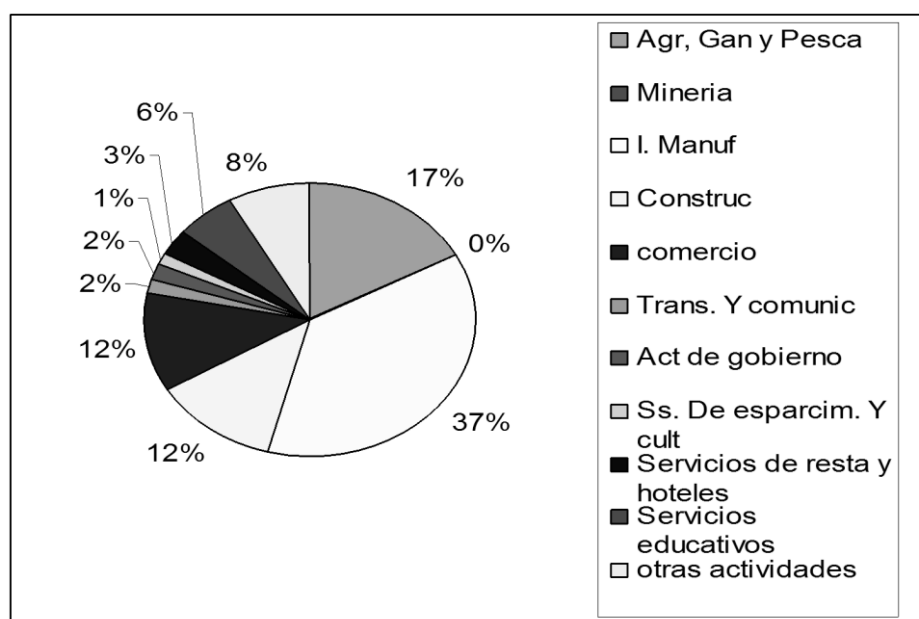
De acuerdo a la distribución del personal ocupado en cada sector volvemos a constatar que las actividades primarias se están quedando de lado, y sobresalen las actividades secundarias, donde se encuentran las artesanías.

Como lo señala el Plan Municipal de Desarrollo 2008-2011 la agricultura y la pesca han disminuido y en cambio han aumentado las actividades de construcción y de artesanías, sobre todo en la zona de la ciénega, donde la mayoría de la población son albañiles, jornaleros y se emplean en los negocios cercanos a Quiroga.

Las cifras estadísticas oficiales del II Conteo General de Población y Vivienda, 2005.

### **Gráfica 1. Población económicamente activa por principales ramas de actividad económica**

REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN



Fuente: II Censo General de Población y Vivienda, 2000

Gráfica 5. Actividades económicas

La principal actividad a la que se dedica la población, es a la manufactura dentro de la cual encontramos las artesanías, la segunda actividad en orden de importancia son la agricultura, ganadería y pesca, y por último el comercio y la construcción en igual proporción.

En lo general, se observa tendencialmente la disminución de las actividades agropecuarias.

En relación al sector primario podemos señalar como cultivos principales el maíz y avena forrajera, con superficies anuales sembradas de 1,325 y 570 has, respectivamente.

En cuanto a la ganadería, el municipio cuenta con una población ganadera de más de 90 mil aves, más de 3 mil bovinos y más de 1 mil cabezas de ganado porcino.

En cuanto al sector secundario, Existen en el municipio 631 establecimientos dedicados a la industria manufacturera.

En Santiago Tzipijo la principal actividad económica es la pesca y agricultura

### Vivienda

En el municipio, en el 2000, el 41.3% de las viviendas están construidas con techos de losa de concreto o tabique, el 38.65% con techos de teja y el 7.6% con techos de lámina o cartón.

### Cuadro 26. Materiales de la vivienda, 2000

CONCEPTO	%
TECHOS LOSA DE CONCRETO O TABIQUE	41,2883198
TECHOS TEJA	38,6495925
TECHOS LAMINA DE CARTÓN	7,60574311
TECHOS LÁMINA DE ASBESTO O METÁLICA	3,57004269
TECHOS PALMA TEJAMANIL O MADERA	0,31043849
TECHOS NO ESPECIFICADO	0,23282887

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2000

### 1.3.1.12 SERVICIOS PÚBLICOS EXISTENTES. DISPERSIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES, ALUMBRADO Y ENERGÍA ELÉCTRICA, PAVIMENTO, PLAZAS CÍVICAS, IGLESIAS, ETC.

#### Fuentes y usos de energía

La principal fuente de energía en el municipio es la luz electricidad y el gas. El gas es usado principalmente para uso domestico.

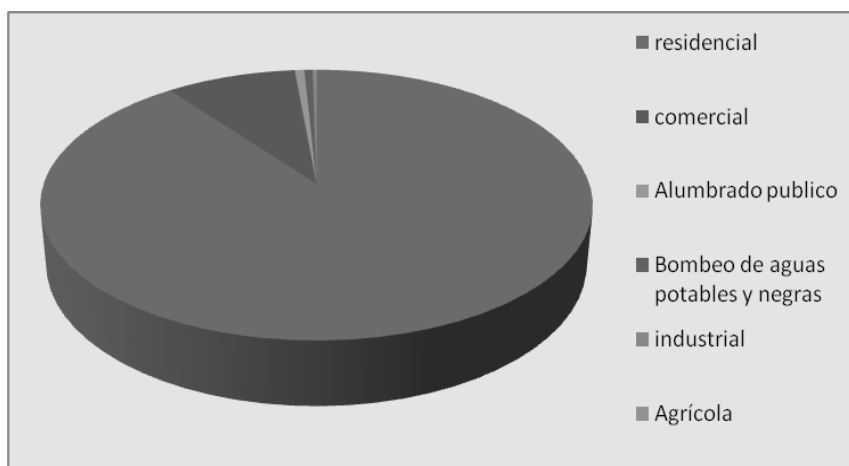
En cuanto a la electricidad, existen 3 797 usuarios, de los cuales 6 dan uso industrial y 3 404 son para uso residencial, 337 para uso comercial y 4 para uso agrícola.

**Cuadro 24. Usuarios de energía eléctrica**

Total	Industrial	Residencial	Comercial	Agrícola	Alumbrado público	Bombeo de aguas potables y negras
3797	6	3404	337	4	25	21

Fuente: Anuario estadístico del Estado de Michoacán de Ocampo. INEGI, Gobierno del Edo. de Michoacán, 2004

### Gráfica 6. Usuarios de energía eléctrica, 2004



Fuente: Anuario estadístico del Estado de Michoacán de Ocampo. INEGI, Gobierno de Edo. de Michoacán, 2004

### Abastecimiento de agua

Los datos obtenidos del INEGI, las estadísticas muestran que en el 2000 el 87.3% de la población disponía de agua entubada, en el 2005 este porcentaje pasó a 88.62%.

Son 26 las fuentes de las cuales el municipio se abastece de agua, de las cuales 22 son subterráneas y 4 son superficiales.

El volumen promedio de extracción diario es de 970 metros cúbicos de agua por día, de los cuales 610 es por la vía subterránea y 360 por la vía superficial.

**Cuadro 25. Abastecimiento de agua y volumen promedio de extracción diario**

Fuentes de abastecimiento			Volumen promedio diario de extracción (metros cúbicos)		
total	Subterránea	Superficial	total	subterránea	Superficial
26	22	4	970	610	360

Fuente: Anuario estadístico del Estado de Michoacán de Ocampo. INEGI, Gobierno de Edo. de Michoacán, 2004

En el taller de autodiagnóstico en la localidad La Noria, se planteó que quieren un pozo de agua en lugar de agua entubada dentro de sus viviendas, esto debido a que el servicio de agua potable les sale muy caro.

**Saneamiento básico**

De acuerdo a los datos estadísticos, del total de las viviendas en Tzintzuntzan, en el 2000 se registró que el 41.15% disponían de drenaje. En el 2005, éste porcentaje pasó a 56.61%.

## CAPITULO II TOPOGRAFÍA



## 2.1 PLANIMETRÍA

La planimetría es aquella rama de la Topografía que se ocupa de la representación de la superficie terrestre sobre un plano. Así es que la misma centra su estudio en el conjunto de métodos y procedimientos que tenderán a conseguir la representación a escala de todos aquellos detalles interesantes del terreno en cuestión sobre una superficie plana, exceptuando su relieve y representándose en una proyección horizontal.

Entonces, la planimetría, proyecta sobre el plano horizontal los elementos de la poligonal como puntos, líneas rectas, diagonales, curvas, superficies, contornos, cuerpos, etc., sin considerar la diferencia de elevación.

En tanto, las medidas de distancias horizontales se podrán determinar a partir de diversos instrumentos y procedimientos y la elección de los mismos dependerá exclusivamente de los objetivos que se persigan, las longitudes que haya por medir, las condiciones del terreno y los instrumentos que se disponen.

Mayormente, las distancias horizontales se determinarán por referencias (cuando se dispone de los planos se pueden leer directamente las coordenadas empleando sistemas de coordenadas), a pasos (se conocerá la distancia en cuestión a través de los pasos normales que da una persona y el número de los mismos cuando se recorre una determinada distancia), por cinta métrica (necesitaremos elementos adicionales como estacas, plomadas, jalones y niveles de burbuja), por taquímetro, entre otros métodos.

## 2.2 ALTIMETRIA

La altimetría o hipsometría, como también se la denomina, es la rama de la topografía que se ocupa de estudiar el conjunto de [procedimientos](#) y de métodos que existen para poder determinar y representar la altura o cota de cada punto respecto de un plano de referencia. Por ejemplo, gracias a la altimetría es posible representar el relieve del terreno, tal es el caso de planos de curvas de nivel, perfiles, entre otros

## 2.3 TOPOGRAFÍA CON EL USO DE ESTACIÓN TOTAL

Los instrumentos topográficos han cambiado mucho desde los primeros días de la cadena, la brújula y el tránsito. Hoy en día los topógrafos usan un instrumento llamado estación total para buscar los ángulos horizontales, verticales y distancias. Una estación total combina un tránsito electrónico con un dispositivo de medición electrónica para medir distancias entre instrumentos y reconocer puntos para calcular coordenadas espaciales.

Se denomina estación total a un instrumento electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico.

Algunas de las características que incorpora, y con las cuales no cuentan los teodolitos, son una pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD), leds de avisos, iluminación independiente de la luz solar, calculadora, distanciómetro, trackeador (seguidor de trayectoria) y la posibilidad de guardar información en formato electrónico, lo cual permite utilizarla posteriormente en ordenadores personales. Vienen provistas de diversos programas sencillos que permiten, entre otras capacidades, el cálculo de coordenadas en campo, replanteo de puntos de manera sencilla y eficaz y cálculo de azimutes y distancias. El instrumento realiza la medición de ángulos a partir de marcas realizadas en discos transparentes. Las lecturas de distancia se realizan mediante una onda electromagnética portadora con distintas frecuencias que rebota en un prisma ubicado en el punto a medir y regresa, tomando el instrumento el desfase entre las ondas. Algunas estaciones totales presentan la capacidad de medir "a sólido", lo que significa que no es necesario un prisma reflectante.

Su precisión, facilidad de uso y la posibilidad de almacenar la información para descargarla después en programas de CAD ha hecho que desplacen a los teodolitos, que actualmente están en desuso. Por otra parte, desde hace ya varios años las **estaciones totales** se están viendo desplazadas por el GPS en trabajos topográficos. Sin embargo, no siempre es posible el uso del GPS, principalmente cuando no puede recepcionar las señales de los satélites debido a la presencia de edificaciones, bosque tupido, etc. Además, la mayor precisión de la estación (pocos milímetros frente a los centímetros del GPS) la hacen todavía necesaria para

determinados trabajos, como la colocación de apoyos de neopreno bajo las vigas de los puentes, la colocación de vainas para hormigón postensado, el replanteo de vías férreas, etc

## **2.4 TOPOGRAFÍA DEL RANCHO SANTIAGO TZIPIJO**

ANEXO 1 (PLANO TOPOGRAFICO DEL RANCHO SANTIAGO  
TZIPIJO)

### **CAPITULO III SISTEMA DE AGUA POTABLE**

### 3.1 LÍNEA DE CONDUCCIÓN

La línea de conducción es el conducto principal en el caso de un sistema de abastecimiento, ya que este permite conducir el gasto total a distribuir en una localidad.

En el diseño de una línea de conducción, el diagrama de energía nos permite conocer el comportamiento de la presiones dentro del conducto, y en el caso de una línea de conducción a bombeo, además nos permite conocer el comportamiento del flujo en el fenómeno transitorio del golpe de ariete. Esto nos permite seleccionar de manera adecuada el tipo y diámetro de la tubería de conducción, y en su caso la necesidad de una válvula que permita mitigar los efectos del fenómeno transitorio.

Es por esto relevante el tema, ya que un análisis erróneo en la selección del tipo de tubería, diámetro, equipos, o en su caso válvula contra golpe de ariete, generaría un colapso en el sistema de abastecimiento completo, ya sea por funcionamiento deficiente de la conducción o por el rompimiento de tuberías.

En el caso de conducto cerrado, este se caracteriza por que el área hidráulica es la misma que el área de la sección del conducto. La conducción en un conducto cerrado puede realizarse a gravedad o a bombeo.

Se realiza a gravedad cuando entre la fuente y el tanque de regularización existe el desnivel topográfico suficiente para vencer las pérdidas de energía.

Cuando es no es posible, se realiza el cálculo de la conducción a bombeo. Para esto, es importante determinar el diámetro comercial más económico, es decir, se realiza un análisis financiero para determinar cuál combinación de diámetro comercial y costo de bombeo es más económico, en el horizonte de proyecto.

El cálculo tuberías a presión, se realiza generalmente mediante un análisis estático del comportamiento de las presiones, y en el caso del fenómeno transitorio del golpe de ariete, se trata de un fenómeno de variación de presiones a lo largo de un tiempo T.

