

18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
E. N. E. P. – CAMPUS ACATLÁN.**

**"APROVECHAMIENTO DEL GASTO ÓPTIMO DE EXPLOTACIÓN EN LAS
CAPTACIONES DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA PAREDES Y MASCAREÑAS EN LA
CD. DE NOGALES, SONORA"**

**T E S I S P R O F E S I O N A L
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A:
J O R G E A N T O N I O L Ó P E Z M A G A L L Ó N
ASESOR: ING. HERMENEGILDO ARCOS SERRANO**

INGENIERÍA CIVIL

ACATLÁN, EDO. DE MÉXICO, DICIEMBRE DEL 2001



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos y Dedicatorias

Doy gracias a Dios por darme la oportunidad de vivir y por todo lo que me ha dado en la vida, también por darme unos padres que se preocuparon por mi educación y formación.

Agradezco a mis padres su dedicación, apoyo, sacrificios y consejos para forjarme como persona y como profesionista, además les doy las gracias y les dedico este trabajo de todo corazón porque gracias a ellos yo soy quien soy.

Agradezco a mi esposa Alejandra Pardo González por el cariño y amor que me brinda sin condiciones, además de su ayuda, comprensión y apoyo para la realización de este trabajo. También le agradezco a mi esposa el darme hasta el momento dos hijos que quiero muchísimo y son mi mayor motivación (Jennifer Mariana y Jorge Eduardo), a estas tres personas tan especiales en mi vida dedico este trabajo.

A mis hermanos Verónica y Oscar dedico este trabajo y les doy gracias por su amistad, comprensión, apoyo y por estar conmigo en los momentos buenos y malos de mi vida. También agradezco a mi cuñado y compadre Alfredo Pardo la amistad que me brinda y su apoyo y también a mi sobrina Joana Lizeth.

A mi compañero, amigo y compadre Manuel Sandoval agradezco en forma especial la amistad que me brinda de manera incondicional, al igual que sus consejos y su apoyo que me dio para la realización del presente trabajo. A mi compadre y comadre (Manuel y Ana Lilia) dedico este documento.

Agradezco de forma especial al Ing. Héctor Fernández Esparza, Director General de Multiestudios Grupo Asociado, S.A. de C.V. por darme la oportunidad de desarrollarme como profesionista en su empresa, así como por el apoyo, comprensión y los conocimientos que me ha transmitido. También agradezco el apoyo que me brindaron mis amigos y compañeros de trabajo en especial a Juan Manuel Vera y Alicia Salas Rubio.

A mi asesor el Ing. Hermenegildo Arcos Serrano agradezco sus atenciones, los conocimientos que me transmitió y el apoyo que me brindó para realizar mi tesis. También agradezco a los profesores M. en I. Julián Alfredo Bueno Contreras, Ing. Carlos Rosales Aguilar, Ing. Alberto Dávila Cabrera y Ing. Claudia Rojas Serna que accedieron a ser jurado en mi examen profesional, así como a todos los profesores y compañeros que de alguna manera colaboraron en mi formación académica.

A mi compañero y amigo el Ing. Pablo Pavía Ortiz dedico en forma especial este trabajo y le agradezco su amistad, sus consejos y apoyo incondicional para la realización y terminación de mi tesis.

A todos ellos Gracias

Atentamente

Jorge Antonio López Magallón

ESQUEMA DE TESIS PROFESIONAL

APROVECHAMIENTO DEL GASTO ÓPTIMO DE EXPLOTACIÓN EN LAS CAPTACIONES DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PAREDES Y MASCAREÑAS EN LA CD. DE NOGALES, SONORA

INTRODUCCIÓN

CAPITULO 1. GENERALIDADES

- 1.1 **Antecedentes**
- 1.2 **Localización del área de estudio**
- 1.3 **Medio físico y geográfico**
- 1.4 **Características socioeconómicas**
- 1.5 **Objetivos del estudio**
- 1.6 **Problemática de la zona**
- 1.7 **Justificación del estudio**

CAPITULO 2. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

- 2.1 **Fuentes de abastecimiento**
- 2.2 **Captación**
- 2.3 **Conducción**
- 2.4 **Regularización**
- 2.5 **Descripción de los sistemas**

CAPITULO 3. ESTUDIOS BÁSICOS DE CAMPO

- 3.1 **Estudios Topográficos**
- 3.2 **Estudios Manométricos y Pitométricos**
- 3.3 **Estudios de eficiencia electromecánica y pruebas de bombeo**

