

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE INGENIERIA



**COMPARACION Y ANALISIS DE UNA LINEA PIEZOMETRICA
REAL CONTRA LA TEORICA EN CONDUCTO A PRESION, POR
GRAVEDAD, UTILIZANDO LA ECUACION DE
HAZEN WILLIAMS**

POR :

PEDRO HERNANDEZ RAMIREZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TITULO DE :**

INGENIERO AGRONOMO EN IRRIGACION

**BUENAVISTA SALTILLO COAH. MEXICO.
MAYO DE 1998
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

DIVISION DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

***COMPARACION Y ANALISIS DE UNA LINEA PIEZOMETRICA REAL
CONTRA LA TEORICA EN CONDUCTO A PRESION. POR GRAVEDAD,
UTILIZANDO LA ECUACION DE HAZEN - WILLIAMS***

POR :

PEDRO HERNANDEZ RAMIREZ

TESIS

**QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE :**

INGENIERO AGRONOMO EN IRRIGACION

APROBADO POR :

EL PRESIDENTE DEL JURADO :

ING. M.C FERNANDO A. VILLARREAL REYNA

**ING. M.C SERGIO Z. GARZA VARA
SINODAL**

**DR. RAUL RODRIGUEZ GARCIA
SINODAL**

**ING. CARLOS ROJAS PEÑA
SUPLENTE**

EL COORDINADOR DE LA DIVISION DE INGENIERIA

ING. JUAN FCO. MARTINEZ AVALOS

**BUENAVISTA SALTILLO COAH. MEXICO, MAYO DE 1998
DEDICATORIAS**

A mis padres :

Sr. Pedro Hernández Santiago

Sra. Elodia Ramírez de Hernández

Por haberme apoyado en todos los momentos críticos de mi corta existencia y con un afecto especial a mi madre.

A mi hermana :

Paula Hernández Ramírez

por su comprensión, apoyo y sus consejos que me han ayudado a salir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por prestarme vida y permitirme culminar mis estudios.

A mi alma mater por haberme dado la oportunidad de realizar mis estudios profesionales.

A mis asesores por dedicarme parte de su tiempo en la elaboración de este trabajo.

A todos mis maestros que me mostraron el camino del saber antes y durante mi estancia en la universidad.

A mis compañeros de grupo por sus ánimos y haberme regalado su amistad.

A la familia Amacende León por su apoyo incondicional en todo momento a lo largo de mi carrera.

A la comunidad de el Ejido Santa Eulalia por concederme el haber participado en la proyección de la obra.

A el Ing. Roberto Canales Ruiz por su apoyo durante la realización de dicho trabajo.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera han depositado su confianza en mi y me han ayudado a salir adelante.

INDICE

DEDICATORIAS	3
--------------------	---

AGRADECIMIENTOS	4
INDICE	5
INDICE DE CUADROS	7
INDICE DE GRAFICAS	8
I. INTRODUCCION	9
II. JUSTIFICACION	16
III. REVISION DE LITERATURA	17
Ecuación de Continuidad	18
Ecuación de Energía	18
Línea de energía o de alturas totales	19
Línea de alturas piezométricas	19
Conductos cerrados	19
Flujo laminar	21
Velocidad crítica	21
Número de Reynolds	21
Flujo turbulento	22
Distribución de velocidades	22
Pérdida de carga	24
Rugosidad	26
Línea de suministro de agua gravitacional	27
Ecuación de Hazen - Williams	28
IV. HIPOTESIS	32
Riesgo de la obra	32
V. OBJETIVOS	33
VI. MATERIALES Y METODOS	34
VII. RESULTADOS	45
VIII. CONCLUSIONES	47
BENEFICIOS ACTUALES CON EL APROVECHAMIENTO DE LA CONDUCCION DEL RECURSO	48

IX. BIBLIOGRAFIA 49

INDICE DE CUADROS

VEGETACION POR AREAS Y COEFICIENTES 12

VEGETACION	13
RESULTADOS DE ANALISIS DE AGUA	14
TABLA DE COEFICIENTES DE HAZEN - WILLIAMS	32
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	38

INDICE DE GRAFICAS

CROQUIS DE CONDUCCION	15
-----------------------------	----

DISTRIBUCION DE VELOCIDADES	22
ESQUEMA DE PERDIDA DE CARGA Y ECUACION DE BERNOULLI	26
PERFIL TOPOGRAFICO	42
DIFERENTES PENDIENTES DE PERDIDA DE CARGA	43
LINEA PIEZOMETRICA TEORICA CONTRA LINEA PIEZOMETRICA REAL (SE ANEXA PLANO AL FINAL)	45
DETALLE DE ZANJA	46
DETALLE DE OBRA DE TOMA	46

**** Se anexa plano 90 X 60 de Línea piezométriza Real Vs. Línea piezométrica Teórica**

INTRODUCCION

La problemática del agua, actualmente se ha convertido en el móvil principal que ha dado origen a discrepancias entre los pueblos. Un caso real y concreto lo es la Presa el Cuchillo en 1988, ubicada en el Mpio. de China N. L.,

la cuál abastece de este recurso a la ciudad de Monterrey, y que fue motivo de diferencias con los productores de la región sorguera influenciada por la Presa Marte R. Gómez en Tamaulipas.

También viene a aseverar mas esta situación la cuestión de los fenómenos metereológicos que se están aconteciendo en este momento, el crecimiento de las masas poblacionales, las distintas corrientes políticas, sociales y religiosas de nuestros tiempos, las economías de los países, en fin una serie de sucesos que agravan aún más nuestra vida cotidiana.

Abordando el tema de las aguas subterráneas (acuíferos), se tiene que día a día se tienen registros de descenso, debido a una escasa recarga y sobreexplotaciones de los mismos, llegándose a situaciones preocupantes como la que se vive en la región de la Laguna, donde al ir disminuyendo la tabla de agua la concentración de sales se ha incrementado, haciendo énfasis en el elemento Arsénico, muy dañino al ser humano y a varias especies vivientes, ya sea al consumir el agua directamente o por canales indirectos, y casos similares a este existen en varias regiones del país. Una de las medidas drásticas es la declaración de zonas en veda, regiones en las que no se permite la perforación, el bombeo, sancionándose con multas a quienes violen estos lineamientos, un ejemplo de zona vedada lo es el Valle del Yaqui en Sinaloa, la misma Laguna en los estados de Coahuila y durando, haciendo la mención que son lugares altamente productivos en que a agricultura se refiere.

Por otro lado, desde que se comenzaron a estudiar a las grandes civilizaciones, uno de los puntos mas sobresalientes es que todas se desarrollaron cerca de una fuente de abastecimiento, con el correr de los años la población ha ido en aumento, con esto el género humano se ha establecido en regiones donde no es posible tener el recurso a la mano, en otros casos resulta muy complicado hacerlo cerca del recurso, ya que los sitios son escabrosos, su relieve no lo permite, etc. Es entonces cuando surge la necesidad de conducir dicho recurso a los lugares donde cumplirá con una

serie de beneficios, razón por la cuál representó la oportunidad de llevar a cabo este proyecto de ingeniería que continuación se describe.

El ejido Santa Eulalia se localiza a 42.5 Km. de la Cd. de Acuña en el Municipio de Acuña - Zaragoza - Muzquiz Coahuila, bajo las coordenadas geográficas siguientes :

Latitud = 101° 20.5'

Longitud = 29° 13.3'

Altitud = 440 msnm

Éste ejido se formó por decreto presidencial el 26 de noviembre de 1968 con una dotación de 173,000 Has. de tierra, la ruta de acceso es a través de carretera pavimentada (37.5 Km.), y camino de terracería transitable todo del tiempo (5.0 km.).