### **Transitorios hidráulicos en conductos a presión**

Un flujo es estacionario o permanente cuando sus parámetros característicos (presión y velocidad) no varían en el tiempo. Si las condiciones del flujo varían en el tiempo, éste es no estacionario, no permanente o transitorio.

Se distinguen 3 tipos de transitorios hidráulicos:

1. Transitorio muy lento o cuasi-estático, en el que las variables del flujo varían de manera muy lenta en el tiempo (con períodos del rango de varias horas hasta varios días). Como un ejemplo se tiene el flujo no permanente en una red de agua potable, cuyos cambios se generan por la variación del consumo y de los niveles de agua en los tanques.

Debido a que las variaciones en este tipo de flujo son muy lentas, no es necesario considerar en los métodos de análisis la inercia del flujo ni las propiedades elásticas del fluido y de las tuberías, y el flujo transitorio se puede simular con una aplicación sucesiva de un

modelo estático. Una simulación de este tipo se conoce también con el nombre de análisis de períodos extendidos.

2. Transitorio lento u oscilación de masa, que se relaciona ante todo con el movimiento de la masa de agua en la conducción, semejante a la oscilación en dos vasos comunicantes. Los cambios de las variables en este tipo de transitorio son significativas pero no tanto como para tomar en consideración las propiedades elásticas del fluido y de las tuberías. El período de un transitorio de este tipo normalmente es de varios minutos, y es suficiente un modelo que considere solamente el movimiento y la inercia del volumen de agua en las tuberías.

3. Transitorio rápido o golpe de ariete, generado por cambios bruscos de la velocidad en la tubería derivados de maniobras rápidas como la parada repentina de una bomba o el cierre rápido de una válvula. Los cambios bruscos en la velocidad se acompañan de cambios bruscos en la presión que se propagan por la tubería, generando ondas de presión de período muy corto (apenas varios segundos).

Las variaciones de presión en un transitorio de este tipo son importantes, por lo que resulta necesario considerar los efectos elásticos de la tubería y del líquido.

De ahí la importancia de un análisis y esquematización adecuados del diagrama de energía en las líneas de conducción, ya que estas variaciones en caso de no revisarse pueden generar desde problemas de operación en la línea de conducción, hasta un colapso de la misma, ya sea mediante la rotura de algunos tramos



de tuberías, separación de piezas especiales, o incluso disminución drástica en la sección de la tubería,

### **Descripción del fenómeno.**

El fenómeno del **golpe de ariete**, también denominado **transitorio**, consiste en la alternancia de depresiones y sobrepresiones debido al movimiento oscilatorio del agua en el interior de la tubería, es decir, básicamente es una variación de presión, y se puede producir tanto en impulsiones como en abastecimientos por gravedad.

El valor de la sobrepresión debe tenerse en cuenta a la hora de dimensionar las tuberías, mientras que, en general, el peligro de rotura debido a la depresión no es importante, más aún si los diámetros son pequeños. No obstante, si el valor de la depresión iguala a la tensión de vapor del líquido se producirá cavitación, y al llegar la fase de sobrepresión estas cavidades de vapor se destruirán bruscamente, pudiendo darse el caso, no muy frecuente, de que el valor de la sobrepresión producida rebase a la de cálculo, con el consiguiente riesgo de rotura.

Por lo tanto, el correcto estudio del golpe de ariete es fundamental en el dimensionamiento de las tuberías, ya que un cálculo erróneo puede generar:

- a) Un sobredimensionamiento de las conducciones, con lo que la instalación se encarece de forma innecesaria.
  
- b) Tubería calculada por defecto, con el consiguiente riesgo de que se produzca una rotura.

### **Descripción del fenómeno en abastecimientos por gravedad**

Si el agua se mueve por una tubería con una velocidad determinada y mediante una válvula se le corta el paso totalmente, el agua más próxima a la válvula se detendrá bruscamente y será empujada por la que viene detrás. Como el agua es algo compresible, empezará a comprimirse en las proximidades de la válvula, y el resto del líquido comprimirá al que le precede hasta que se anule su velocidad. Esta compresión se va trasladando hacia el origen conforme el agua va comprimiendo al límite la que le precede, de manera que al cabo de un cierto tiempo todo el agua de la tubería está en estas condiciones, concluyendo la primera etapa del golpe de ariete.

En definitiva, se forma una onda de máxima compresión que se inicia en las proximidades de la válvula y se traslada al origen. La energía cinética que lleva el agua se transforma en energía de compresión.

Cuando el agua se detiene, ha agotado su energía cinética y se inicia la descompresión en el origen de la conducción trasladándose hacia la válvula, y por la ley pendular esta descompresión no se detiene en el valor de equilibrio, sino que lo sobrepasa para repetir el ciclo. Esta descompresión supone una depresión, que retrocede hasta la válvula para volver a transformarse en compresión, repitiendo el ciclo y originando en el conducto unas variaciones ondulatorias de presión que constituyen el golpe de ariete.

En definitiva, se producen transformaciones sucesivas de energía cinética en energía de compresión y viceversa, comportándose el agua como un resorte.

### **Descripción del fenómeno en impulsiones**

En una impulsión, la parada brusca de motores produce el mismo fenómeno, pero al contrario, es decir, se inicia una depresión aguas arriba de la bomba, que se traslada hacia el final para transformarse en compresión que retrocede a la bomba.

En efecto, cuando se produce la parada del grupo de bombeo, el fluido, inicialmente circulando con velocidad  $v$ , continuará en movimiento a lo largo de la tubería hasta que la depresión a la salida del grupo ocasionada por la ausencia de líquido (el que avanza no es repuesto, no es “empujado”), provoque su parada. En estas condiciones, viaja una onda depresiva hacia el depósito, que

además va deteniendo el fluido, de tal manera que al cabo de un cierto tiempo toda la tubería está bajo los efectos de una depresión y con el líquido en reposo. Ha concluido la primera etapa del golpe de ariete.

Como la presión en el depósito es siempre superior a la de la tubería, que se encuentra bajo los efectos de la depresión, se inicia un retroceso del fluido hacia la válvula de retención con velocidad  $-v$ . Con el agua a velocidad de régimen, pero en sentido contrario, nuevamente se tiene la presión de partida en la tubería, de manera que al cabo de un cierto tiempo toda ella estará sometida a la presión inicial y con el fluido circulando a velocidad  $-v$ .

El inicio de la tercera fase es una consecuencia del choque del líquido contra la válvula de retención. El resultado es un brusco aumento de presión y una detención progresiva del fluido, de modo que al cabo de un cierto tiempo todo el líquido de la tubería está en reposo y la conducción sometida a una sobrepresión de la misma magnitud que la depresión inicial. Esta tercera fase del golpe de ariete en una impulsión es semejante a la primera fase en el caso de abastecimientos por gravedad.

En la cuarta fase comienza la descompresión, iniciándose de nuevo el movimiento, por lo que al cabo de un tiempo la situación es idéntica a la que teníamos al principio. Comienza un nuevo ciclo.

Tanto en abastecimientos por gravedad como en impulsiones, la duración de cada una de estas fases es  $L/a$  siendo “L” la longitud de la tubería y “a” la celeridad.

### Valor de la celeridad.

La celeridad (a) es la velocidad de propagación de la onda de presión a través del agua contenida en la tubería, por lo que su ecuación de dimensiones es  $L \cdot T^{-1}$ . Su valor se determina a partir de la ecuación de continuidad y depende fundamentalmente de las características geométricas y mecánicas de la conducción, así como de la compresibilidad del agua.

Una expresión práctica propuesta por Allievi, que permite una evaluación rápida del valor de la celeridad cuando el fluido circulante es agua, es la siguiente:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \cdot \frac{D}{e}}}$$

Siendo:

K: Coeficiente función del módulo de elasticidad ( ) del material constitutivo de la tubería, que representa principalmente el efecto de la inercia del grupo motobomba, cuyo valor es:

$$K = \frac{10^{10}}{\varepsilon}$$

D: Diámetro interior de la tubería

e: Espesor de la tubería

### **Valores de K para hallar la celeridad**

Material de la tubería	(kg/m <sup>2</sup> )	K
tuberías de hierro y acero	$2 \times 10^{10}$	0.5
Fundición	$10^{10}$	1
Hormigón (sin armar)	$2 \times 10^9$	5
Fibro cemento	$1.85 \times 10^9$	5.5 (5-6)
PVC	$3 \times 10^8$	33.3 (20-50)
PE baja densidad	$2 \times 10^7$	500
PE alta densidad	$9 \times 10^7$	111.11

También se puede hallar el valor de la celeridad consultando las tablas siguientes.

### **Celeridades para tuberías de plástico**

Tubería				
	4	6	10	16
PE baja densidad	118	147	196	-
PE alta densidad	-	234	305	-
PVC	240	295	380	475

En el caso de que la conducción esté constituida por tramos de tubos de diferentes características (diámetro, espesor, material, etc.), la celeridad media se calculará como la media ponderada de la celeridad de cada tramo. Si  $L_1, L_2, L_3, \dots$ , son las longitudes de los tramos de distintas características y  $a_1, a_2, a_3, \dots$ , las celeridades respectivas, el tiempo total  $L/a$  que tarda la onda en recorrer la tubería será la suma de los tiempos parciales:

$$\frac{L}{a} = \frac{L_1}{a_1} + \frac{L_2}{a_2} + \frac{L_3}{a_3} + \dots \quad \text{Luego } a = \frac{L}{\sum \frac{L_i}{a_i}}$$

### **Tiempo de cierre de la válvula y tiempo de parada de bombas.**

#### **Cierre lento y cierre rápido.**

Se define el tiempo (T) como el intervalo entre el inicio y el término de la maniobra, sea cierre o apertura, total o parcial, ya que durante este tiempo se produce la modificación del régimen de movimiento del fluido. Este concepto es aplicable tanto a conducciones por gravedad como a impulsiones, conociéndose en el primer caso como tiempo de cierre de la válvula y como tiempo de parada en el segundo.

El tiempo de cierre de una válvula puede medirse con un cronómetro, es un tiempo físico y real, fácilmente modificable, por ejemplo, con desmultiplicadores, cambiando la velocidad de giro en válvulas motorizadas, etc.

Por el contrario, en el caso de las bombas, el tiempo de parada no puede medirse de forma directa y es más difícil de controlar.

En resumen, en las conducciones por gravedad, el cierre de la válvula se puede efectuar a diferente ritmo, y por tanto, el tiempo T es una variable sobre la que se puede actuar, pero en las impulsiones el tiempo de parada viene impuesto y no es posible actuar sobre él, salvo adicionando un volante al grupo motobomba o un sistema similar.

Mendiluce propone la siguiente expresión para el cálculo del tiempo de parada:

$$T = C + \frac{K \cdot L \cdot v}{g \cdot H_m}$$

Siendo:

L: Longitud de la conducción (m)

v: Velocidad de régimen del agua (m/s)

g: Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s<sup>2</sup>

H<sub>m</sub>: Altura manométrica proporcionada por el grupo de bombeo

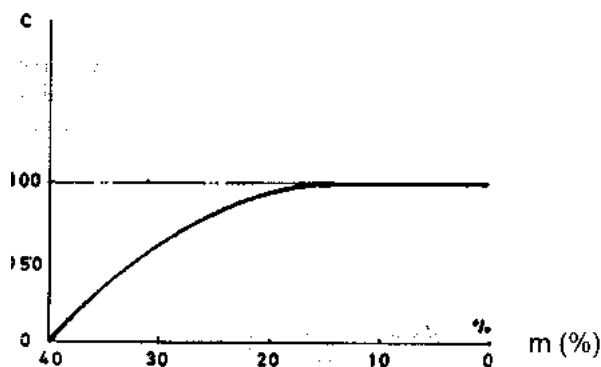
$$H_m = H_g + h_T = \Delta z + \frac{P}{\gamma} + h_T$$

C y K: Coeficientes de ajuste empíricos



La altura geométrica o presión estática ( $H_g$ ) se mide siempre inmediatamente aguas arriba de la bomba, por lo que la profundidad del agua en el pozo debe tenerse en cuenta en el caso de bombas sumergidas.

El coeficiente  $C$  es función de la pendiente hidráulica ( $m$ ), siendo  $m = H_m/L$ . Toma el valor  $C=1$  para pendientes hidráulicas crecientes de hasta el 20%, y se reduce progresivamente a partir de este valor hasta hacerse cero para pendientes del 40%. Pendientes superiores al 50% implican paradas muy rápidas, aconsejándose considerar el golpe de ariete máximo de Allievi en toda la longitud de la tubería.



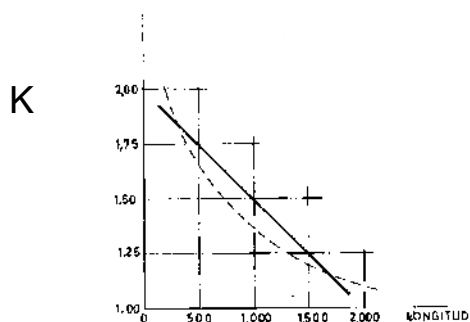
$$\frac{H_m}{L} < 0.20 \rightarrow C = 1$$
$$\frac{H_m}{L} \geq 0.40 \rightarrow C = 0$$
$$\frac{H_m}{L} \approx 0.30 \rightarrow C = 0.60$$

### **Valores del coeficiente $C$ según Mendiluce**

El coeficiente  $K$  depende de la longitud de la tubería y puede obtenerse a partir de la gráfica o de la tabla siguientes, propuestas por Mendiluce. Este autor recomienda la utilización de los valores de  $K$  redondeados recogidos en la tabla, ya que ha comprobado que las pequeñas diferencias respecto a la gráfica tienen una

repercusión despreciable en el golpe de ariete y siempre del lado de la seguridad, y es de más sencillo manejo.