CAPITULO 4. ANALISIS HIDRÁULICO EN CONDICIONES ACTUALES

- 4.1 Ecuaciones básicas**
- 4.2 Formula de Darcy - Weisbach**
- 4.3 Acueducto Paredes**
 - 4.3.1 Calibración de la rugosidad de la tubería**
 - 4.3.2 Diagnóstico del acueducto**
 - 4.3.3 Gradiente de energía**
- 4.4 Acueducto Mascareñas**
 - 4.4.1 Calibración de la rugosidad de la tubería**
 - 4.4.2 Diagnóstico del acueducto**
 - 4.4.3 Gradiente de energía**

CAPITULO 5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

- 5.1 Definición del Gasto Máximo de Explotación**
 - 5.1.1 Proyección de la Demanda de Agua Potable**
 - 5.1.2 Potencial Total de Explotación de las Obras de Captación actuales y futuras**
- 5.2 Propuestas de Solución**
 - 5.2.1 Operación en Época de Estiaje**
 - 5.2.2 Operación en Época de Lluvias**
- 5.3 Anteproyectos**
 - 5.3.1 Derivación del Acueducto Paredes a Mascareñas y Reemplazo de tubería en el tramo del km 0+773 al km 1+932**
 - 5.3.2 Reemplazo de Tubería sobre el Acueducto Mascareñas en el tramo del km 4+179 al km 4+586**
- 5.4 Evaluación de Costos**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

OBJETIVO GENERAL

Revisar el potencial real de conducción de agua en los acueductos Paredes y Mascareñas y aumentar la confiabilidad del funcionamiento de dichos sistemas para aprovechar el agua disponible.

OBJETIVOS POR CAPITULO

CAPITULO 1

Conocer la ubicación de la zona y sus principales características físicas, geográficas y socioeconómicas, así como definir los objetivos del estudio y describir la problemática de la zona.

CAPITULO 2

Conocer la infraestructura existente de los acueductos Paredes y Mascareñas, además de describir como funcionan actualmente ambos sistemas.

CAPITULO 3

Elaborar los estudios básicos de campo necesarios para la correcta realización del proyecto; como son levantamientos topográficos, estudios de eficiencia electromecánica y pruebas de bombeo en las fuentes y mediciones pitométricas sobre los acueductos y en las fuentes de abastecimiento.

CAPITULO 4

Evaluar las condiciones actuales de funcionamiento de los acueductos Paredes y Mascareñas en función de los resultados arrojados en los estudios de campo, aplicando la fórmula de Darcy - Weisbach para calcular las pérdidas por fricción.

CAPITULO 5

Analizar las propuestas de solución para definir el gasto óptimo de explotación de las captaciones Paredes y Mascareñas seleccionando la más favorable hidráulicamente.

APROVECHAMIENTO DEL GASTO ÓPTIMO DE EXPLOTACIÓN EN LAS CAPTACIONES DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PAREDES Y MASCAREÑAS EN LA CD. DE NOGALES, SONORA

INTRODUCCIÓN

La Frontera Norte de la República Mexicana concentra las partes más secas, aunque las más pobladas, más urbanizadas y con mayor desarrollo socioeconómico del país.

Con referencia al Estado de Sonora, la precipitación media anual en el periodo de 1941 a 1998 resulta de 433 mm que representa el 56% de la precipitación media nacional para el mismo periodo (772 mm). Además, por la ubicación geográfica es uno de los estados sobre los que mayormente incide el efecto de las sequías con la consiguiente escasez del recurso hidráulico.

La Ciudad de Nogales, ciudad fronteriza del Estado de Sonora con un pujante desarrollo económico, no es la excepción en cuanto a los problemas de la frontera para el abastecimiento de agua potable.

Por lo anterior, en coordinación total, las autoridades de los tres niveles de gobierno, se han abocado a estudiar la situación actual de las fuentes de abastecimiento para su óptimo aprovechamiento, junto con el de la infraestructura asociada y su operación correspondiente, caso particular de la Ciudad de Nogales se han llevado a cabo diversos estudios que conlleven a cubrir la demanda del uso público – urbano en los próximos 20 años; el presente estudio trata precisamente este tema y se refiere al **"Aprovechamiento del Gasto Óptimo de Explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora"**, cuyo objetivo está encaminado a la revisión del potencial real de explotación en el acuífero de esta zona para su óptimo aprovechamiento y operación del sistema, identificando las formas de explotación mas convenientes que, además, permitan el aprovechamiento de aguas superficiales (Río Santa Cruz) en época de lluvias.