Esta zona de caracteriza por ser en su mayoría caprinícola en un 80%, siguiendole el ganado vacuno con un 15% y equino en un 2%, el resto e compone de otras especies como gallinas y cerdos.

Ubicando al área en estudio encontramos que esta región se encuentra dentro de la región hidrológica No. 24 denominada BRAVO - CONCHOS, que forma parte de la vertiente del golfo de México, en donde el clima que predomina es *seco semicálido*, la precipitación media anual es de 350 mm, las lluvias predominantes son en verano, siendo septiembre el mes de mayor precipitación, con variación de 60 a 70 mm y marzo con la menor, entre 5 y 10 mm, la temperatura media anual es 21°C, el mes mas caluroso es agosto ya que la temperatura media oscila de 27 a 30°C, y el mas frío es enero con 11°C, la presencia de heladas es de noviembre a abril, con una incidencia promedio **N** de **F** (Entre 1 y 8 días con heladas en noviembre y febrero y mas de nueve días con heladas en diciembre y enero, la dirección de los vientos dominantes es del norte y del sur sureste. Las rocas que afloran son : calzita,

dolomita, caliza-lutita, lutita-arenisca, limonita, areniscas y pedernal, margas, estas se encuentran en la mayor parte de la zona y varían en edad desde el Cretácico inferior hasta el reciente. El Cretácico se caracteriza por sedimentos carbonatados y clásticos de origen marino, depositados sobre la paleopenínsula de Tamaulipas en ambiente de plataforma de tipo lagunar. Sobreyacen a estos, sedimentos clásticos continentales del cuaternario. También existen cuerpos ígneos intrusivos de composición intermedia del terciario y un cuerpo de roca volcánica basáltica del cuaternario.

En general los suelos de esta región pertenecen al Grupo de las *RENDZINAS*, con la clasificación propia : E + Rc + Xh/2, donde E, representa al grupo Rendzina, que es el suelo predominante, Rc representa a los Regosoles calcáricos, que es suelo secundario, Xh representa a los Xerosoles haplicos y el número dos, se refiere a una clase textural media (según Clasificación FAO UNESCO, 1970 modificado por Oggnal).

El tipo de vegetación se puede clasificar de la siguiente manera :
 Por áreas y coeficientes:

TIPOS DE VEGETACION	SUPERFICIE (HAS)	COEFICIENTE AGOSTADERO (HAS/U.A)
Matorrales mediano espinosos	12, 506 - 90 - 00	12,76
	10, 057- 20 - 00	16,38
	17, 408 - 00 - 00	18,31
	23, 80 - 00	Inaprovechable

Bosque latifoliano esclerofilio	1, 749 - 30 - 00	14,00
	2, 198 - 10 - 00	19,28
	1, 305 - 60 - 00	Inaccesible
Patzizal mediano abierto	6, 517 - 80 - 00	14,46
	13, 831 - 20 - 00	16,38
	887 - 40 - 00	19,28
Matorral crasirosulinifolio espinoso	17, 306 - 00 - 00	21,2
	294 - 10 - 00	Inaccesible
Bosque escleroaciculifolio	41, 151 - 90 - 00	19,28
	28, 248 - 90 - 00	Inaccesible
Matorral mediano subinermes espinoso	14, 531 - 60 - 00	25,54
	1, 982 - 20 - 00	29,82
T O T A L		170, 000 - 00 - 00
COEFICIENTE DE AGOSTADERO PROMEDIO PONDERADO		22,05

Por su vegetación :

TIPO DE VEGETACION	ESPECIES
Matorral mediano espinoso	Chaparro prieto; Acacia rigidula Guajillo; Acacia berlandieri, huizache Acacia farenciana.
Bosque latifoliano esclerofilo caducifolio	Encino; Quercus spp, Banderita; Boutelova curtipendula
Patzizal mediano abierto	Navajilla; Boutelova gracilis, Banderita; Boutelova curtipendula, Navajilla velluda; Boutelova trifida

Matorral Cracisirosulifolio espinoso	Lechuguilla; Agave spp, Sotol; Dasylirium spp.
Bosque escleroaciculifolio	Encinos; Quercus spp, Pinos; Pinus spp.
Matorral mediano subinorme	Cenizo; Leucophyllum texanum; Hojasen; Flouencia cernua Chaparro prieto; Acacia rigidula

En la zona del manantial (Los Arboles), se tiene un coeficiente de escurrimiento del 10 - 20%, en tanto que el área del poblado de Santa Eulalia es del 0 - 5%.

En lo que respecta a la Geohidrología del lugar es evidente que nos interesa mas el sitio donde se ubica la fuente de abastecimiento, clasificándose este lugar como una Unidad Geohidrológica de Material Consolidado con posibilidades bajas, separado tan solo del Material Consolidado con posibilidades Altas por 300 metros, los Arboles son un sitio de agua dulce, la dirección que sigue el agua subterránea es aproximadamente hacia el noroeste.

"MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES BAJAS"

Está constituida por dolomías, caliza, caliza-lutita, arenisca, arenisca lutita con intercalaciones de margas, limonita, arenisca de la formaciones del Cretácico inferior.

Otras rocas que forman a esta unidad son la sienita, diorita y pórfido riódacítico del terciario y el basalto del cuaternario.

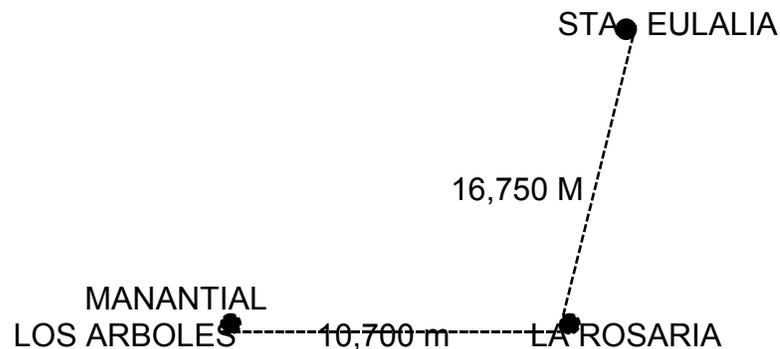
Dichas rocas se han considerado con posibilidades bajas debido a que existen factores que restringen la posibilidad a la filtración y almacenamiento del agua, como son : en las rocas sedimentarias, el alto contenido arcilloso y la posición estructural ; en los cuerpos ígneos, por su escaso fracturamiento y

poca alteración. Debe hacerse notar que existe un acuífero confinado dentro de esta unidad que ocupan superficialmente la aliza y lutita del Grupo Austin, con caudales que varían de 4 - 30 litros/seg., sin embargo se desconoce la formación productora y mejor se recomiendan estudios mas detallados para conocer la potencialidad del acuífero...

Un análisis de agua practicado en el manantial el 21 de julio de 1996, arroja los siguientes resultados :

PARAMETRO	VALOR
Ca	56
Mg	8.8
Na	5.7
K	0.4
Dureza CaCO ₃	176.5
RAS	0.19
pH	8.0
CE	0.41
SO ₄	----
HCO ₃	195.2
NO ₃	1.2
CO ₃	12
Cl	10.7
Total de sólidos disueltos	290
Calidad de agua para riego	C ₂ S ₁
Agresividad del agua	Incrustante
Observaciones	T = 22, uso doméstico y pecuario

Los Arboles, el abastecimiento natural es un afloramiento por accidentes del relieve topográfico, se localiza a 27.5 Km. del Poblado de Santa Eulalia, y se llega a él por medio de caminos y veredas vecinales.