**Valores del coeficiente K según Mendiluce**



L	K
L < 500	2.00
L 500	1.75
500 < L < 1500	1.50
L 1500	1.25
L > 1500	1.00

Puesto que L es la longitud de la tubería y la celeridad a es la velocidad de propagación de la onda de presión,  $2L/a$  será el tiempo que tarda la onda de presión en dar una oscilación completa. Por lo tanto, si  $T < 2L/a$ , la maniobra ya habrá concluido cuando se produzca el retorno de la onda de presión y tendremos un cierre rápido, alcanzándose la sobrepresión máxima en algún punto de la tubería. Sin embargo, si  $T > 2L/a$ , estaremos ante un cierre lento y ningún punto alcanzará la sobrepresión máxima, ya que la primera onda positiva reflejada regresa antes de que se genere la última negativa.

$T < 2L/a$  Cierre lento

$T > 2L/a$  Cierre Rápido

El caso más desfavorable para la conducción (máximo golpe de ariete) es el cierre instantáneo ( $T=0$ ). En la práctica esto sólo ocurre en impulsiones de gran pendiente hidráulica, no siendo lo habitual.

Como a mayor tiempo  $T$  menor sobrepresión, si podemos controlar  $T$  limitaremos en gran medida los problemas en tuberías, siendo éste el caso de los abastecimientos por gravedad.

### **Cálculo de la sobrepresión producida por el golpe de ariete.**

#### **Fórmulas de Michaud y Allievi.**

Una vez conocido el valor del tiempo  $T$  y determinado el caso en el que nos encontramos (cierre lento o cierre rápido), el cálculo del golpe de ariete se realizará de la forma siguiente:

#### **a) Cierre lento.**

A finales del siglo XIX, **Michaud** propuso la primera fórmula para valorar el golpe de ariete:

$$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot T}$$

Siendo:

H: Sobrepresión debida al golpe de ariete (mca)

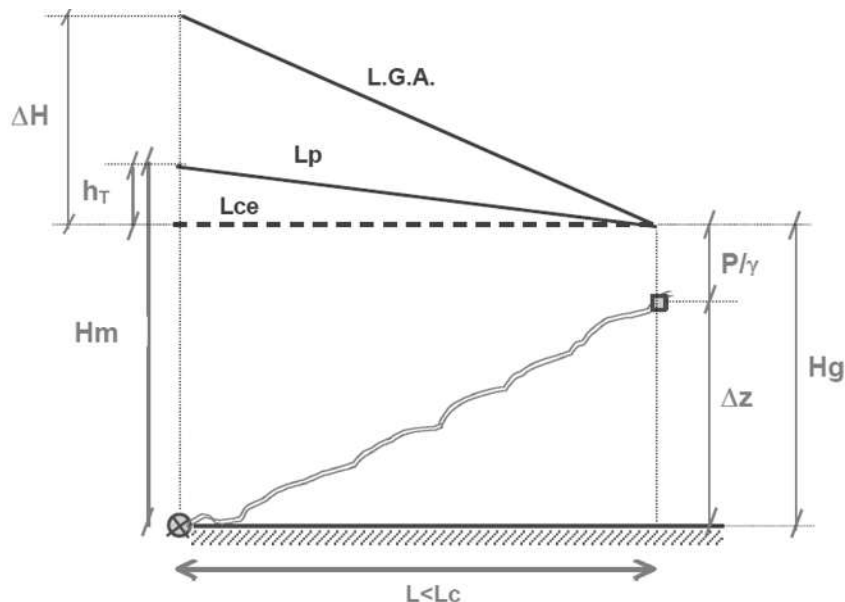
L: Longitud de la tubería (m)

v: Velocidad de régimen del agua (m/s)

T: Tiempo de parada o de cierre, según el caso (s)

g: Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s<sup>2</sup>

Para deducir esta ecuación, Michaud no tuvo en cuenta ni la compresibilidad del agua ni la elasticidad de la tubería.



El límite mínimo de  $\Delta H$  se produce cuando  $L$  es muy pequeño frente a  $T$ , y entonces:

$$\Delta H = \frac{L \cdot v}{g \cdot T}$$

La anterior es la ecuación de **Jouguet**, establecida en la misma época que la de Michaud, y se deduce analíticamente igualando el impulso que experimenta el agua en el interior de la tubería a la variación de su cantidad de movimiento.

En caso de cierre parcial, la velocidad final será menor que la inicial pero no nula, con lo que  $v < v_0$ . El caso más desfavorable para la conducción se produce cuando  $v = v_0$ , es decir, cuando la velocidad final es cero, correspondiendo con el cierre total de la válvula.

Entonces:

$$\Delta H = \frac{L \cdot v_0}{g \cdot T}$$

Que es la fórmula de Jouguet.

Sin embargo, Michaud, partiendo de distintos supuestos, comprobó que la sobrepresión alcanzaba valores del doble de la establecida por Jouguet.

En realidad, Jouguet se aproxima más al principio de la sobrepresión y Michaud al final, ya que las disminuciones de la velocidad no son lineales con el tiempo, decreciendo más suavemente al principio del transitorio que al final, pero puesto que siempre se alcanzará en algún punto de la tubería un golpe de ariete igual al dado por Michaud, es ésta la fórmula que habrá que aplicar en el cálculo de la sobrepresión con un tiempo de cierre lento,  $T < 2L/a$ .

### ***b) Cierre rápido.***

Como ya comentamos anteriormente, al cerrar la válvula C, el agua se detiene y comienza a comprimirse en sus proximidades.

Considerando el caso más peligroso para la tubería, es decir, el cierre total de la válvula:

$$\Delta H = \frac{a \cdot v}{g}$$

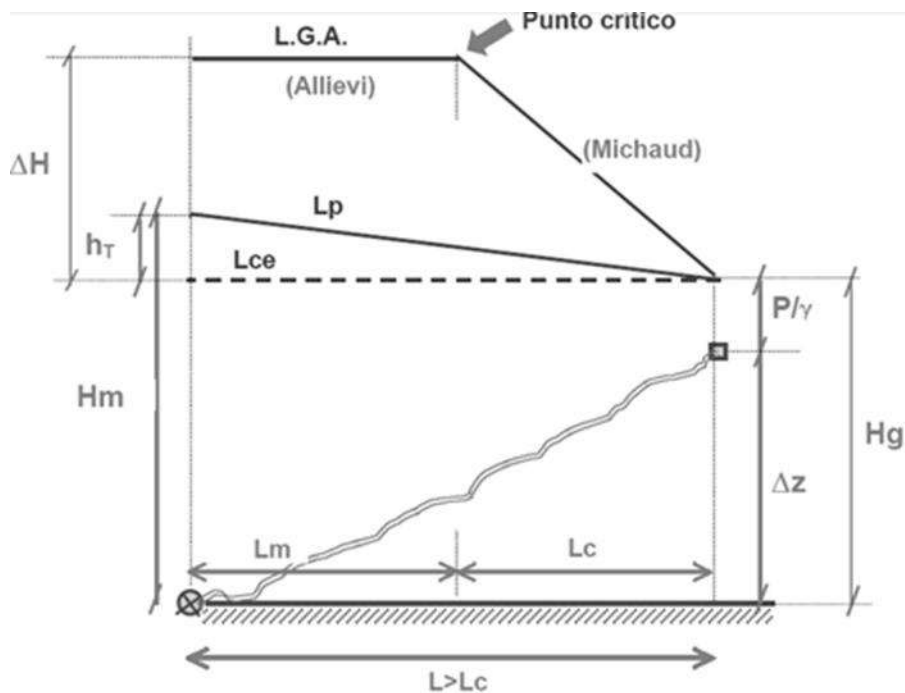
expresión que dedujo **Allievi** en 1904, con la que se calcula el valor máximo del golpe de ariete que puede producirse en una conducción.

Puede observarse cómo el valor de la sobrepresión es independiente de la longitud de la tubería.

Representando gráficamente las ecuaciones de Allievi y de Michaud, se observa que, si la conducción es lo suficientemente larga, las dos rectas se cortan en un punto, denominado *punto crítico*. La longitud del tramo de tubería regido por la ecuación de Michaud se conoce como *longitud crítica* ( $L_c$ ), y su valor se obtiene, lógicamente, igualando las fórmulas de Michaud y Allievi.

$$\frac{2 \cdot L_c \cdot v}{g \cdot T} = \frac{a \cdot v}{g}$$
$$L_c = \frac{a \cdot T}{2}$$

Excepto en el caso de ser la pendiente hidráulica mayor del 50%, en que se recomienda considerar la sobrepresión de Allievi en toda la conducción, el valor así calculado lo soportará el tramo de tubería de longitud  $L_m$ , siendo  $L_m = L - L_c$



Basándonos en el concepto de longitud crítica, se tiene que:

- Si  $L < L_c$ , se trata de una *impulsión (conducción) corta*, que se correspondería con un *cierre lento*, calculándose el golpe de ariete mediante la fórmula de Michaud.
- Si  $L > L_c$ , entonces la *impulsión (conducción) es larga* y el *cierre rápido*, siendo el valor del golpe de ariete el dado por Allievi desde la válvula hasta el punto crítico y por Michaud en el resto.

$L < L_c$	Impulsión corta	$T > \frac{2 \cdot L}{a}$	Cierre lento	Michaud	$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot T}$
$L > L_c$	Impulsión larga	$T < \frac{2 \cdot L}{a}$	Cierre rápido	Allievi	$\Delta H = \frac{a \cdot v}{g}$

Así la para la interpretación de la línea de energía, en el perfil se dibuja la línea de energías a flujo establecido y además las envolventes de energías máximas y mínimas para el flujo transitorio.

Es decir, debe representarse en el plano de proyecto, además de la planta, un perfil en el que se represente la línea piezométrica que representa la energía inicial menos las pérdidas de energía; la línea estática, que representa el nivel inicial de la energía, y las líneas de sobrepresión y subpresión, generadas en el golpe de ariete, y calculadas de acuerdo con el cuadro anterior.

Por lo tanto, la representación gráfica de una línea de conducción a bombeo, se representa en el siguiente plano de proyecto, para la localidad de Las Canoas Mpio. De Copandaro Michoacán.

### **3.2 REGULARIZACIÓN**

Tiene por objeto lograr la transformación de un régimen de aportaciones (de la conducción) que normalmente es constante, en un régimen de consumos o demandas (de la red de distribución) que siempre es variable. El tanque de regulación puede ser superficial o elevado, y debe proporcionar un servicio eficiente bajo normas estrictas de higiene y seguridad.

En los sistemas de agua potable es recomendable la conducción directa a los tanques y a través de éstos alimentar a la red. Cuando la fuente de abastecimiento tenga la capacidad suficiente para proporcionar el gasto máximo horario, existe la alternativa de eliminar el tanque regulador, diseñando la conducción para este gasto; sin embargo, debe hacerse un análisis económico que permita seleccionar la mejor alternativa.



### 3.2.1 CALCULO DEL COEFICIENTE DE REGULARIZACIÓN

La capacidad de un tanque de regularización se obtiene en función del gasto máximo diario de proyecto y de la ley de demanda de la localidad.

En general el suministro de agua al tanque es continuo durante las 24 horas, tanto en conducciones por gravedad como por bombeo, ya que no se justifica económicamente el diseño de una conducción con bombeo de menos de 24 horas, salvo en casos excepcionales.

La elección del sitio y del tipo de tanque (superficial o elevado), se basa en las características físicas de la localidad, considerando las líneas de conducción y redes de distribución, tanto existentes como de proyecto.

La selección del tipo de estructura para el tanque depende de los materiales existentes en la región, de la disponibilidad de terreno y de las condiciones topográficas y geotécnicas.

El diseño de la fontanería de entrada y salida del tanque se realiza con el gasto máximo diario y horario, respectivamente.

Se debe realizar un análisis técnico-económico de las alternativas necesarias para definir el número de tanques adecuado, su capacidad, estructuración y localización; considerando que su operación y mantenimiento sean accesibles.

### 3.2.2 TIPOS DE TANQUE

#### **Tanque superficial**

Es el más común que se construye para todo tipo de localidad siempre y cuando se cuente con una topografía adecuada, esto es, que existe el desnivel adecuado entre el sitio donde se construye el tanque y la población que es abastecida.

Los tanques a base de muros de mampostería, con piso y techo de concreto reforzado, se recomiendan para tirantes que van desde 1.0 hasta 3.5 m y capacidades hasta de 10,000 m<sup>3</sup>

Los tanques de concreto reforzado se recomiendan generalmente para tirantes entre 2.0 y 5.5 m. 120

Para capacidades que varían de 5 000 a 50,000 m<sup>3</sup>, se pueden construir tanques de concreto presforzado, con tirantes de 5.0 a 9.0 m. Este tipo de tanques puede ser la solución más adecuada por tiempo de construcción, ya que gran parte de sus elementos son prefabricados.

En cualquier caso, el tanque superficial debe quedar desplantado en su totalidad en terreno firme, evitando que alguna porción del mismo se apoye en rellenos.

En casos especiales puede desplantarse en terreno uniforme con una compactación adecuada.

Si el fondo del tanque se encuentra a un nivel más bajo que el alcantarillado, drenes, letrinas, depósitos de agua estancada u otra

fuelle de polución, el tanque debe alejarse de la misma 15.0 m como mínimo.

En general se deben programar las inversiones, considerando construir el tanque en varias cámaras o módulos, dejando las preparaciones de fontanería y el área de terreno suficiente para construir estas cámaras.

Para evitar el deterioro de la calidad del agua se debe tomar en cuenta que el volumen almacenado no sea estanco y se dé movilidad a la misma.

El diseño de la fontanería se debe realizar procurando que el flujo del agua tenga el menor número de cambios de dirección, con un mínimo de piezas especiales, pero cubriendo todas las posibilidades de operación.

En la entrada, el diámetro de la tubería corresponde al de la conducción. La descarga puede ubicarse por encima del espejo de agua, por un lado del tanque o por el fondo.

Se debe analizar el conjunto línea de conducción-tanque de almacenamiento, considerando los fenómenos transitorios, la topografía y los aspectos estructurales, para definir la ubicación de la entrada. En el diseño se debe asegurar que con cualquier falla de la línea de conducción el tanque funcione adecuadamente, evitando que se vacíe por la línea. Con estos accesorios se permitirá realizar trabajos de mantenimiento en la conducción.