II. JUSTIFICACIÓN

Uno de los principales problemas que afrontan los ejidatarios, es la disponibilidad de agua suficiente para el ganado, debido a la inexistencia de una fuente segura y permanente de ella. El ejido cuenta para el abastecimiento de este vital líquido con represas, que al ser aguas estancadas, son sucias y fangosas, por lo que son una fuente de contaminación, también cuenta con pozos de bombeo, que son aguas limpias y saludables, pero aquí el inconveniente es el alto costo del combustible y el abatimiento del nivel dinámico provocado por la escasa recarga.

Por ello se pensó en aprovechar las fuentes de abastecimiento naturales, una principalmente, un *AFLORAMIENTO A CIELO ABIERTO*,

ubicado en el punto conocido como “ *Los Arboles* “, ya que dicho afloramiento permanece activo desde que se conoce la región, la idea surge hace aproximadamente 30 años con la finalidad de tener un suministro seguro, razón que justifica la inversión económica para aprovechar la fuente antes mencionada.

Además de que por espacio de 20 años se han hecho gestiones para bajar el recurso del agua al ejido, el gobierno realizó estudios de la posible forma de apoyarlos, sin embargo el departamento de ingeniería del gobierno del estado consideraron que era imposible que llegara el agua por su enorme longitud y pérdida de presión por efecto de fricción según el departamento técnico de SFA (Secretaría de fomento agropecuario).

III. REVISION DE LITERATURA

El agua es líquido incomprensible, un fluido Newtoniano, o sea el esfuerzo cortante es proporcional al gradiente de velocidades o velocidad de deformación tangencial. Por lo tanto para estos fluidos, la gráfica de la tensión cortante en función del gradiente de velocidades es una línea recta que pasa por el origen. La pendiente de esta recta determina la viscosidad.

Algunas de la propiedades que presenta el agua son las siguientes : peso específico, densidad, temperatura, viscosidad dinámica, tensión superficial, presión de vapor, modulo de elasticidad volumétrico.

Un fluido puede estar animado a un movimiento de traslación o rotación, sometido a una aceleración constante, sin movimiento relativo entre sus partículas. Esta una de las condiciones del equilibrio relativo y el fluido esta libre de tensiones cortantes. En general no existirá movimiento entre el fluido y el recipiente que lo contiene. Son aplicables aún los principios de la estática, modificados para tener en cuenta los efectos de la aceleración.

El flujo de fluidos es complejo y no siempre puede ser estudiado de forma exacta mediante el análisis matemático. Contrariamente a lo que sucede con los sólidos, las partículas de un fluido en movimiento pueden tener diferentes velocidades y estar sujetas a distintas aceleraciones. Tres principios fundamentales que se aplican al flujo de fluidos son : a). El principio de conservación de la masa, a partir de la cual se establece la ecuación de continuidad, b). El principio de la energía cinética, a partir de la cual se deducen ciertas ecuaciones aplicables al flujo, c). el principio de la cantidad de movimiento, a partir de la cual se deducen ecuaciones para calcular las fuerzas dinámicas ejercidas por los fluidos en movimiento. El flujo de los fluidos puede ser permanente o no permanente ; uniforme o no uniforme, laminar o turbulento ; unidimensional, bidimensional, o tridimensional, y rotacional o irrotacional.

Un flujo unidimensional de un fluido incomprensible como el agua, tiene lugar cuando el módulo, dirección y sentido de la velocidad en todos los puntos son idénticos. No obstante, el análisis como flujo unidimensional es aceptable cuando al tomar como única dimensión espacial, de la que dependen todas las características de la línea de corriente central del flujo pueden considerarse como despreciables las variaciones de las velocidades y aceleraciones en dirección normal a dicha línea de corriente. En tales casos, se consideran como representativas del flujo completo los valores medios de la velocidad, la presión y la elevación , despreciando las variaciones menores. Por ejemplo el flujo en tuberías curvas se analiza mediante los principios del flujo unidimensional, a pesar de que la geometría es tridimensional y la velocidad varía en las secciones rectas de la tubería.

ECUACION DE CONTINUIDAD

La ecuación de continuidad es una consecuencia del principio de conservación de la masa para un flujo permanente, la masa de fluido que atraviesa cualquier sección de una corriente de fluido por unidad de tiempo, es constante.

$$Q = AV [=] \text{volumen} / \text{tiempo}$$

Ecuación de continuidad

ECUACION DE LA ENERGIA

Se obtiene la ecuación de la energía al aplicar el flujo fluido el principio de conservación de la energía que posee un fluido en movimiento por la energía interna y las energías debidas a la presión, a la velocidad y a su posición en el espacio. En la dirección del flujo, el principio de la energía se traduce de la siguiente ecuación al hacer el balance de la misma :

$$\text{Energía en la sección 1} + \text{Energía añadida} - \text{Energía pérdida} - \text{Energía extraída} = \text{Energía en la sección 2}$$

La ecuación anterior se conoce con el nombre de Teorema de Bernoulli.

LINEA DE ENERGIA O DE ALTURAS TOTALES

La línea de alturas totales es la presentación gráfica de la energía de cada sección representativa puede representarse, respecto de un plano de referencia, la energía total (como valor lineal en metros de fluido) y la lineal obtenida de esta forma es de gran ayuda en muchos problemas de flujos. La línea de energías totales tiene una pendiente decreciente (cae), en el sentido del flujo, excepto en las secciones donde se añade energía mediante dispositivos mecánicos.

LINEA DE ALTURAS PIEZOMETRICAS

La línea de alturas piezométrica esta situada por debajo de la línea de alturas totales en una cantidad igual a la altura de velocidad en la sección correspondiente. Las dos líneas son paralelas, para todos los tramos en que las secciones rectas tienen la misma área. La ordenada entre el eje de la corriente y la línea de alturas piezométrica es igual a la altura de presión en la sección en cuestión.

CONDUCTOS CERRADOS

En hidráulica se entiende por tubería a cualquier conducto cerrado de desarrollo importante (como mínimo alrededor de 500 veces su diámetro, -10-), que transporte agua sin superficie libre, es decir a presión, por lo que al insertar un piezómetro en cualquier punto de su recorrido el agua asciende del mayor nivel que la clave (parte superior), del entubamiento ; por lo gral. son de sección circular. Los conductos cerrados en el que el agua circula con superficie libre (sin llenarlos completamente), se clasifican en su totalidad como canales, dentro de estos conductos están las alcantarillas y tuberías de avenamiento (drenaje).

Según Camargo y Salazar, las finalidades de tuberías son :

- a). Científicas. En laboratorios hidráulicas las tuberías se utilizan para fines científicos de investigación.
- b). Prácticas. Las Finalidades prácticas de las tuberías son : la conducción, distribución y drenaje a presión, de agua y líquidos industriales. Se usan en abastecimientos y distribución de agua potable o cruda, en riego por aspersión o goteo, en enfriamiento de máquinas, en drenaje de minas, en alumbrado de mantos petrolíferos, etc.

Los sistemas de tuberías que distribuyen el agua en el campo, las ciudades o en grandes plantas industriales pueden ser extremadamente complicados. En esta clasificación solo se consideran algunos casos bajo

condiciones relativamente sencillas. Las tuberías pueden clasificarse en simples, en serie, equivalentes, con descarga libre y con descarga ahogada.

La corriente de un líquido real es mucho más compleja que la de un líquido ideal. Debido a la viscosidad de los líquidos reales en su movimiento aparecen fuerzas cortantes entre las partículas líquidas y las paredes de contorno, así como en las diferentes capas de líquido. Para los líquidos reales, el estudio del escurrimiento en conductos (tuberías o canales), se basa en la ecuación de la energía o teorema de Bernoulli, según observación hecha con anterioridad, en la cual también se marcó que al circular el agua por esos conductos se presentaron pérdidas en su energía disponible y que el movimiento se hacía a expensas de la energía poseída por el líquido.

Existen dos tipos de flujos permanentes en el caso de los fluidos reales, que es necesario considerar y entender. Estos se llaman flujo laminar y flujo turbulento. Ambos tipo de flujo vienen gobernados por leyes distintas.

FLUJO LAMINAR

En el flujo laminar las partículas fluidas se mueven según trayectorias paralelas, formando el conjunto de ellas capas o láminas. Los módulos de las velocidades de capas adyacentes no tienen el mismo valor. El flujo laminar esta gobernado por la ley que relaciona la tensión cortante con la velocidad de deformación angular, es decir, la tensión cortante es igual al producto de la viscosidad del fluido por el gradiente de las velocidades. La viscosidad del fluido es la magnitud física predominante y su acción amortigua cualquier tendencia a la turbulencia.

VELOCIDAD CRITICA

La velocidad crítica de interés práctico para el ingeniero es aquella velocidad por debajo de la cual toda turbulencia es amortiguada por la acción de la viscosidad del fluido. La experiencia demuestra que un límite superior para el régimen laminar, en tuberías, viene fijado por un valor del número de Reynolds alrededor de 2000, en la mayoría de los casos prácticos.

NUMERO DE REYNOLDS

El número de Reynolds, que es un número adimensional, viene dado por el cociente de las fuerzas de inercia por las fuerzas debidas a la viscosidad. Para tuberías circulares, en flujo a tubería llena,

Número de Reynolds,

$$R_E = \frac{VD}{\nu}$$

donde : V = velocidad media, m/seg.

D = diámetro de la tubería, metros

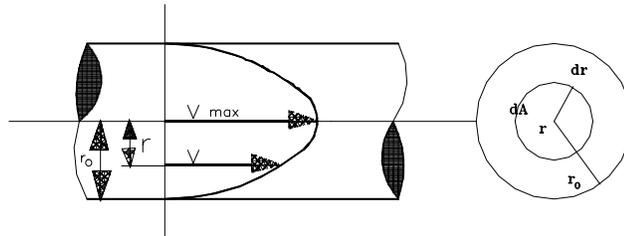
ν = viscosidad cinemática, m²/seg.

FLUJO TURBULENTO

En el flujo turbulento las partículas fluidas se mueven de forma desordenada en todas las direcciones. Es imposible conocer la trayectoria de una partícula individualmente.

DISTRIBUCION DE VELOCIDADES

La distribución de velocidades en una sección recta seguirá una ley de variación parabólica en el flujo laminar. La velocidad máxima tiene lugar en el eje de la tubería y es igual al doble de la velocidad media.



Velocidad mínima. Para evitar deposiciones en las tuberías, la velocidad mínima generalmente es fijada entre 0.25 y 0.40 m/s, dependiendo de la calidad del agua. Para las aguas que contienen ciertos materiales en suspensión, la velocidad no debe ser inferior a 0.60 m/s (en el caso de cloacas, por ejemplo). La velocidad mínima establecida no es válida para sistemas de distribución de agua potable.

Velocidad máxima. La velocidad máxima del agua, en las tuberías, generalmente depende de los siguientes factores :

1. Condiciones económicas
2. Condiciones relacionadas al buen funcionamiento de los sistemas
3. Posibilidad de aparición de efectos dinámicos nocivos (sobrepresiones perjudiciales) ;
4. Limitación de la pérdida de carga
5. Desgaste de las tuberías y piezas accesorias
6. Control de corrosión
7. Ruidos desagradables

El límite por lo tanto, recomendado para cada caso.

a). Sistemas de abastecimiento de agua. Para la determinación de la velocidad máxima en las redes de distribución es usual la siguiente expresión :

$$V_{max} = 0.60 + 1.50D$$

D = diámetro, metros

V_{max} = velocidad máxima en m/s

b). Tuberías en edificios. La velocidad en las instalaciones no debe sobrepasar.

$$V_{max} = 15\sqrt{D}$$

$$V_{m\acute{a}x} \leq 4.0 \text{ m/s}$$

Velocidades muy elevadas, además de la pérdida de carga excesiva, pueden producir ruidos nocivos.

c). Líneas de descarga. La velocidad se establece teniendo en cuenta condiciones económicas. Generalmente es superior a 0.60 m/s y rara vez sobrepasa 2.40 m/s.

PÉRDIDA DE CARGA (H_f)

La adopción de un modelo perfecto para los fluidos, no introduce un error apreciable en los problemas de hidrostática. Al contrario, en el estudio de los fluidos en movimiento no se puede prescindir de la viscosidad y sus efectos.

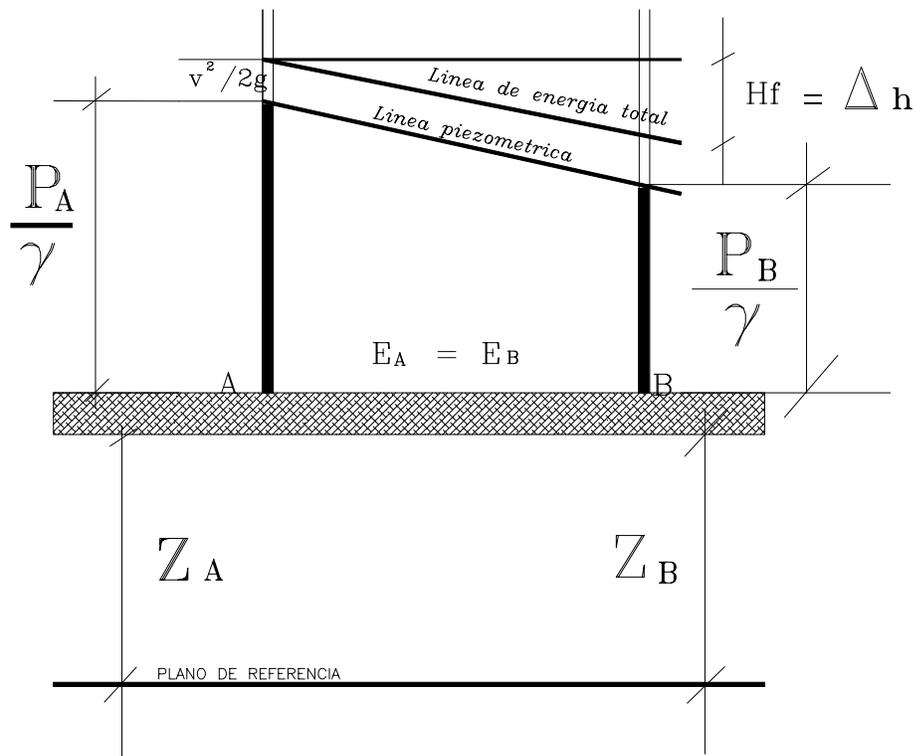
En la práctica, las tuberías no están constituidas exclusivamente por tubos rectilíneos y no siempre comprenden tubos rectilíneos y no siempre comprenden tubos del mismo diámetro. Hay también piezas especiales, tales como curvas, registros, piezas de derivación, reducción o aumento de diámetro, etc., responsables de nuevas pérdidas.

Se deben considerar :

- a). Pérdida de carga por Fricción, ocasionada por el movimiento del agua en la propia tubería. Se admite que esta pérdida sea uniforme en cualquier trecho de una tubería de dimensiones constantes, independientemente de la posición de tubería.
- b). Pérdidas locales, localizadas o accidentadas, provocadas por las piezas especiales y demás características de una instalación. Estas pérdidas son relativamente importantes en el caso de tuberías cortas con piezas especiales, en tuberías largas, su valor frecuentemente es despreciable comparado con la pérdida por fricción.