En cualquier caso se debe llevar a cabo una revisión, para tener en cuenta la necesidad de proteger la losa de fondo, del efecto por el

impacto de la caída o velocidades altas del flujo de entrada para niveles mínimos en el tanque.

En tanques presforzados, la entrada debe localizarse en el fondo del mismo.

El diseño de la fontanería de entrada y salida debe prever todas las etapas de proyecto de esas instalaciones.

En la salida, la tubería puede quedar alojada en una de las paredes del tanque o en la losa de fondo. En tanques que tienen una superficie proporcionalmente grande o tuberías de gran diámetro, es conveniente que la salida quede ubicada en el fondo, ya que para niveles bajos, el volumen almacenado puede aprovecharse en forma más eficiente que en una salida lateral. En especial para tanques de concreto presforzado es conveniente que la salida quede ubicada en la losa de fondo.

Por lo que se refiere a la macromedición, los medidores de gasto se instalarán preferentemente en la salida.

Para dar mantenimiento o hacer alguna reparación a los tanques de regulación, se debe considerar un paso lateral (by pass), entre las tuberías de entrada y salida, con sus correspondientes válvulas de seccionamiento, siempre y cuando no se pueda aislar modularmente un tanque que cuente con cámaras.

Generalmente en caso de una: fuga o reparación, los tanques se vacían a través de las líneas de salida que son las tuberías de

mayor diámetro. El volumen remanente se extrae a través del desagüe de fondo, dimensionado en función del tiempo requerido para vaciar el tanque, se recomienda de 2 a 4 hrs, aunque se puede variar este lapso en función de las condiciones particulares de cada caso.

El vertedor de demasías es, en general, una tubería que se instala verticalmente en el interior del depósito, adosada a las paredes del mismo. Con el propósito de impedir la entrada de roedores y animales el tubo vertedor debe estar preparado, en su parte inferior, con una trampa hidráulica que además proporciona un colchón amortiguador para efecto de caída del flujo de excedencias.

Para la determinación del diámetro del orificio con descarga al tubo de demasías, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q = CA \sqrt{2gH}$$

donde:

Q: Gasto de la conducción, en m<sup>3</sup>/s

C: Coeficiente de descarga = 0.6, para orificios circulares con aristas vivas

A: Área de la tubería de demasías, en m<sup>2</sup>

h: Carga sobre el orificio, en m. Su valor puede variar de 8 a 12 cm, de

acuerdo con la situación de las ventilas y el valor del bordo libre.

g: Aceleración de la gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>)

Dependiendo de las características geotécnicas del sitio donde se desplante el tanque, se define la necesidad de diseñar un drenaje de fondo, que puede ser a base de filtros corridos o de una red de drenes.

Adicionalmente se debe analizar el drenaje pluvial de la zona de influencia del tanque, definiendo las obras necesarias para su desalojo.

Es recomendable que la fontanería de entrada y salida de tanques de regulación quede alojada en una sola trinchera, salvo limitaciones de espacio o topográficas.

Esta trinchera tendrá la suficiente profundidad para que las líneas de entrada y salida al tanque queden totalmente visibles, sobre apoyos de concreto o metálicos. Sus dimensiones deben ser tales que permitan la instalación, operación y mantenimiento del equipamiento alojado en ella y su ampliación a futuro si es el caso.

Es conveniente unir la descarga de demasías, desagüe de fondo, drenaje pluvial y drenaje de la trinchera, con la finalidad de proyectar una sola descarga general a las instalaciones de alcantarillado cercanas, revisando previamente su capacidad hidráulica, o bien, descargar en un sitio conveniente para su incorporación a alguna corriente natural.

La ventilación de los tanques se proporciona con tubos verticales u horizontales, provistos de codos, que atraviesan el techo o la pared, y terminan con un tubo colador o malla.

El registro de acceso debe sobresalir cuando menos 10 cm por encima del techo, se construirá con una cubierta impermeable que sobresalga alrededor del mismo, considerando un dispositivo de cierre.

Deben colocarse escaleras de acceso para la inspección, limpieza o para efectuar reparaciones en los tanques.

### **Tanques elevados**

Se utilizan en localidades con topografía plana, donde no se dispone en su proximidad de elevaciones naturales con altimetría apropiada, considerando su localización de acuerdo con la operación del sistema, para que proporcione las presiones requeridas en la red de distribución. Se pueden construir de concreto y metálicos, en torres de 10, 15 y 20 m y con capacidades desde 10 hasta 1 000 m<sup>3</sup> para zonas rurales se recomiendan tanques con una capacidad mínima del 10 m<sup>3</sup>.

La determinación de la capacidad de un tanque elevado se efectúa, como se mencionó para los tanques superficiales, en función del gasto máximo diario. En ocasiones puede justificarse construir tanques de menor capacidad (previo análisis técnico-económico), difiriendo la inversión a lo largo del periodo de diseño.

En la tubería de entrada se debe considerar la instalación de una válvula de seccionamiento que permita acciones de mantenimiento

y una válvula de flotador o de altitud, localizando su entrada al tanque por la parte superior.

La tubería de salida siempre debe instalarse en la parte inferior del depósito y deben diseñarse las piezas especiales y válvulas de seccionamiento necesarias para que sea posible efectuar la limpieza del depósito.

En climas fríos debe preverse una adecuada protección para evitar el congelamiento del agua en la tubería.

Debe asegurarse que en los tanques elevados no se tengan demasías, dado que representa un desperdicio inadmisibles, se evita por medio de válvulas de flotador, electroniveles o de preferencia con válvulas de altitud, sin embargo, como un requisito de seguridad es conveniente instalar un vertedor de demasías que esté constituido por tubería situada en el interior del depósito la que se continúa en la torre unida a una de las columnas. Su diámetro se determina con la fórmula indicada para los tanques superficiales.

La ventilación de los tanques se proporciona con tubos verticales, provistos de codos, que atraviesan el techo, y terminan con un tubo colador o malla.

El registro de acceso debe sobresalir cuando menos 10 cm por encima del techo, para que no penetren las aguas pluviales, se construirá con una cubierta impermeable que sobresalga alrededor del mismo, considerando un dispositivo de cierre.



Deben colocarse escaleras de acceso tipo "marino" para la inspección, limpieza o para efectuar reparaciones.

### **Capacidad de reserva**

En los sistemas de agua potable para comunidades rurales, pequeñas y medianas, los tanques se diseñan exclusivamente para regular, salvo en casos excepcionales.

En sistemas grandes o con importante actividad industrial, comercial o turística, se debe analizar la capacidad adicional de los tanques tomando en cuenta los requerimientos para atender imprevistos como son, demandas contra incendio, falla de energía eléctrica (en sistemas de bombeo) y fallas en las líneas de conducción.

El análisis anterior debe realizarse para cada caso en particular, considerando las necesidades y experiencia del cuerpo de bomberos, además de investigar la vulnerabilidad de las líneas de transmisión eléctrica y la frecuencia en los cortes del suministro de energía.

Para el caso de localidades turísticas se debe considerar la población flotante para dimensionar el volumen de reserva que se requerirá en las temporadas de máxima demanda.

Es importante tener en cuenta que la capacidad de reserva sólo funcionará como tal cuando se cuente con un sistema de agua potable que satisfaga plenamente las demandas de la población, en caso contrario, el sobredimensionamiento de la capacidad de almacenamiento, en localidades que no cumplen con la condición

anterior, no representa beneficio alguno ya que la demanda de la localidad no permite en ningún caso utilizar el volumen de reserva. Por esta razón, la programación de estas obras se llevará a cabo una vez cubierto el déficit de las fuentes de abastecimiento y el de infraestructura hidráulica, además de considerar la factibilidad económica y financiera y la disponibilidad de recursos económicos para su ejecución.

En este análisis se debe considerar que la capacidad de regulación de proyecto será aprovechada en su totalidad a partir de que se presente la población calculada como futura. Mientras esto sucede, se contará con una capacidad adicional que puede funcionar como de reserva para los casos mencionados.

De experiencias en otros países, se recomienda un incremento del 10 % de la capacidad de regulación para demanda contra incendio en comunidades grandes, y un incremento del 25 %, como máximo, para condiciones de emergencia y de acuerdo con los resultados del análisis que se realice. En cualquier caso, el incremento de la capacidad del tanque no debe exceder de un 25 %.

### **3.3 DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN**

Para el diseño de un sistema de abastecimiento es importante conocer los datos de la población, tanto de los datos históricos como la actual, así como el horizonte de proyecto, datos que se obtienen de INEGI y del Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la Comisión Nacional del Agua.

Con ambos datos, y mediante la utilización de métodos estadísticos se obtiene la población de proyecto, que nos permitirá conocer la proyección de la demanda y los gastos.

Con la población de proyecto y la dotación, se calcula el gasto medio.

La dotación es un volumen de agua que utiliza una persona por día. Para la obtención de este dato, es importante conocer el nivel socioeconómico, así como el clima.

A partir del gasto medio, se calcula el gasto máximo diario; para su obtención se requiere del coeficiente de variación diaria. Este coeficiente considera la variación del gasto a lo largo de la semana, y su rango es de 1.2 a 1.4.

Para la obtención del gasto máximo horario, se calcula a partir del gasto máximo diario y el coeficiente de variación horaria, el cual representa la variación de la demanda de agua a lo largo de las horas del día.

En cuanto a la utilización de gastos para el diseño de los elementos del sistema de abastecimiento, para los elementos desde la obra de captación y hasta el tanque de regularización, pasando por la conducción y la potabilización, se calculan con el gasto máximo diario.

Para la línea de alimentación, así como la red de distribución, se utiliza el gasto máximo diario.

Es importante señalar que en el diseño de estos elementos, está implícito el respeto a lo que marca la Normas de la Comisión Nacional de Agua.

Para el caso de las tuberías es importante revisar que la velocidad se encuentre dentro del rango de 0.30 m/s a 3.0 m/s, y además en la red de distribución, que la carga disponible este entre 10 mca y 50 mca.

Otro elemento importante es la topografía, que nos permita tener planos legibles, y a la vez manejables. En esta es importante delimitar el polígono cerrado de la población, así como el polígono abierto de la línea de conducción. Se deberán de monumentar los bancos de nivel e indicarlos en dicho plano. La escala generalmente se encuentra entre 1:1000 y 1:2500

Además de la topografía, es importante conocer la infraestructura existente, así como el estado en que se encuentra, con el fin de determinar si es posible considerarlo dentro de un proyecto integral.

Para el diseño además del estudio topográfico, se requiere de conocer los “datos básicos de la población” que como lo norma la Comisión Nacional del Agua, estos son:

Población Actual. Es la población con que cuenta actualmente la localidad. Para cada caso particular se deberá considerar la que marca las autoridades locales, o estimarla, con el índice de hacinamiento del último censo o conteo, y la cantidad de acometidas domésticas.

Horizonte de Proyecto o periodo de diseño. De acuerdo al tipo de obra y a la vida útil, esta puede ser desde 5 a 20 en obras de abastecimiento.

Población proyecto. Se obtiene por métodos estadísticos acreditados por la Conagua para el horizonte de proyecto o periodo de diseño., como son el Aritmético, mínimos cuadrados, el geométrico, curva exponencial y la comparación de estos.

Dotación (Consumo doméstico). Se obtiene de los estudios realizados de manera conjunta entre el IMTA y la Conagua, para nuestro país, y estos dependen básicamente del clima y la zona socioeconómica.

Consumos no domésticos. Son lo que se requieren para dar servicio de agua a hospitales, escuelas, oficinas, comercios, industrias, etc., y que deben ser considerados para el diseño del sistema.

Demanda. Es la suma de los consumos domésticos y el cociente de los no domésticos entre la población de proyecto.

Gastos: Medio, Máximo Diario, Máximo Horario.

Gasto medio: se obtiene al multiplicar la población proyecto, por la demanda y dividirlo entre 86400, que representa los segundos que tiene un día.

Gasto máximo diario. Se obtiene al multiplicar el gasto medio, por el coeficiente de variación diaria (CVD = 1.4). Con este gasto se diseñan la obra de captación, la línea de conducción, la potabilización y el tanque de regularización.

Gasto máximo horario. Este gasto se obtiene al multiplicar el Gasto máximo diario, por el coeficiente de variación horaria ( $CVH=1.55$ ), y con este se calcula la línea de alimentación y la red de distribución.

Para el diseño de la red, se debe de considerar dos normas fundamentales. La carga disponible y la velocidad en las tuberías.

La carga disponible en cada uno de los nodos de la tubería, debe de estar entre los 10 y 50 mca, y la velocidad entre 0.3 y 3 m/s.

Las redes pueden ser abiertas o cerradas.

Redes Cerradas.

Cuando se realiza de manera manual, por el método de Cross, se debe buscar el punto de equilibrio, es decir, aquel punto donde la carga disponible o la suma de pérdidas de energía por fricción y perdidas locales sean igual en ambos sentidos del circuito. Cuando se logra el equilibrio, la velocidad y la carga disponible de norma, teniendo el diámetro más pequeño que cumpla con estas características, estaremos en condiciones de considerar adecuado y factible el diseño de las tuberías de la red.

El cálculo de las perdidas por fricción se realiza por las fórmulas de Manning, Hazen Williams o Darcy Weisbach

Finalmente es importante comentar, que el proyecto de un sistema de abastecimiento, está conformado por los siguientes elementos:

- Estudio de factibilidad social.
- Diagnóstico.
- Infraestructura Existente.

- Memoria descriptiva del proyecto
- Análisis financiero
- Impacto ambiental
- Catálogo de conceptos, presupuesto y programa de obra
- Documentación para licitación
- Planos (topográficos, de infraestructura existente, de proyecto)

El proyecto estará completo, cuando después de la etapa de planeación de las obras y del diseño hidráulico, se realice también el diseño de los cruceros, el listado de piezas especiales, el plano topográfico, plano de proyecto con datos de proyecto, cantidades de obra y detalles; generadores de obra, presupuesto, programa de obra, además de las memorias descriptivas de la localidad y del sistema de abastecimiento, las cuales pueden variar, de acuerdo a la guía que entregue la dependencia.

Es decir, el proyecto estará listo, cuando se encuentre ya en posibilidades de ser construido o ejecutado.