Pocos problemas han merecido tanta atención o han sido tan investigados, como el de la terminación de las pérdidas de cargas en las tuberías. Las dificultades que se presentan en el estudio analítico de la cuestión son tantas, que llevaron a los investigadores a realizar estudios experimentales. Así, después de numerosos experimentos conducidos por Darcy y otros investigadores con tubos de secciones circular, concluyeron que la resistencia del flujo de agua es :

- a). Directamente proporcional a la extensión de la tubería
- b). Inversamente proporcional a una potencia del diámetro
- c). Función de una potencia de la velocidad
- d). Varía con la naturaleza de las paredes de los tubos (rugosidad), en el caso del régimen turbulento
- e). Es independiente de la posición del tubo
- f). Es independiente de la presión interna bajo la cual el líquido fluye.



$$\frac{P_A}{\rho} + \frac{V_A^2}{2g} + Z_A = \frac{P_B}{\rho} + \frac{V_B^2}{2g} + Z_B + H_{f_{A-B}}$$

Cuando por ejemplo un líquido fluye de (A) a (B), en la tubería indicada en la figura, parte de la energía inicial se disipa bajo la forma de calor ; la suma de las tres cargas en el Teorema de Bernoulli, no iguala a la carga total en el punto A. La diferencia que se denomina en *pérdida de carga*, es de gran importancia en los problemas de ingeniería, por ello ha sido objeto de muchas investigaciones

NATURALEZA DE LAS PAREDES DE LOS TUBOS : RUGOSIDAD

Analizándose la naturaleza o rugosidad de las paredes deben considerarse :

- Material empleado en la fabricación de los tubos
- Proceso de fabricación de los tubos
- Extensión de los tubos y número de juntas

- d) Técnica de asentamiento.
- e) Estado de conservación de las paredes de los tubos
- f) Existencia de revestimientos especiales
- g) Empleo de medidas protectoras durante el funcionamiento

Así por ejemplo, un tubo de vidrio evidentemente es más liso y ofrece condiciones más favorables al flujo de un tubo de fierro fundido. Una tubería de fierro remachado opone mayor resistencia al flujo de un tubería de acero soldado.

Por otro lado, los tubos de fierro fundido por ejemplo, cuando nuevos, ofrecen menor resistencia al escurrimiento que cuando han sido usados. Con el uso esos tubos se obstruyen, se oxidan y en la superficie pueden surgir tubérculos (fenómeno de corrosión),

LÍNEA DE SUMINISTRO DE AGUA GRAVITACIONAL

Una línea de suministro de agua gravitacional es una conducción de ella, aprovechando la pendiente natural del terreno, llegando esta a un sitio en el cual cumplirá una serie de satisfacciones.

Se aplica el principio a la solución de problemas prácticos de flujos en tuberías, que frecuentemente se presentan en las diversas ramas de la ingeniería. El flujo de un fluido real es mucho más complejo que el de un fluido ideal. Debido a la viscosidad de los fluidos reales, en su movimiento aparecen fuerzas cortantes entre las partículas fluidas y las paredes del contorno y entre las diferentes capas de fluido. Las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales que resolverían de forma general el problema del flujo (ecuaciones de Euler), no admiten, por lo común una solución. Como consecuencia, los problemas de flujos reales se resuelven aprovechando datos experimentales y utilizando métodos semiempíricos.

Existen dos tipos de flujos permanentes en el caso de fluidos reales, que es necesario considerar y entender. Estos se llaman flujo laminar y flujo turbulento. Ambos tipo de flujo vienen gobernados por leyes distintas.

ECUACION DE HAZEN - WILLIAMS

Es curioso notar que dos investigadores norte - americanos, después de un cuidadoso examen estadístico de datos obtenidos por más de 30 investigadores, los propios, inclusive los de Darcy y los que discurrieron de investigaciones propias, propusieron en 1903, una fórmula práctica que puede ser escrita

$$Sf = K \frac{V^{1.85}}{D^{1.17}}$$

fórmula de Hazen - Williams (o Williams - Hazen : Allen Hazen, ingeniero civil y sanitario, Gardner S. Williams, profesor de Hidráulica), que goza de gran aceptación hoy en día, debido a confirmaciones experimentales.

La Ecuación de Hazen - Williams, hoy en día es :

$$Hf = \frac{1.21 * 10^{10}}{(25.4 * D)^{4.87}} * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * L [=] metros$$

Donde :

Hf = pérdida de carga, metros

D = diámetro de la tubería, pulgadas

Q = Gasto de conducción, litros/seg.

C = Coeficiente de Hazen - williams, adimensional

L = Longitud de la conducción a tratarse, metros

1.21×10^{10} = Factor de conversión

Ecuación que también se puede escribir

$$H_f = \int_{Material, Diámetro}^{Gasto} * Longitud$$

donde : $\int_{Material, Diámetro}^{Gasto}$ = pendiente hidráulica de pérdida de carga

La expresión de Hazen - Williams es teóricamente correcta : la suma de los exponentes m y n , que es 3.02, presenta una diferencia despreciable sobre el valor teórico.

Los exponentes de la fórmula fueron establecidos de manera que resulte con las menores variaciones del coeficiente numérico C para tubos del mismo grado de rugosidad. En consecuencia el coeficiente C es, en cuanto sea posible y practicable, una función casi exclusiva de la naturaleza de las paredes.

La gran aceptación que tuvo la fórmula permitió que fuesen obtenidos valores bien determinados del coeficiente C . En estas condiciones, se puede estimar el envejecimiento de los tubos.

Es un fórmula que puede ser satisfactoriamente aplicada para cualquier tipo de conducto y material, puede aplicarse a conductos libres o conductos forzados, ha sido empleada para tuberías de agua y alcantarillado. Sus autores se basaron en experiencias con los siguientes materiales (tubos) : acero, concreto, plomo, estaño, fierro forjado (wroughtiron), fierro fundido, latón madera, ladrillo y vidrio. Sus limites de aplicación son los más amplios : diámetros de 50 a 3500 mm.

La formula de Hazen - Williams, de empleo generalizado en los EE. UU., Canadá y México, se volvió mas conocida en América Latina después de 1920. En Brasil por ejemplo, Henrique de Novaes la aplicó en esta época, en Río de Janeiro, para cálculo de tuberías de gran diámetro. En Europa, su aceptación es cada vez mayor, especialmente después de la última guerra.

Ensayos y verificaciones hechas en líneas de fierro fundido, muy bien ejecutadas y en las cuales fueron empleados tubos de buena calidad, mostraron que, para el inicio del funcionamiento, el coeficiente C adquiere valores alrededor de 140. Poco después, entretanto, este valor cae a 130 y con el correr del tiempo pasa a valores cada vez más bajos. La tendencia del fierro para entrar en solución y la presencia de oxígeno disuelto en el agua - factores primordiales de la corrosión - responsables por la formación de tubérculos en la superficie interna de los tubos ; de la reducción de sección y del aumento de rugosidad resulta disminución de capacidad de transporte y el decrecimiento de C.

Tal es el fenómeno de la tuberculización, que, siendo designado algunas veces como incrustación, no debe ser confundido con la simple constitución de capas o costras debidas a ciertas sustancias presentes en cantidad excesiva dentro del agua.

Entre los varios factores que pueden afectar la corrosión podemos mencionar a los siguientes : potencial de oxidación del material, sobretensión, oxígeno disuelto, CO_2 , alcalinidad, presencia de sustancia inhibidoras o capaces de formar películas, homogeneidad de la superficie de los tubos, velocidades del agua, temperatura, existencia de residuos de sulfato de aluminio, cloro, etc.

La Ecuación de Hazen - Williams, siendo una de las mas perfectas, requiere para su aplicación provechosa el mayor cuidado en la adopción del coeficiente C. La selección negligente de este coeficiente o la fijación de un coeficiente medio invariable reduce mucho la precisión que se puede esperar de tal ecuación.

Para tubos de acero y de fierro, el coeficiente C es una función del tiempo, de modo que su valor debe ser fijado teniéndose en cuenta la vida útil que se espera para la tubería. Por ejemplo generalmente se utiliza $C = 100$,

para fierro fundido, tal valor corresponde en promedio a un periodo de servicio comprendido entre 15 y 20 años.

A continuación se presentan algunos valores para el Coeficiente C, de la Ecuación de Hazen - Williams :

No.	MATERIAL	COEFICIENTE
1	Acero corrugado	60
2	Acero con juntas lockbar (nuevo)	135
3	Acero galvanizado (nuevo y usado)	125
4	Acero remachado (nuevo)	110
5	Acero remachado (usado)	85
6	Acero soldado (o con remache avellanado y embutido)	120
7	Acero soldado o con remache avellanado y embutido usado	90
8	Acero sin costura nuevo	
9	Acero sin costura usado	
10	Acero soldado con revestimiento especial nuevo o usado	130
11	Fierro fundido limpio nuevo	130
12	Fierro fundido sin incrustaciones (usado)	110
13	Fierro fundido con incrustaciones (viejo)	90
14	Plásticos de PVC o PE	150
15	Asbesto - Cemento (nuevo)	135
16	Cobre y latón	130
17	Conductos con acabado interior de cemento pulido	100
18	Concreto acabado liso	130
19	Concreto acabado común	120

IV. HIPOTESIS

Utilizando la ecuación de Hazen - Williams se pueden tomar las pérdidas por efecto de fricción para PVC , con un coeficiente de 140, y no debe de exceder $\pm 5\%$ la presión real contra la calculada de gabinete, esto da una seguridad para que los ingenieros utilicen dicha ecuación.

RIESGO DE LA OBRA :

El riesgo de la obra consiste principalmente en que la conducción de él recurso no presente fallas por ruptura ni al momento de la prueba como tampoco durante su servicio, esto se logra cuidando que la carga por posición no exceda la resistencia estipulada de fábrica de la tubería.

V. OBJETIVOS

1º Aplicar los conocimientos de hidráulica en beneficio de una comunidad, para solucionar un problema social que es la explotación de la superficie ganadera limitada por la falta del recurso del agua, y al mismo tiempo fomentar el prestigio y buen nombre de nuestra alma mater.

2°. Proporcionar a el ejido Sta. Eulalia un abastecimiento de agua tanto para uso doméstico como pecuario, de esta forma se ayudaría a reducir los gastos del servicio de suministro.

3°. Demostrar que usando la Ecuación de Hazen - Williams como herramienta es posible hacer llegar el recurso a dicho punto de abastecimiento, y probar su grado de variación con el diseño de gabinete.

VI. MATERIALES Y METODOS

Para la realización de este trabajo se requerirá del siguiente material :

- Carta topográfica Esc. 1 :50,000, (San Miguel, H14C42).
- Altimetro
- Nivel tipo americano
- Estadales

- Balizas
- Estacas
- Pintura
- Cinta métrica
- Vehículos
- Brigada de trabajo

La metodología a seguir es la siguiente :

1. Estudio preliminar

Se apoyó en la carta topográfica y el altímetro, para poder obtener una idea de la diferencia de cotas entre el afloramiento y el poblado a abastecer, así como también de la distancia de recorrido.

2. Levantamiento Topográfico

Constituye la parte mas delicada del la obra, puesto que en base al resultado de este se procederá a diseñar y decidir el diámetro de la tubería, así como del gasto a conducir.

Dicho levantamiento consta de un perfil topográfico entre ambos puntos, por el método diferencial, con dos brigadas simultáneas, para poder constatar un trabajo con el otro, posteriormente se correlacionan graficando esos resultados Cotas Vs. Distancias, en la que pueden observarse tanto las elevaciones como las depresiones en un plano bidimensional, y mas que nada poder observar los puntos críticos.

3. Ahora que ya se tiene el perfil topográfico, las distancias, las cotas, el diámetro y el gasto, se continua con la memoria de cálculo de la línea conducción, para posteriormente construir la *LÍNEA PIEZOMETRICA TEORICA*, que se obtiene calculando la pérdida de carga entre los puntos críticos del perfil.

4. Después se procede a realizar el listado de ingeniería, así como los detalles de la toma en el afloramiento, e investigación de las características de la región.

5. Una vez que ya se tiene todo lo anterior, se presenta el proyecto ante las autoridades respectivas, el cuál debe acompañarse de lo siguiente : Descripción regional (flora, fauna, clima, precipitación, temperatura, suelos, calidad del agua, etc), plano de ubicación de la obra, perfil topográfico de la conducción por gravedad, listado de ingeniería, cotización de la obra, y una fianza que es la seguridad de que se va a cumplir con dicha obra, cuyo monto es aproximado es de \$1,000,000.⁰⁰/m.n.

6. Una vez aprobada la obra se firma un contrato en el cuál están de acuerdo ambas partes, y procede a realizar la obra, comenzando por la excavación, por donde pasará la conducción, así también el acercamiento del material para sus respectiva instalación, y se presenta un proyecto de ingeniería así como un programa financiero.

7. Una vez terminada la obra se pasa a lo que se le conoce como Evaluación de Abastecimiento de agua, en el cuál este debe de cumplir con lo que se estipuló en el contrato, y a la vez no excederse en un 5% de fugas de las uniones totales.

8. Acreditando El Abastecimiento de agua, se da por terminada y entregada la obra, y la fianza vuelve al haberse cumplido lo pactado en los términos correspondientes.

A continuación se da a conocer el seguimiento de la obra a través de sus diferentes etapas :

1) Trazo de ingeniería

2) Limpieza

- 3) Excavación
- 4) Retiro de escombros
- 5) Material de tapado para zanja
- 6) Arena suave para tapado y compactación
- 7) Compactación
- 8) Prueba hidráulica
- 9) Bienes y accesorios de control
- 10) Entrega de obra

Una vez que sea entregada la obra se continuará con la complementación del Trabajo de Tesis, que es la construcción de una línea piezométrica real de la siguiente manera :

MATERIAL :

- a) Silletas plásticas
- b) Tapón macho roscado
- c) Manómetro líquido
- d) Palas
- e) Camioneta

METODOLOGIA

- A) Se colocaran las silletas a lo largo de la conducción, aprox. una cada 500 metros, con su respectivo tapón.
- B) En cada punto (donde haya silleta), se tomará una lectura manométrica por espacio de 5 - 10 horas, para poder observar la fluctuación de la carga piezométrica
- C) Con los datos obtenidos se elaborará una gráfica de distancias Vs. Presiones en cada uno de los puntos, para posteriormente compararla con

la línea piezométrica teórica, y poder observar la variación entre lo real y lo calculado.

D) Emitir una conclusión final, sobre la ecuación de Hazen - Williams, en la aplicación y resolución de este tipo de problemas de ingeniería.