De igual manera para el caso de los generadores de obra, la Conagua, también norma los anchos y profundidades de zanjas para la colocación de la tubería, el espesor de la plantilla, el espesor de relleno compactado, y las calidades o clases de las tuberías.

### 3.3.1 USO DE EPANET PARA EL CALCULO DE RED DE DISTRIBUCIÓN

EPANET es un programa de computadora, desarrollado por la U.S. EPA (Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de América), que realiza simulaciones en período extendido (o cuasiestático) del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tuberías a presión.

Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses.

EPANET permite seguir la evolución del flujo del agua en las tuberías, de la presión en los nudos de demanda, del nivel del agua en los depósitos, y de la concentración de cualquier sustancia a través del sistema de distribución durante un período prolongado de simulación.

Además de las concentraciones, permite también determinar los tiempos de permanencia del agua en la red y su procedencia desde los distintos puntos de alimentación.

El programa es de dominio público y puede descargarse de manera gratuita desde la página de la EPA.

El programa EPANET es un simulador dinámico en período extendido para redes hidráulicas a presión compuesto por:



- Un módulo de análisis hidráulico que permite simular el comportamiento dinámico de la red bajo determinadas leyes de operación. Admite tuberías (tres opciones para el cálculo de las pérdidas), bombas de velocidad fija y variable, válvulas de estrangulación, reductoras, sostenedoras, controladoras de caudal, rotura de carga, depósitos de nivel fijo o variables, leyes de control temporales o por consignas de presión o nivel, curvas de modulación, etc.
- Un módulo para el seguimiento de la calidad del agua a través de la red. Admite contaminantes reactivos y no reactivos, cálculo de concentraciones, procedencias y tiempos de permanencia.

### 3.3.2 TIPO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN

Las tuberías y conexiones hidráulicas se fabrican con un material plástico sintético, creado y producido por el hombre, clasificado dentro de los termoplásticos; materiales que arriba de cierta temperatura se convierten en una masa moldeable a la que se le puede dar la forma deseada y por abajo de esa temperatura se transforman en sólidos. En la actualidad, estos materiales constituyen el grupo más importante de los plásticos comerciales.

Las tuberías hidráulicas se producen en dos series (para conducción de agua a presión): La serie métrica y la serie inglesa.

La serie métrica diseñada de acuerdo con el sistema internacional de unidades. La integran tuberías con diámetros desde 100 hasta 630 mm y en tres espesores distintos, la variación de espesores permite obtener diferentes presiones máximas de trabajo y al mismo tiempo la clasificación de la tubería en clases.

La unión entre estas tuberías y conexiones se realiza mediante el sistema espiga - campana con anillo de material elastomérico.

La serie inglesa basada en el sistema inglés de unidades, se fabrica en diámetros desde 13 hasta 200 mm. Las presiones máximas de trabajo dependen de la relación de su diámetro exterior entre su espesor mínimo de pared (RD).

las conexiones son ya sea para cambiar la dirección del flujo del agua, derivar o unir sistemas de igual o diferente diámetro, cerrar los extremos de una línea, unir tubería hidráulica a válvulas o piezas metálicas bridadas y componer fallas en una línea ya tendida. También es

posible unir la tubería hidráulica, serie métrica, con la serie inglesa o incluso unirla con tubería de material tradicional.

## CAPITULO IV PROYECTO DE REHABILITACIÓN

## 4.1 POBLACIÓN DE PROYECTO

Ya conociendo los elementos que conforman un proyecto se inicio con el calculo de la población proyecto.

### CALCULO DE LA POBLACION DE PROYECTO

LOCALIDAD : RANCHO SANTIAGO TZIPIJO  
MUNICIPIO : TZINTZUNTZAN MICHOACAN

CALCULO DE LA POBLACION ACTUAL (AÑO 2010) DE LA LOCALIDAD DE RANCHO SANTIAGO MPIO, DE TZINTZUNTZAN MICH.

POBLACION	=	(TOTAL DE VIVIENDAS)(INDICE DE HACINAMIENTO)
TOTAL DE VIVIENDAS	=	( TOTAL DE VIVIENDAS DE LA LOCALIDAD REPORTADO POR LAS AUTORIDADES LOCALES)
INDICE DE HACINAMIENTO	=	DATO DE INEGI
INDICE DE HACINAMIENTO	=	7.08 DEL AÑO 2005
TOTAL DE VIVIENDAS	=	40 VIV.
POBLACION ACTUAL (2010)	=	20*7.08 = 283 HAB.
POBLACION ACTUAL (2010) CENSO LOCAL	=	280

#### 1.- METODO ARITMETICO

EN ESTE METODO SE CONSIDERA QUE EL INCREMENTO DE POBLACION ES CONSTANTE Y CONSISTE EN OBTENER EL PROMEDIO ANUAL EN AÑOS ANTERIORES Y APLICARLOS AL FUTURO EN BASE A LAS FORMULAS SIGUIENTES :

$$P_f = P_a + I_N$$

DONDE :

P<sub>f</sub> = POBLACION FUTURA

P<sub>a</sub> = POBLACION ACTUAL

I = INCREMENTO PROMEDIO :  $\sum I_D / n_D$

$$I_D = (P_D - P_{(D-1)}) / N$$

DONDE :

I<sub>D</sub> = INCREMENTO DECENAL

P<sub>D</sub> = POBLACION DE CADA DECENA

P<sub>(D-1)</sub> = POBLACION DE LA DECENA ANTERIOR

N = AÑOS TRANSCURRIDOS DESDE P<sub>D</sub> Y P<sub>(D-1)</sub>

REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE  
ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO  
DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

---

No.	AÑO	POBLACION	INCREMENTO
1	1990	74	
2	1995	94	4.00
3	2000	85	-1.80
4	2005	78	-1.40
5	2010	280	40.40
			41.20

$$I = 10.3$$

APLICANDO LA FORMULA DE  $P_f = P_a + I_n$

AÑO PARA EL CALCULO DE LA POBLACION FUTURA :

2,011  
2,015  
2,018  
2,020

**P2011 = 290 HAB.**  
**P2015 = 332 HAB.**  
**P2018 = 362 HAB.**  
**P2020 = 383 HAB.**

# REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

---

## 2.- METODO GEOMETRICO:

EL PRINCIPIO EN QUE SE BASA ESTE METODO ES EL DE CONSIDERAR QUE LA POBLACION TENDRA UN INCREMENTO ANALOGO, AL QUE SIGUE UN CAPITAL AUMENTADO EN SUS INTERESES, ESTO SIGUIENDO LA FORMULA DE INTERES COMPUESTO EN EL QUE EL REDITO ES EL FACTOR DE CRECIMIENTO.

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

DONDE :

P<sub>f</sub> = POBLACION FUTURA  
 P<sub>a</sub> = POBLACION ACTUAL  
 r = TAZA DE CRECIMIENTO  
 n = AÑOS TRANSCURRIDOS

$$(1 + r) = (P_D / (P_{(D-1)}))^{(1/n)}$$

DONDE :

P<sub>D</sub> = POBLACION DE CADA DECENA  
 P<sub>(D-1)</sub> = POBLACION DE LA DECENA ANTERIOR  
 n = AÑOS TRANSCURRIDOS DESDE P<sub>D</sub> Y P<sub>(D-1)</sub>

No.	AÑO	POBLACION	(1 + r)
1	1990	74	
2	1995	94	1.04901
3	2000	85	0.98007
4	2005	78	0.98296
5	2010	280	1.29126
			4.3033

$$(1 + r)_{\text{PROM.}} = 1.07582423$$

APLICANDO LA FORMULA DE  $P_f = P_a (1 + r)^n$

AÑO PARA EL CALCULO DE LA POBLACION FUTURA :

2,011  
 2,015  
 2,018  
 2,020

**P2011 = 301 HAB.**  
**P2015 = 404 HAB.**  
**P2018 = 502 HAB.**  
**P2020 = 582 HAB.**

# REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

### 3.- METODO DEL MINIMO CUADRADO

SUSTITUYENDO EN LA FORMULA DEL METODO ARITMETICO;  $P_f = P_a + I_n$ , LO SIGUIENTE :

$$\begin{aligned} Y_c &= P_f; \\ a &= I; \\ X &= N; \\ b &= P_a \end{aligned}$$

OBTENEMOS :

$$Y_c = b + ax$$

QUE ES LA FUNCION DE REGRESION LINEAL, PARA LA LINEA RECTA, DONDE TENEMOS LAS SIGUIENTES ECUACIONES NORMALES :

$$\begin{aligned} \sum Y_o &= a \sum X_o + nb \\ \sum X_o Y_o &= a \sum X_o^2 + b \sum X_o \end{aligned}$$

RESOLVIENDO LAS ECUACIONES PARA "a" Y "b" OBTENEMOS LAS SIGUIENTES FORMULAS :

$$a = (n \sum X_o Y_o - \sum X_o \sum Y_o) / (n \sum X_o^2 - \sum X_o^2)$$

$$b = ((\sum Y_o) / n) - ((\sum X_o) / n) a$$

APLICANDO LO ANTERIOR :

No.	AÑO 1960	POBLACION (Y <sub>o</sub> )	X <sub>o</sub>	X <sub>o</sub> <sup>2</sup>	X <sub>o</sub> Y <sub>o</sub>
1	1990	74	30	900	2,220
2	1995	94	35	1,225	3,290
3	2000	85	40	1,600	3,400
4	2005	78	45	2,025	3,510
5	2010	280	50	2,500	14,000
SUMA :		611	200	8,250	26,420

SUSTITUYENDO EN LAS ECUACIONES DE "a" Y "b" :

$$\begin{aligned} a &= 7.9200 \\ b &= -194.6000 \end{aligned}$$

SUSTITUYENDO EN LA ECUACION  $Y_c = b + ax$

DONDE Y<sub>c</sub> = NUMERO DE AÑOS A PROYECTAR :

$$\begin{aligned} &2,011 \\ &2,015 \\ &2,018 \\ &2,020 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{P2011} &= 209 \quad \text{HAB.} \\ \mathbf{P2015} &= 241 \quad \text{HAB.} \\ \mathbf{P2018} &= 265 \quad \text{HAB.} \\ \mathbf{P2020} &= 281 \quad \text{HAB.} \end{aligned}$$



# REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

## 4.- METODO DE LA CURVA EXPONENCIAL.

SUSTITUYENDO EN LA FORMULA DEL METODO GEOMETRICO;  $P_t = P_a + (1 - r)^n$ , LO SIGUIENTE :

$$\begin{aligned} a &= P_a \\ b &= (1 + r) : \\ Y &= P_t ; \\ t &= N \end{aligned}$$

OBTENEMOS :

$$Y = a b^t$$

QUE ES LA FORMULA DE REGRESION LINEAL, PARA LA CURVA EXPONENCIAL, DONDE TENEMOS LAS SIGUIENTES ECUACIONES NORMALES :

$$\begin{aligned} \sum \log Y_o &= n \log a + \log \sum b \sum t \\ \sum t \log Y_o &= \log a \sum t + \log b \sum t^2 \end{aligned}$$

RESOLVIENDO LAS ECUACIONES PARA "log a" Y "log b" OBTENEMOS LAS SIGUIENTES FORMULAS :

$$\log b = (n \sum t \log Y_o - \sum t \sum \log Y_o) / (n \sum t^2 - \sum t^2)$$

$$\log a = ((\sum \log Y_o) / n) - ((\sum t) / n) \log b$$

APLICANDO LO ANTERIOR :

No.	AÑO 1960	POBLACION (Yo)	log Yo	t	t <sup>2</sup>	t log Yo
1	1990	74	1.869232	30	900	56.076952
2	1995	94	1.973128	35	1,225	69.059475
3	2000	85	1.929419	40	1,600	77.176757
4	2005	78	1.892095	45	2,025	85.144257
5	2010	280	2.447158	50	2,500	122.357902
SUMA :		611	10.111031	200	8,250	409.815342

SUSTITUYENDO EN LAS ECUACIONES DE "log a" Y "log b" :

$$\begin{aligned} \log a &= 0.021496 & a &= 1.050743 \\ \log b &= 1.162351 & b &= 14.53285 \end{aligned}$$

SUSTITUYENDO EN LA ECUACION  $Y = a b^t$

DONDE Y = NUMERO DE AÑOS A PROYECTAR :

	2,011				
	2,015				
	2,018				
	2,020				
<b>P2011 =</b>	<b>181</b>	<b>HAB.</b>			
<b>P2015 =</b>	<b>221</b>	<b>HAB.</b>			
<b>P2018 =</b>	<b>257</b>	<b>HAB.</b>	1.050743	14.53285	
<b>P2020 =</b>	<b>283</b>	<b>HAB.</b>			

## REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

EN BASE A LOS CALCULOS ANTERIORES GENERAMOS UN CUADRO PARA OBTENER EL PROMEDIO Y LLEGAR A DETERMINAR LA POBLACION PROYECTO. :

METODOS UTILIZADOS	A Ñ O S			
	2,011	2,015	2,018	2,020
1.- METODO ARITMETICO	290	332	362	383
2.- METODO GEOMETRICO:	301	404	502	582
3.- METODO DEL MINIMO CUADRADO	209	241	265	281
4.- METODO DE LA CURVA EXPONENCIAL.	181	221	257	283
SUMA :	982	1,197	1,386	1,528
PROMEDIO :	246	299	347	382
<b>POB. PROY.</b>	<b>246</b>	<b>299</b>	<b>347</b>	<b>382</b>

No.	AÑO	NUMERO DE AÑOS CENSALES	POBLACION (HAB)	CRECIMIENTO EN EL PERIODO	TASA DE CRECIMIENTO DE POBLACION (ANUAL)
1	1,990		74		
2	1,995	5	94	20	27%
3	2,000	5	85	9	-10%
4	2,005	5	78	7	-8%
5	2,010	5	280	202	259%
6	2,011	1	246	34	-12%
7	2,015	4	299	54	22%
8	2,018	3	347	47	16%
9	2,020	2	382	36	10%
<b>SUMA :</b>		<b>30</b>			<b>304%</b>