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

CADENAMIENTO	COTA
0+000	100.000
0+170	99.272
0+200	98.417
0+260	98.007
0+290	96.598
0+320	96.470
0+350	96.470
0+380	96.448
0+410	96.555
0+440	95.948
0+470	96.207
0+500	96.100
0+530	96.480
0+560	97.132
0+590	96.020
0+620	95.893
0+650	95.599
0+680	95.087
0+710	95.427
0+740	95.182
0+770	94.879
0+800	94.607
0+830	94.187
0+855	94.659
0+880	94.462
0+940	93.374
1+000	92.359
1+030	90.760
1+060	90.793

CADENAMIENTO	COTA
1+720	90.595
1+820	89.285
1+970	88.250
2+060	87.625
2+210	86.123
2+360	84.675
2+510	83.685
2+610	80.657
2+710	79.477
2+860	78.247
2+920	77.865
2+970	80.141
3+030	82.910
3+090	83.544
3+230	80.374
3+260	78.055
3+410	76.895
3+560	75.684
3+660	74.614
3+810	72.976
3+870	74.249
4+020	73.229
4+170	72.209
4+320	70.992
4+470	69.942
4+620	68.910
4+720	67.870
4+920	67.160
5+070	65.480

1+090	90.094
1+120	88.924
1+150	88.712
1+180	88.350
1+240	87.682
1+300	87.454
1+330	87.042
1+430	86.912
1+490	88.125
1+590	88.083
1+690	87.583
1+740	85.601
1+690	87.583

5+220	63.040
5+370	60.233
5+430	64.238
5+490	66.855
5+590	65.478
5+740	59.790
5+890	57.595
6+040	55.773
6+190	54.855
6+340	53.830
6+490	52.275
6+740	50.040
6+890	42.610

CADENAMIENTO	COTA
6+940	43.530
6+990	44.063
7+190	42.771
7+290	48.128
7+390	48.390
7+540	47.073
7+690	44.388
7+890	43.146
7+940	40.358
8+090	39.390
8+240	38.138
8+390	37.020
8+450	36.235
8+600	39.825
8+750	37.795
8+850	34.970
9+000	38.330
9+150	37.975
9+360	38.320
9+420	36.100
9+570	37.575
9+720	39.033
9+750	39.580
9+810	37.765
9+960	39.327

CADENAMIENTO	COTA
11+835	59.133
11+925	60.498
12+075	62.381
12+225	63.661
12+285	64.776
12+345	66.396
12+435	68.836
12+535	70.063
12+565	72.203
12+615	76.441
12+625	77.411
12+635	78.363
12+645	79.241
12+655	79.753
12+665	79.671
12+675	78.996
12+685	77.936
12+695	76.871
12+705	75.931
12+715	74.786
12+725	73.546
12+735	72.316
12+745	70.721
12+755	71.576
12+765	68.136

10+120	40.509
10+250	41.360
10+400	43.736
10+460	45.501
10+520	46.346
10+670	48.076
10+790	47.841
10+850	47.378
10+940	48.976
10+995	49.251
11+095	50.253
11+185	51.250
11+285	51.798
11+375	52.948
11+525	54.548
11+585	56.551
11+685	58.168

12+785	67.491
12+845	65.721
12+935	62.157
13+085	57.807
13+239	53.822
13+400	50.002
13+500	48.280
13+600	46.310
13+660	45.540
13+760	43.890
13+860	42.275
13+910	41.420
14+010	40.327
14+160	37.697
14+310	35.467
14+460	33.167
14+910	31.315

CADENAMIENTO	COTA
15+060	30.400
15+220	30.335
15+370	30.429
15+500	32.249
15+640	33.309
15+740	34.909
15+930	34.989
15+990	35.009
16+020	35.709
16+220	36.749
16+350	38.684
16+500	39.334
16+830	40.954
16+860	42.534
16+990	42.874
17+020	43.614
17+120	46.264
17+270	48.914
17+320	49.594

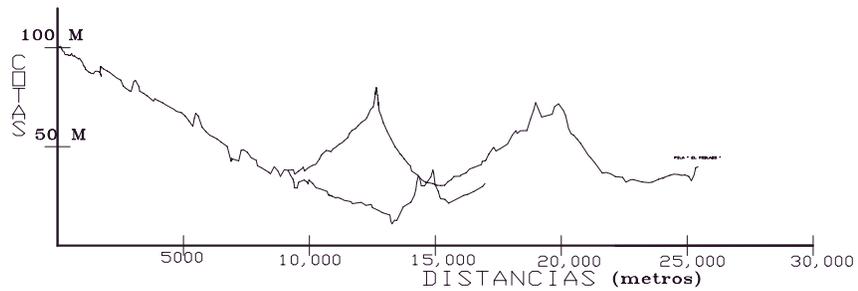
CADENAMIENTO	COTA
21+160	44.439
21+330	41.779
21+630	38.619
21+780	36.929
21+965	36.224
22+150	34.829
22+440	34.470
22+564	32.070
22+564	32.007
22+770	33.360
22+860	33.310
23+200	32.140
23+480	31.825
23+610	32.035
23+860	33.465
24+010	34.155
24+070	34.125
24+100	34.257
24+310	35.475

17+410	47.774
17+560	48.819
17+860	51.269
18+050	55.774
18+200	58.094
18+250	56.654
18+370	58.039
18+630	58.124
18+780	64.084
18+900	68.424
18+980	72.214
19+220	64.929
19+640	66.389
19+730	70.234
19+890	71.614
20+080	68.344
20+170	65.704
20+290	59.164
20+390	56.439
20+480	55.944
20+640	53.694
20+770	51.624
21+070	45.639

24+460	36.075
24+650	35.895
24+770	35.540
24+910	35.690
25+060	34.935
25+160	32.790
25+270	35.670
25+330	39.310
25+430	39.420

PERFIL TOPOGRAFICO

PERFIL TOPOGRAFICO LOS ARBOLES - STA. EULALIA
MPIO. DE ZARAGOZA COAHUILA



CÁLCULOS DE GABINETE PARA LINEA DE SUMINISTRO :

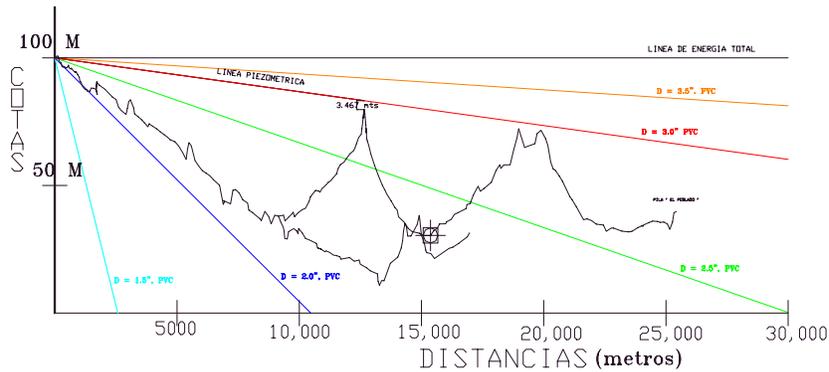
Haciendo cálculos con los coeficientes anteriores y tomando en cuenta una longitud de 25,000 metros, se tiene la siguiente pérdida de carga, en metros de columna de agua, de acuerdo con la lista de anterior materiales:

No.	C	2"	2,5"	3"
1	60	1146,860	386,864	159,201
2	135	255,428	86,162	35,457
3	125	294,557	99,361	40,889
4	110	373,239	125,903	51,811
5	85	601,676	202,960	83,521
6	120	317,689	107,165	44,100
7	90	541,239	182,573	75,132
8				
9				
10	130	273,920	92,400	38,024
11	130	273,920	92,400	38,024
12	110	373,239	125,903	51,811
13	90	541,239	182,573	75,132
14	140	238,791	80,550	33,148
15	135	255,428	86,162	35,457
16	130	273,920	92,400	38,024
17	100	445,294	150,209	61,813
18	130	273,920	92,400	38,024
19	120	317,689	107,165	44,100

Como podemos observar los diferentes resultados anteriores, representan a un gradiente piezométrico, que pudiéramos tener en nuestro levantamiento topográfico, y de acuerdo a ello poder elegir el diámetro y material mas adecuado.

DIFERENTES DIAMETROS DE CONDUCCION Y SUS RESPECTIVAS LINEAS PIEZOMETRICAS TEORICAS

PERFIL TOPOGRAFICO LOS ARBOLES – STA. EULALIA
MPIO. DE ZARAGOZA – MUZQUIZ COAH.



Para un perfil muy accidentado se traza la pendiente de perdida de carga buscando un diámetro de acuerdo al gasto que se desea conducir, cuya recorrido pase por arriba del nivel del terreno, ya que teniendo esta presentación se tendrá la seguridad de que el suministro se cumplirá satisfactoriamente.

Cálculo de pérdidas de carga :

$$H_f \text{ 3.5"} = \frac{1.21 * 10^{10}}{(25.4 * 3.5)^{4.87}} \left(\frac{1.25}{140}\right)^{1.852} * 30,000 = 18.776mca$$

$$H_f \text{ 3.0"} = \frac{1.21 * 10^{10}}{(25.4 * 3.0)^{4.87}} \left(\frac{1.25}{140}\right)^{1.852} * 30,000 = 39.777mca$$

$$H_f \text{ 2.5"} = \frac{1.21 * 10^{10}}{(25.4 * 2.5)^{4.87}} \left(\frac{1.25}{140}\right)^{1.852} * 30,000 = 96.660mca$$

$$H_f \text{ 2.0"} = \frac{1.21 * 10^{10}}{(25.4 * 2.0)^{4.87}} \left(\frac{1.25}{140}\right)^{1.852} * 30,000 = 286.549mca$$

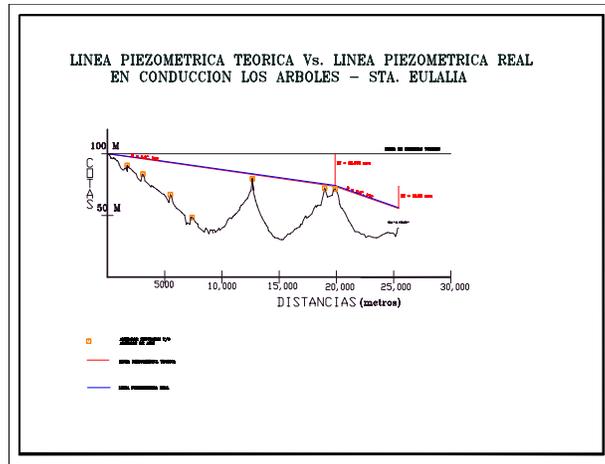
$$H_f \text{ 1.5"} = \frac{1.21 * 10^{10}}{(25.4 * 1.5)^{4.87}} \left(\frac{1.25}{140} \right)^{1.852} * 30,000 = 1,163.189 \text{ mca}$$

Como podemos observar nuestro critico perfil la opción mas clara es el diámetro de 3" en material de PVC, que esta pasando por arriba del nivel de el perfil topográfico.

VII. RESULTADOS

DIAMETRO DE CONDUCCION DEFINITIVO, LINEA

PIEZOMETRICA TEORICA, LINEA PIEZOMETRICA REAL



Obviamente como se apreció desde la gráfica anterior la elección fue de una tubería de PVC de 3" de diámetro, para conducir un gasto de 1.25 lps, ya después de el último pico ya se puede reducir el diámetro, porque ahí ya no existe impedimento para la llegada del recurso.

VALORES PIEZOMETRICOS DE LAS DOS LINEAS :

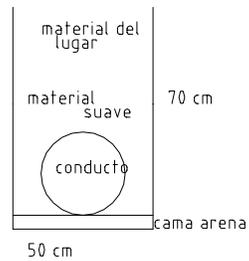
PIEZOMETRICA TEORICA	PIEZOMETRICA REAL
7.36	7.66
12.85	12.78
26.26	25.91
42.19	42.26
3.53	3.53
43.19	43.12
3.04	2.97
2.95	1.74
31.00	30.19
16.44	16.32

PRESION MEDIA TEORICA = 18.64 MCA

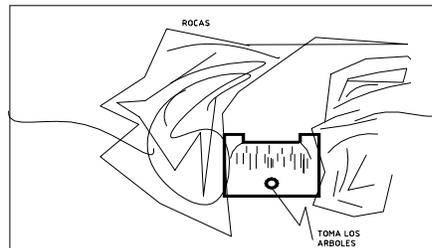
PRESION MEDIA REAL = 18.88 MCA

VARIACION = 1.27%

DETALLE EXCAVACION



DETALLE OBRA DE TOMA :



VIII. CONCLUSIONES :

De acuerdo a la gráfica anterior se deduce que la ECUACION DE HAZEN - WILLIAMS, es confiable y de gran aplicación en los problemas hidráulicos, ya que aunque fué pequeña la variación esta pasó por arriba de la calculada, o sea que arrojó menor pérdida de carga, y esto la hace aún mas confiable ya que da cierto margen de tolerancia de seguridad con respecto de

la de gabinete, y los ingenieros pueden tener la plena seguridad de trabajar con dicha ecuación y no tener preocupación alguna.

BENEFICIOS ACTUALES CON EL APROVECHAMIENTO DE LA CONDUCCION DEL RECURSO

Actualmente se están beneficiando muchas has. Que antes no se habían podido explotado debido a la falta del recurso, esto se está dando mediante la colocación de tanques plásticos de almacenamiento de tres metros cúbicos, ubicados en la parte influenciada de la conducción y que también son llenados con la misma carga por posición, que a su vez alimentan a varios abrevaderos

7o a algún rancho cercano. Por otro lado se estudiando la manera de instalar la red de agua potable en centro de población ejidal, ya que en este momento tienen carencias de este vital liquido. Y lo que antes era difícil de conseguir *el crédito pecuario*, es hoy una realidad, ya que al tener el agua segura pueden asegurar la sobrevivencia del ganado.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- V. Giles Ranald, 1979. Mecánica de los Fluidos e Hidráulica., Trad. 2a. Edición. Ed. McGRAW - HILL., México D. F. 265 pags.
- Azevedo Alvarez, 1976. Manual de Hidráulica., 6a. edición. Editorial HARLA S.A de C.V., MEXICO D.F., 580 pags.
- Trueba Coronel Samuel, 1976. Hidráulica. 14a. Impresión., Editorial

Continental S.A de C.V.. México D.F., 454 pags.

- Arteaga, T. E., 1993. Hidráulica Elemental. 1a. Edición. Editorial Uach. México D.F., 335 pags.
- Russel E. George. 1985., Hidráulica. 12a. Edición., Editorial Continental, México D. F., 554 pags.
- W. King Horace, et al. 1985. Hidráulica. 2a reimpression, 2a. Edición., Editorial Trillas. México D. F., 354 pags.
- Carta Edafológica, Esc. 1 :250,000, Cd. Acuña, H14-7., Dirección Gral. de Geografía., Coordinación del INEGI., Secretaría de Programación y presupuesto
- Carta Efectos Climáticos (noviembre - abril), Esc. 1 :250,000, Cd. Acuña, H14-7., Dirección Gral. de Geografía., Coordinación del INEGI., Secretaría de Programación y presupuesto
- Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas, Esc. 1 :250,000, Cd. Acuña, H14-7., Dirección Gral. de Geografía., Coordinación del INEGI., Secretaría de Programación y presupuesto
- Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, Esc. 1 :250,000, Cd. Acuña, H14-7., Dirección Gral. de Geografía., Coordinación del INEGI., Secretaría de Programación y presupuesto
- Carta Uso del Suelo y Vegetación, Esc. 1 :250,000, Cd. Acuña, H14-7., Dirección Gral. de Geografía., Coordinación del INEGI., Secretaría de Programación y presupuesto

- Carta Geológica, Esc. 1 :250,000, Cd. Acuña, H14-7., Dirección Gral. de Geografía., Coordinación del INEGI., Secretaría de Programación y presupuesto
- Carta Topográfica, Esc. 1 :250,000, Cd. Acuña, H14-7., Dirección Gral. de Geografía., Coordinación del INEGI., Secretaría de Programación y presupuesto
- Carta Topográfica, Esc. 1 :50,000, Cd. Acuña, H14C42., Dirección Gral. de Geografía., Coordinación del INEGI., Secretaría de Programación y presupuesto.