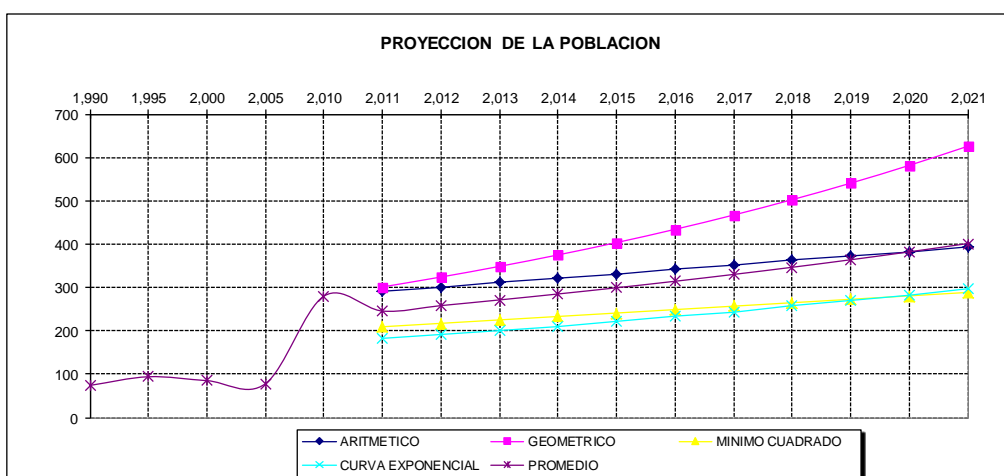
TASA PROMEDIO DE CRECIMIENTO :      10.13%      EN 38 AÑOS

# REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

## PROYECCION DE LA POBLACION

No.	AÑO	METODO				PROMEDIO	
		ARITMETICO	GEOMETRICO	MINIMO CUADRADO	CURVA EXPONENCIAL		
	1,990					74	<- INEGI
	1,995					94	<- INEGI
	2,000					85	<- INEGI
	2,005					78	<- INEGI
	2,010					280	ENCUESTA
1	2,011	290	301	209	181	246	
2	2,012	301	324	217	191	258	
3	2,013	311	349	225	200	271	
4	2,014	321	375	233	210	285	
5	2,015	332	404	241	221	299	
6	2,016	342	434	249	232	314	
7	2,017	352	467	257	244	330	
8	2,018	362	502	265	257	347	
9	2,019	373	541	273	270	364	
10	2,020	383	582	281	283	382	
11	2,021	393	626	289	298	401	

POBLACION PROYECTO :            401            HABITANTES PARA EL AÑO 2019



Con la población proyecto, el siguiente paso es obtener la dotación, el consumo publico y con ellos la demanda, en función del clima de la localidad.

REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

<b>CONSUMO PARA USO PUBLICO DE UCASANASTACUA MPIO. DE TZINTZUNTZAN MICH.</b>			
TIPO DE INSTALACION		CONSUMO DE AGUA	TOTAL LTS.
<b>EDUCACION</b>	<b>ALUMNOS</b>	<b>LTS / ALUMNO / TURNO</b>	
PREPARATORIA	0	20	-
SECUNDARIA	0	20	-
PRIMARIA	75	20	1,500.00
PRE-ESCOLAR	34	20	680.00
TOTAL:	109		
<b>SALUD</b>	<b>CAMAS O HUESPED</b>	<b>LTS/CAMA/DIA O LTS/HUESPED</b>	
CLINICA	0	800	-
ALBERGUE	0	300	-
<b>ESPACIOS ABIERTOS</b>	<b>M2</b>	<b>LTS M2. DIA</b>	
*JARDINES Y CALLES	640	5	3,200.00
			<b>5,380.00</b>

\* La población acostumbra regar el frente de sus casas para refrescar el ambiente de máx. calor. Se consideró un area de 4.00 x 4.00 mts., en 20 de las casas existentes

Se consideró una dotación de 150 lts/ hab/ dia, para una localidad rural, con clima templado.

# REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

## 4.2 CALCULO DE GASTOS

PROYECCION DE LA DEMANDA DE AGUA PARA RANCHO SANTIAGO, MPIO. DE TZINTZUNTZAN, MICH.

CONCEPTO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Poplacion estimada C.F.E.												
Poplacion estimada autoridades locales	283											
Poplacion estimada censo local												
<b>Poplacion Total</b>	<b>280</b>	<b>246</b>	<b>258</b>	<b>271</b>	<b>285</b>	<b>299</b>	<b>314</b>	<b>330</b>	<b>347</b>	<b>364</b>	<b>382</b>	<b>401</b>
Perdidas (%)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
<b>Consumos de agua para sistemas rurales (m<sup>3</sup>/día)</b>												
Consumo Domestica total (150 lit/hab/día) m <sup>3</sup> /día	42.00	36.83	38.72	40.69	42.74	44.89	47.14	49.50	51.98	54.58	57.31	60.19
Consumo de servicio publico (m <sup>3</sup> /día)	5.38	4.72	4.96	5.21	5.48	5.75	6.04	6.34	6.66	6.99	7.34	7.71
Suma de los consumos (m <sup>3</sup> /día)	47.38	41.55	43.68	45.90	48.22	50.64	53.18	55.85	58.64	61.57	64.65	67.90
<b>Demanda de agua y dotacion para sistemas rurales (m<sup>3</sup>/día)</b>												
Demanda Domestica total	49.41	43.34	45.55	47.87	50.29	52.82	55.46	58.24	61.15	64.21	67.43	70.81
Demanda de servicio publico	5.38	5.55	5.84	6.13	6.44	6.77	7.10	7.46	7.83	8.23	8.64	9.07
Suma Total de las demandas (m <sup>3</sup> /día)	54.79	48.89	51.39	54.00	56.73	59.58	62.57	65.70	68.99	72.44	76.06	79.88
Perdidas (m <sup>3</sup> /día)	8.22	7.33	7.71	8.10	8.51	8.94	9.39	9.86	10.35	10.87	11.41	11.98
Suma de las demandas (m <sup>3</sup> /día)	63.01	56.22	59.10	62.10	65.24	68.52	71.95	75.56	79.33	83.30	87.47	91.86
<b>Dotacion de agua (l/hab/día)</b>	<b>225.04</b>	<b>228.94</b>	<b>228.94</b>	<b>228.94</b>	<b>228.94</b>	<b>228.94</b>	<b>228.94</b>	<b>228.94</b>	<b>228.94</b>	<b>228.94</b>	<b>228.94</b>	<b>228.94</b>
<b>Datos de proyecto de agua potable</b>												
Gasto Medio Diario (l/s)	0.73	0.65	0.68	0.72	0.76	0.79	0.83	0.87	0.92	0.96	1.01	1.06
Gasto Maximo Diario (l/s), cvd=1.2	0.88	0.78	0.82	0.86	0.91	0.95	1.00	1.05	1.10	1.16	1.21	1.28
Gasto Maximo Horario (l/s), cvh=1.5	1.31	1.17	1.23	1.29	1.36	1.43	1.50	1.57	1.65	1.74	1.82	1.91
Cap. de Regularizacion (m <sup>3</sup> )	15.75	14.05	14.77	15.52	16.31	17.13	17.99	18.89	19.83	20.83	21.87	22.97

4.3 LÍNEA DE CONDUCCIÓN

MEMORIA DE CALCULO DE LA LINEA DE BOMBEO

OBRA : LINEA DE CONDUCCION  
 LOCALIDAD: RANCHO SANTIAGO  
 MUNICIPIO : TZINTZUNTZAN MICH.

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD PARA LA FORMULA DE MANNING  
 n = 0.009 PARA PVC  
 n = 0.013 PARA ACERO

CALCULO PIEZOMETRICO DE LA LINEA DE BOMBEO

TUBERIA TRAMO	LONGITUD m.	DIAMETRO		AREA m <sup>2</sup>	GASTO L.P.S.	VELOCIDAD M/SEG	PERDIDAS FRICCION. m	PERDIDAS MENORES m	SUMA DE PERDIDAS m.	DESIVEL TOPOGRAF. m.	CARGA (H) en m.	Q x H l x m	76 n = EFIC. BOMBA n = 65%	POTENCIA MOTOR HP	DIAMETRO PROP. (PULGOS).
		EXTERIOR mm.	INTERIOR mm.												
POZO-TR	39.140	73.20	68.10	0.0036424	1.28	0.35	1.86462	0.09323	19.5785	17.21	19.17	24.53	49.40	0.50	1 1/2" FOGO CED 40
INGRIA-TR	39.140				1.28		1.86462	0.09323	19.5785	17.21	19.17	24.53	49.40	0.50	

CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE

PRESION DE TRAB. Kg/cm <sup>2</sup>	DIAMETRO INTERIOR d = cm	ESPAESOR PARED e = cm	ESPAESOR 145V m/seg	VELOC. V m/seg	E <sub>ad</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>te</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>ad</sub> /E <sub>te</sub>	V Head/Ete	V Head/Ete	h = 145V / V Head/Ete m	VALVULA R.P = 80%h m.	SOBRE PRES TUBERIA 20%h en m.	CARGA DE OPERACION m.	PRESION TOTAL m.	REQUIERE VAL ALIV. DE PRES.
11.20	6.81	0.26	50.96	0.35	440.762.70	7.471.50	58.84	4.4542	19.84	114399	9.15	2.29	19.17	2.146	NO
							58.84					2.29			

# REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

## CALCULO DE SOBREPRESION POR GOLPE DE ARIETE

OBRA: LINEA DE CONDUCCION		GASTO DE DISEÑO (LPS):	1.28	MODULO DE ELASTICIDAD (KG/CM2):									
LOCALIDAD: RANCHO SANTIAGO		DESNIVEL TOPOGRAFICO (M):	17.21	AGUA	20670								
MUNICIPIO: TZINTZUNTZAN MICH.		ALTURA DEL TANQUE (M):	2.50	PVC	29300								
		EFICIENCIA DE VALVULA (%):	0	AC	32800								
		LONGITUD TOTAL (M):	391.40	ACERO	2100000								

DIAMETRO	CLASE	ESPESOR	L	A	K	Q	Q	HF	V	ai	L/ai/g	L*V1
MM	PULG.	M	(M)	(M2)		(LPS)	(M <sup>3</sup> )	(M)	(M/SEG)	(a/g)		
68.10	1 1/2" FOGO CED 40	0.00255	391.40	0.00364	33.30	1.28	0.0013	1.86	0.35	323.31	1.21	137.55
			391.40					1.86			1.21	137.55

<p>Zo = 17.21 ht = 2.50 HM = Zo+hf+45%hf+alt.tanque 21.67</p> <p><b>1.-VELOCIDAD DE PROPAGACION DE LA ONDA</b> (am)(celeridad) V Y VEL. MEDIA (VM)</p> <p>am=suma L/ai/g. /ai/g 323.31 Vm= Suma Lr/vi/suma L 0.95</p> <p>L= LONGITUD TOTAL (M) Li= longitud parcial (m) ai=CELERIDAD PARCIAL vi= velocidad parcial (m/seg)</p> <p>a= PARA Fo.Go. a=1425/(1+Kw d/ E t e) d= DIAMETRO DEL TUBO (cm) e= ESPESOR DE LAS PAREDES DEL TUBO (cm)</p> <p><b>2.-E MENDILUCE</b> T=1+ CLV/g*HM 2.05 g=ACELERACION DE LA GRAVEDAD(m/seg) = 9.81 T= TIEMPO DE CESE DE CIRCULACION DEL AGUA (seg) HM= Alt. manometrica L= LONGITUD DE LA TUBERIA (M) V=VELOCIDAD(M/SEG) C= COEFICIENTE</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">C</th> </tr> <tr> <td>L &lt; 500</td> <td>500&lt;L&lt;1500</td> <td>L &gt; 1500</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">1.5</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table>	C			L < 500	500<L<1500	L > 1500	2	1.5	1	<p><b>3.-SOBRE PRESION POR GOLPE DE ARIETE</b></p> <p><b>CONDUCCION LARGA</b> hg=a*v ;hg= am*Vm <b>CONDUCCION CORTA.</b> hg=2L/g*T hg=2L*v/mgT</p> <p><b>3.1.-ESTABLECER TIPO DE CONDUCCION.</b></p> <p>agT/2 = 1354.89</p> <p><b>LARGA; ( ALIEVI)</b> L &gt; aT/2 hg=a*v S= hf/L 0.043</p> <p><b>CORTA : ( MICHAUD)</b> L &lt; aT/2 hg=2Lv/gT 11.05</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">válvula contra golpe de ariete:</th> <th colspan="2">tubería:</th> </tr> <tr> <td>hg =</td> <td>0%</td> <td>0.00</td> <td>hg = 100% 11.05</td> </tr> </table> <p>P. MINIMA 5.31 mca P. MAXIMA 27.41 mca</p> <p style="text-align: center;"><b>NO SE REQUIERE VALVULA CONTRA GOLPE DE ARIETE</b></p>	válvula contra golpe de ariete:		tubería:		hg =	0%	0.00	hg = 100% 11.05
C																		
L < 500	500<L<1500	L > 1500																
2	1.5	1																
válvula contra golpe de ariete:		tubería:																
hg =	0%	0.00	hg = 100% 11.05															

REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

#### 4.4 TANQUE DE REGULARIZACIÓN

Para la obtención de la capacidad del Tanque de regularización, se utilizaron los siguientes valores:

CALCULO DEL COEFICIENTE DE REGULARIZACION				
LOCALIDAD: RANCHO SANTIAGO		MPIO.: TZINTZUNTZAN		EDO: MICH.
HORA	ENTRADA Q. BOMBEO	SALIDA Q. DEMANDA	DIFERENCIA (ENT-SAL.)	DIFERENCIA ACUMULADA
1 a 2	0.00	45.0	-45	-45.0
2 a 3	0.00	45.0	-45	-90.0
3 a 4	0.00	45.0	-45	-135.0
4 a 5	0.00	45.0	-45	-180.0
5 a 6	150.00	45.0	105	-75.0
6 a 7	150.00	60.0	90	15.0
7 a 8	150.00	90.0	60	75.0
8 a 9	150.00	135.0	15	90.0
9 a 10	150.00	150.0	0	90.0
10 a 11	150.00	150.0	0	90.0
11 a 12	150.00	150.0	0	90.0
12 a 13	150.00	140.0	10	100.0
13 a 14	150.00	120.0	30	130.0
14 a 15	150.00	140.0	10	140.0
15 a 16	150.00	140.0	10	150.0
16 a 17	150.00	130.0	20	170.0
17 a 18	150.00	130.0	20	190.0
18 a 19	150.00	120.0	30	220.0
19 a 20	150.00	100.0	50	270.0
20 a 21	150.00	100.0	50	320.0
21 a 22	0.00	90.0	-90	230.0
22 a 23	0.00	90.0	-90	140.0
23 a 24	0.00	80.0	-80.0	60.0
24 a 1	0.00	60.0	-60	0.0
TOTAL	2400	2400		

Qmd= Gasto máximo diario=	1.28	VALOR MINIMO	-180.0
		VALOR MAX	320.0
		CR=	18.0
		CAP TANQUE	23.0

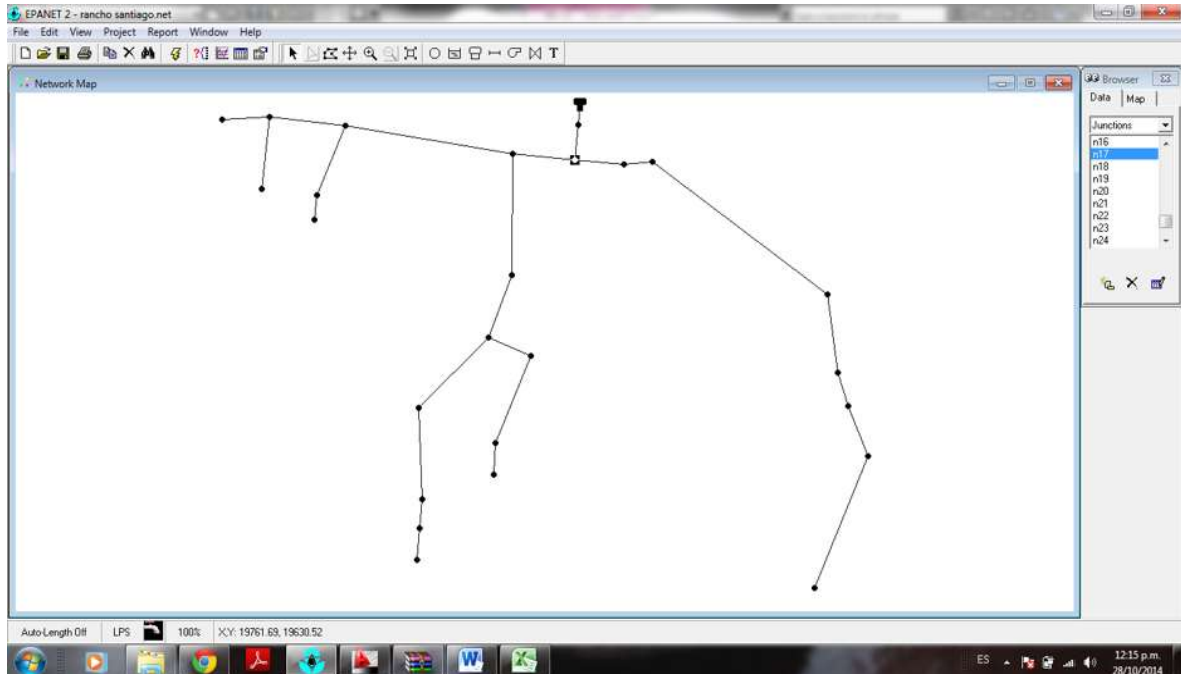
El tanque proyectado es de tipo elevado, metálico, con torre de 12.5 m, y una altura útil de agua de 2.5 m.





REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

Junto con estos datos, se introducen los datos topográficos, logrando una configuración como la siguiente:



Finalmente se tienen los siguientes resultados:

RESULTADOS PARA LOS NODOS

No.	NODO	COTA PIEZOMETRICA	COTA DE TERRENO	PRESION	CONSUMO
1	TR	512.92	500.42	12.50	-1.91
2	1	512.68	500.43	12.25	0.09
3	2	512.32	500	12.32	0.22
4	3	511.77	500.21	11.56	0.18
5	4	511.72	501.18	10.54	0.1
6	5	510.62	500.47	10.15	0.48
7	6	510.42	495.71	14.71	0.16
8	7	511.29	498.57	12.72	0.32
9	8	511.25	496.55	14.70	0.09
10	9	511.17	496.64	14.53	0.13
11	10	511.71	502.05	9.66	0.03
12	11	511.71	500.07	11.64	0.04
13	13	512.68	500.44	12.24	0.03
14	12	511.76	498.73	13.03	0.05

REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

---

RESULTADOS PARA LOS TRAMOS

No.	TRAMO	LONGITUD	RUGOSIDAD	DIAMETRO	VELOCIDAD
1	TR-1	22.02	0.0400	50	1.27
2	1-2	40.36	0.0400	50	1.15
3	2-3	109.97	0.0400	38	0.4
4	3-4	49.16	0.0015	38	0.16
5	TR-5	194.22	0.0400	38	0.64
6	5-6	197.18	0.0400	38	0.16
7	2-7	119.35	0.0400	38	0.54
8	7-8	109.46	0.0400	38	0.09
9	7-9	159.95	0.0400	38	0.13
10	4-10	30.55	0.0015	38	0.03
11	4-11	45.92	0.0015	38	0.04
12	3-12	62.94	0.0015	38	0.05
13	1-13	16.00	0.0400	38	0.03

Se puede observar que las velocidades en algunos tramos son menores a la mínima, sin embargo estos tramos corresponden a los tramos hacia el final de la red, es importante señalar que el diámetro de la tubería en esos tramos es el mínimo, por lo que no se podría proponer otro menor.

REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE  
ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO  
DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

## PRESUPUESTO

### H. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL DE TZINTZUNTZAN MICH.

PROYECTO: RED DE AGUA POTABLE  
LOCALIDAD: RANCHO SANTIAGO, MPIO. DE TZINTZUNTZAN MICH.

HOJA:  
DE:

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>					
1	RED DE DISTRIBUCION (MANO DE OBRA)				92,473.87
2	RED DE DISTRIBUCION (MATERIALES)				88,607.38
3	LINEA DE CONDUCCION				119,489.99
4	MANTENIMIENTO DEL POZO				78,254.33
5	MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE BOMBEO Y ELECTRICO				19,360.00
6	MURETE DE MEDICION				9,543.00
7	EQUIPO DE CLORACION				19,845.50
8	TANQUE ELEVADO METALICO DE 30 M3				546,142.00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>973,716.07</b>
<b>IVA 16%</b>					<b>155,794.57</b>
<b>TOTAL</b>					<b>1,129,510.64</b>

<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>					
1	RED DE DISTRIBUCION (MANO DE OBRA)				
D040B	LIMPIEZA Y TRAZO DEL TERRENO EN LINEAS Y REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	ML	77.38	12.55	971.12
A020A	EXCAVACION A MANO PARA ZANJAS DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD EN MATERIAL "B" EN SECO, INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, INCLUYE MATERIALES , MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA P.U.O.T.	M3	27.53	75.65	2,082.44
A030T	EXCAVACION EN ZANJAS DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD EN MATERIAL "C" EN SECO, YA SEA CON USO DE EXPLOSIVOS, CUÑA Y MARRO O CON MAQUINA, CON AFLOJE Y EXTRACCION DE MATERIAL, EL PROCEDIMIENTO DE LA EXCAVACION SERA DE ACUERDO A LAS INDICACIONES DEL RES	M3	110.11	218.00	24,003.79

**REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN**

D080B	PLANTILLA APISONADA Y COMPACTADA CON PISON DE MANO EN ZANJAS CON MATERIAL DE BANCO INCLUYE. MATERIAL, ACARREOS HASTA EL SITIO PRECISO DE SU COLOCACION, VOLTEO DEL MATERIAL DE COLOCACION DE LA PLANTILLA, CONSTRUCCION DEL APOYO SEMICIRCULAR PARA PERMI	M3	17.20	181.25	3,118.32
A130X	PLANTILLA APISONADA CON MATERIAL DE LA EXCAVACION CON PISON DE MANO, EN ZANJAS, INCLUYE SELECCION DEL MATERIAL, COLOCACION DE LA PLANTILLA CONSTRUCCION DE APOYO SEMICIRCULAR PARA PERMITIR APOYO COMPLETO DEL TUBO, INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUI	M3	1.06	55.45	58.91
A131H	RELLENO EN CEPAS CON MATERIAL DE BANCO (TEPETATE), COMPACTADO POR MEDIOS MECANICOS EN CAPAS DE 0.20 M INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, ACARREOS, ETC. (MEDIDO COMPACTO).	M3	118.17	154.46	18,251.78
A131B	RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL "A" Y/O "B" APISONADO Y COMPACTADO CON AGUA, EN CAPAS DE 0.20 M DE ESPESOR, INCLUYE SELECCIÓN Y VOLTEO DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN, INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA P.U.O.T.	M3	0.90	45.43	40.72
A131A	RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL "A" Y/O "B" CON PALA DE MANO, INCLUYENDO SELECCION Y VOLTEO DEL MATERIAL, INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA. P.U.O.T.	M3	0.90	32.23	29.01
B245A	CAJAS PARA OPERACION DE VALVULAS, INCLUYENDO MARCO CONTRAMARCO Y TAPA, PLANTILLA DE PED. D/TABIQUE, CONCRETO EN PISOS Y LOSA, MUROS DE TABIQUE RECOCIDO JUNTEADOS CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:5, TIPO 1 DE 0.70 X 0.80 m. INCLUYE MATERIAL, MANO DE OB	CAJA	2.00	7,425.23	14,850.46
B160A	INSTALACION DE VALVULAS DE SECCIONAMIENTO. INCLUYE LIMPIEZA E INSTALACION DE LA PIEZA, ASI COMO PRUEBA HIDROSTATICA. VALVULA DE SECCIONAMIENTO DE 38mm (1 1/2") DE DIAMETRO . INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA EQUIPO Y HERRAMIENTA P.U.O.T.	PZA	4.00	355.45	1,421.80
A432T	RUPTURA DE EMPEDRADO AHOGADO EN CONCRETO DE 15 CMS DE ESPESOR	M3	54.82	190.22	10,428.62
A432U	REPOSICION DE EMPEDRADO AHOGADO	M3	54.82	255.43	14,003.69
J001G	ACARREO PRIMER KM DE MAT. PETREOS: ARENA, GRAVA, PIEDRA, CASCAJO, ETC. EN CAMION DE VOLTEO INC. CARGA MECANICA Y DESCARGA A VOLTEO EN CAMINO MONTAÑOSO BRECHA	M3	132.01	24.34	3,213.21
				<b>SUBTOTAL RED DE DISTRIBUCION (MANO DE OBRA)</b>	<b>92,473.87</b>

**REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN**

<b>2 RED DE DISTRIBUCION (MATERIALES)</b>					
H005A	SUMINISTRO, INSTALACION Y PRUEBA DE TUBERIA DE FOGO DE 2" (50 MM) DE DIAMETRO CED 40. INCLUYE MATERIALES, PRUEBA, MANO DE OBRA, FLETES, ACARREOS Y MANIBRAS HASTA EL LUGAR DE LA OBRA. QUE CUMPLA CON LAS NORMAS OFICIALES VIGENTES	ML	77.38	160.56	12,424.13
H005B	SUMINISTRO, INSTALACION Y PRUEBA DE TUBERIA DE FOGO DE 1 1/2" (38 MM) DE DIAMETRO CED 40. INCLUYE MATERIALES, PRUEBA, MANO DE OBRA, FLETES, ACARREOS Y MANIBRAS HASTA EL LUGAR DE LA OBRA. QUE CUMPLA CON LAS NORMAS OFICIALES VIGENTES	ML	548.24	128.28	70,328.23
H010R1	SUMINISTRO DE TAPON CAMPANA DE FOGO 1 1/2" DE DIAMETRO (38 MM).	PZA	3.00	88.70	266.10
H055A	SUMINISTRO DE VALVULAS TIPO COMPUERTA P/8.8 KG/CM2 (125 lbs/pulg.2) VASTAGO FIJO DE AGUA, ACEITE O GAS DE 38 MM. (1 1/2") DE DIAMETRO	PZA	1.00	2,064.76	4,129.52
ATRA5	ATRAQUE DE CONCRETO SIMPLE PARA APOYO DE CRUCEROS DE RED, INCLUYE MATERIALES Y MANO DE OBRA DE F'c=150 KG/CM2	PIEZA	5.00	291.88	1,459.40
				<b>SUBTOTAL RED DE DISTRIBUCION (MATERIALES)</b>	<b>88,607.38</b>
<b>3 LINEA DE CONDUCCION</b>					
D040B	LIMPIEZA Y TRAZO DEL TERRENO EN LINEAS Y REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	ML	388.28	12.55	4,872.91
A020A	EXCAVACION A MANO PARA ZANJAS DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD EN MATERIAL "B" EN SECO, INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, INCLUYE MATERIALES , MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA P.U.O.T.	M3	17.08	75.65	1,292.43
A030T	EXCAVACION EN ZANJAS DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD EN MATERIAL "C" EN SECO, YA SEA CON USO DE EXPLOSIVOS, CUÑA Y MARRO O CON MAQUINA, CON AFLOJE Y EXTRACCION DE MATERIAL, EL PROCEDIMIENTO DE LA EXCAVACION SERA DE ACUERDO A LAS INDICACIONES DEL RESSIDENTE	M3	68.34	225.00	15,375.89
D080B	PLANTILLA APISONADA Y COMPACTADA CON PISON DE MANO EN ZANJAS CON MATERIAL DE BANCO INCLUYE. MATERIAL, ACARREOS HASTA EL SITIO PRECISO DE SU COLOCACION, VOLTEO DEL MATERIAL DE COLOCACION DE LA PLANTILLA, CONSTRUCCION DEL APOYO SEMICIRCULAR PARA PERMITIR SU COLOCACION	M3	10.68	181.25	1,935.33
A130X	PLANTILLA APISONADA CON MATERIAL DE LA EXCAVACION CON PISON DE MANO, EN ZANJAS, INCLUYE SELECCION DEL MATERIAL, COLOCACION DE LA PLANTILLA CONSTRUCCION DE APOYO SEMICIRCULAR PARA PERMITIR APOYO COMPLETO DEL TUBO, INCLUYE: MATERIAL, MANO DE	M3	7.47	55.45	414.45

**REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN**

OBRA, EQUIPO

A131H	RELLENO EN CEPAS CON MATERIAL DE BANCO (TEPETATE), COMPACTADO POR MEDIOS MECANICOS EN CAPAS DE 0.20 M INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, ACARREOS, ETC. (MEDIDO COMPACTO).	M3	73.34	174.46	12,794.39
A131B	RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL "A" Y/O "B" APISONADO Y COMPACTADO CON AGUA, EN CAPAS DE 0.20 M DE ESPESOR, INCLUYE SELECCIÓN Y VOLTEO DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN, INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA P.U.O.T.	M3	0.75	45.43	33.96
A131A	RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL "A" Y/O "B" CON PALA DE MANO, INCLUYENDO SELECCION Y VOLTEO DEL MATERIAL, INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA. P.U.O.T.	M3	0.75	32.23	24.09
B245A	CAJAS PARA OPERACION DE VALVULAS, INCLUYENDO MARCO, CONTRAMARCOS Y TAPA, PLANTILLA DE PED. D/TABIQUE, CONCRETO EN PISOS Y LOSA, MUROS DE TABIQUE RECOCIDO JUNTEADOS CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:5, TIPO 1 DE 0.70 X 0.80 m. INCLUYE MATERIAL, MANO DE OB	CAJA	2.00	4,553.23	9,106.46
B131A	INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE FoGo (INCLUYE EXCAVACION, COLOCACION, RELLENO, ETC) INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA P.U.O.T.	PZA	5.00	23.30	116.50
B160A	INSTALACION DE VALVULAS DE SECCIONAMIENTO. INCLUYE LIMPIEZA E INSTALACION DE LA PIEZA, ASI COMO PRUEBA HIDROSTATICA. VALVULA DE SECCIONAMIENTO DE 38mm (1 1/2") DE DIAMETRO . INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA EQUIPO Y HERRAMIENTA P.U.O.T.	PZA	4.00	355.45	1,421.80
A432T	RUPTURA DE EMPEDRADO AHOGADO EN CONCRETO DE 15 CMS DE ESPESOR	M3	38.83	190.22	7,385.86
A432U	REPOSICION DE EMPEDRADO AHOGADO	M3	38.83	255.43	9,917.84
J001G	ACARREO PRIMER KM DE MAT. PETREOS: ARENA, GRAVA, PIEDRA, CASCAJO, ETC. EN CAMION DE VOLTEO INC. CARGA MECANICA Y DESCARGA A VOLTEO EN CAMINO MONTAÑOSO BRECHA	M3	110.08	24.34	2,679.26
H005A	SUMINISTRO, INSTALACION Y PRUEBA DE TUBERIA DE FOGO DE 1 1/2" (38 MM) DE DIAMETRO CED 40. INCLUYE MATERIALES, PRUEBA, MANO DE OBRA, FLETES, ACARREOS Y MANIBRAS HASTA EL LUGAR DE LA OBRA. QUE CUMPLA CON LAS NORMAS OFICIALES VIGENTES	ML	388.28	134.23	52,118.82

**SUBTOTAL LINEA DE CONDUCCION 119,489.99**

REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE  
ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO  
DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

<b>4 MANTENIMIENTO DEL POZO</b>					
S/C01	SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE POZO PROFUNDO, INCLUYE DESMONTAJE DEL EQUIPO DE BOMBEO, DESASOLVE, CEPILLADO DE ADEME, MONTAJE DE EQUIPO DE BOMBEO Y AFORO	LOTE	1.00	78,254.33	78,254.33
				<b>SUBTOTAL MANTENIMIENTO</b>	<b>78,254.33</b>
<b>5 MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE BOMBEO Y ELECTRICO</b>					
S/C02	MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE BOMBEO Y DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS, INCLUYE LIMPIEZA Y SUSTICION DE PIEZAS DAÑADAS	LOTE	1.00	19,360.00	19,360.00
				<b>SUBTOTAL MANTENIMIENTO</b>	<b>19,360.00</b>
<b>6 MURETE DE MEDICION</b>					
S/C03	MURETE DE MEDICION DE CFE, INCLUYE PUERTAS DE ALUMINIO DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES DE CFE, MUFA, BASE DE MEDICION	LOTE	1.00	9,543.00	9,543.00
				<b>SUBTOTAL MURETE DE MEDICION</b>	<b>9,543.00</b>
<b>7 EQUIPO DE CLORACION</b>					
CLO001	SUMINISTRO DE BOMBA DOSIFICADORA DE LÍQUIDOS MARCA LMI DE MILTON ROY, MODELO P141-358SI, SERIE P, CON CAPACIDAD PARA INYECTAR HASTA 55 LPD, CON UNA PRESIÓN DE 250 PSI. INCLUYE TANQUE DE POLIETILENO DE 450 LITROS PARA LA SOLUCIÓN DILUIDA DE HIPOCLORITO.	LOTE	1.00	11,602.50	11,602.50
CLO002	SUMINISTRO DE COMPARADOR COLORIMÉTRICO PARA DETERMINAR CLORO RESIDUAL POR EL MÉTODO DE LA DPD, MARCA STA-RITE, MODELO AQUALITY, CON RANGO DE 0.2 A 3 PPM, INCLUYE UN SOBRE CON 150 PASTILLAS PARA DETERMINAR CLORO RESIDUAL EN AGUA POTABLE.	LOTE	1.00	731.25	731.25
CLO003	SUMINISTRO DE PORRÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 13 % CONCENTRADO, PARA DESINFECCIÓN DE AGUA POTABLE, INCLUYE EL RECIPIENTE NEGRO PARA INTEMPERIE.	PIEZA	4.00	253.50	1,014.00
CLO004	SUMINISTRO DE TRANSFORMADOR DE CONTROL TIPO SECO, DE 150 VA, PARA 440/115 VOLTS, MARCA SQUARE "D", MODELO 9070.	PIEZA	1.00	965.25	965.25
CLO005	SUMINISTRO DE LOTE DE MATERIALES PARA INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y ELÉCTRICA DE LA BOMBA DOSIFICADORA, INCLUYE TUBERÍA CONDUIT GALVANIZADA, TUBING DE POLIETILENO DE 125 PSI, TAQUETES DE EXPANSIÓN, TORNILLOS DE ACERO INOXIDABLE DE 6 MM, Y UNA BASE DE ACERO INOXIDABLE PARA EMPOTRAR LA BOMBA AL MURO.	LOTE	1.00	975.00	975.00



REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE  
ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO  
DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

---

CLO006	INSTALACIÓN, PRUEBA Y PUESTA EN OPERACIÓN DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN COMPLETO, INCLUYE OTROS MATERIALES DE APOYO Y ADIESTRAMIENTO AL PERSONAL ENCARGADO DE LA OPERACIÓN, MANUALES E INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN.	LOTE	1.00	4,557.50	4,557.50
				<b>SUBTOTAL EQUIPO DE CLORACION</b>	<b>19,845.50</b>
<b>8 TANQUE ELEVADO METALICO DE 30 M3</b>					
S/5	SUMINISTRO, INSTALACION Y COLOCACION DE TANQUE METALICO DE 30 M3 DE CAPACIDAD Y 15 M DE TORRE, INCLUYE CIMENTACION, EXCAVACIONES Y TODOS LOS MATERIALES	LOTE	1.00	546,142.00	546,142.00
				<b>SUBTOTAL TANQUE ELEVADO</b>	<b>546,142.00</b>
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>973,716.07</b>
				<b>IVA 16%</b>	<b>155,794.57</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>1,129,510.64</b>

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo, puede demostrar que el trabajo en la ingeniería civil, genera un gran impacto social, permitiendo la posibilidad de ofrecer una mejor calidad de vida a los usuarios.

En cuanto al sistema de abastecimiento, se puede señalar que este constara de:

La línea de alimentación. Estará compuesta por 406.4 m de tubería de Fo Go de 1 ½" de diámetro, de los cuales se colocaran solamente 209.20 m. generados por la reubicación del tanque de distribución

Red de distribución. Se utilizaran 77.38 m de tubería de FoGo de 2", y 548.24 m de tubería de FoGo de 1 ½" que conecta a la red existente, así como la sustitución de 2 válvulas y la construcción de 2 cajas para operación de válvulas

Para su instalación se requerirá de 121.3 m<sup>3</sup> de excavación de los cuales el 80% se realizara en material tipo "c", y el otro 20% será en material tipo "b", 15.16 m<sup>3</sup> de plantilla, 104.13 m<sup>3</sup> de relleno compactado.

## BIBLIOGRAFIA

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. (1994). LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO. MÉXICO D.F.: CONAGUA.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DEL ESTADO DE MICHOACÁN, PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE TZINTZUNTZAN MICH

CENSOS DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 1980, 1990 Y 2000, INEGI

CONTEO DE POBLACIÓN 1995 Y 2005, INEGI

LOPEZ ALEGRIA, P. (S.F.). ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN Y ELIMINACIÓN DE EXCRETAS. MEXICO D.F.: ALFAOMEGA.

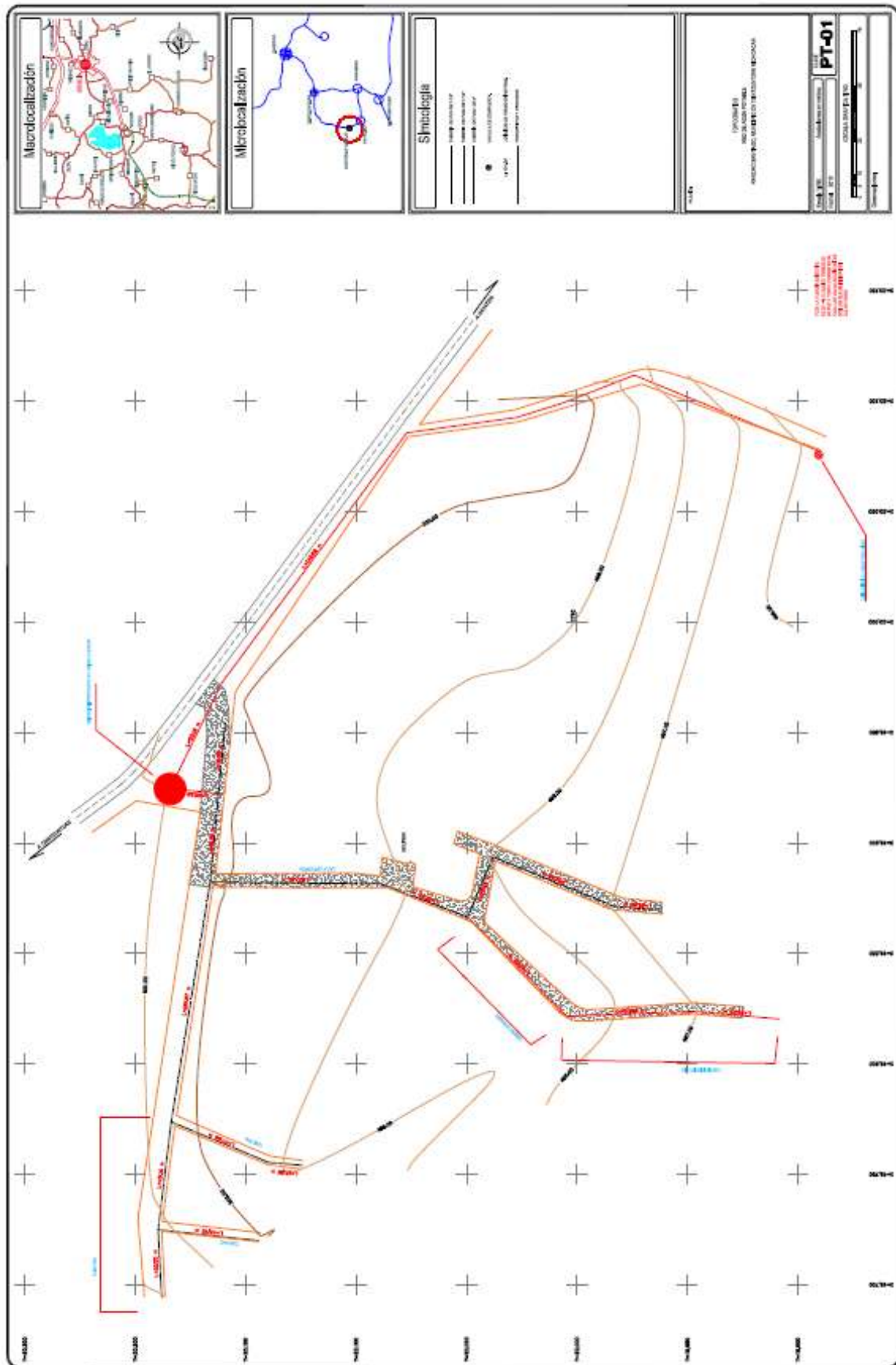
SECRETARIA DE SALUD. (1994). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, "SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO-LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION". MEXICO, D.F.: DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION.

[www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

[www.maps\\_of\\_mexico.com](http://www.maps_of_mexico.com)

**ANEXOS**  
PLANOS

REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN



REHABILITACIÓN DE RED DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE ELEVADO EN LA COMUNIDAD DE RANCHO SANTIAGO TZIPIJO, DEL MUNICIPIO DE TZINTZUNTZAN MICHOACÁN