Otro estudio que actualmente se está realizando para resolver la problemática del agua en la Frontera Norte es el denominado "Estrategia de Gran Visión para el abastecimiento y manejo del Agua en la Ciudades y Cuencas de la Frontera Norte en el periodo 1999 - 2025" el cual tiene como objetivo principal analizar las opciones para resolver los problemas de abastecimiento en toda la Franja Fronteriza.

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

La ciudad de Nogales se ha convertido en los últimos años en uno de los más importantes polos de desarrollo del país, desde que se ha incrementado la actividad comercial con los países de Norteamérica, debido a que está localizada en la frontera con los Estados Unidos, como terminal nacional de la principal vía de comunicación del Noroeste, canalizando un gran porcentaje del intercambio comercial y turístico de la región de Arizona y Nuevo México.

Adicionalmente, como resultado de la reciente firma del Tratado de Libre Comercio (TLC) con Canadá y Estados Unidos, se ha acelerado el desarrollo de la industria maquiladora, que ya había iniciado en esta Ciudad desde la década de los ochentas, generando un desarrollo en la región en prácticamente todos los sectores, por lo que se ha registrado un ritmo de crecimiento poblacional superior al del resto del Estado de Sonora y de casi todo el país, con una tasa media del 4%.

Por otro lado, aún cuando se han realizado diversas obras de ampliación de los servicios urbanos, éstas han sido insuficientes para el crecimiento poblacional, deteriorándose la calidad y el nivel de los servicios básicos como son el suministro de agua potable, el alcantarillado sanitario y saneamiento de las aguas residuales.

Los sistemas de agua y alcantarillado de la ciudad son operados por el Organismo paraestatal denominado Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora, (COAPAES) Unidad Nogales, quien ha hecho su mayor esfuerzo para ampliar y mejorar los servicios; sin embargo, actualmente sólo se atienden las demandas de agua potable del 85% de la población, y la red de alcantarillado tiene una cobertura inferior al 70%, aún cuando los usuarios registrados representan sólo el 64% y 49% respectivamente.

Gran parte de la infraestructura de distribución de agua potable ha sobrepasado su período de vida útil, teniéndose tramos de tuberías que funcionan a una presión mayor a la que fueron diseñadas, debido principalmente a que además del crecimiento explosivo, la Ciudad está localizada en una cañada, por lo que los nuevos asentamientos se han tenido que ubicar en partes cada vez más altas, obligando a rebombes y a tandeos en el abastecimiento.

Por otra parte, las sobrepresiones de algunos tramos de la red y el mal estado en que se encuentra gran parte de la infraestructura hidráulica, provocan que se tengan muchas fugas y pérdidas importantes del vital líquido, obligando a que al año se realicen más de 7,000 reparaciones de las redes.

1.2 Localización del área de estudio

El municipio de Nogales, cuya cabecera municipal es la Ciudad de Nogales, se encuentra localizado al norte del Estado de Sonora; constituye la principal Frontera del Estado con los Estados Unidos de Norteamérica. Limita al norte con la población de Nogales, Arizona; al Sur colinda con los municipios de Imuris y Magdalena; al Este con el municipio de Santa Cruz y al Oeste con Sáric (ver figura 1.1).

El municipio de Nogales tiene una extensión territorial de 1,655 Km², que representa el 0.89% de la superficie estatal y el 0.08% con relación al total nacional, cuenta con 116 localidades, de las cuales 107 tienen una población entre 1-49 habitantes, 50 localidades van de 50-99 habitantes, 2 localidades entre 100-499 habitantes, 1 entre 500-999 habitantes y la Cd. de Nogales que cuenta con 131,578 habitantes según el Censo de Población y Vivienda de INEGI en 1995. Se localiza entre los paralelos 31°01'53" y 31°25'00" y los meridianos 110°38 '58" y 111°11'01" con una altitud media de 1,200 msnm.

1.3 Medio físico y geográfico

Clima.- La región en estudio presenta una temperatura media mensual de 27°C en los meses de julio y agosto, y de 8.7°C en los meses de diciembre y enero; la temperatura media anual 17.8°C. La mayor parte del año es frío, presentándose nevadas y granizos en la época de invierno.

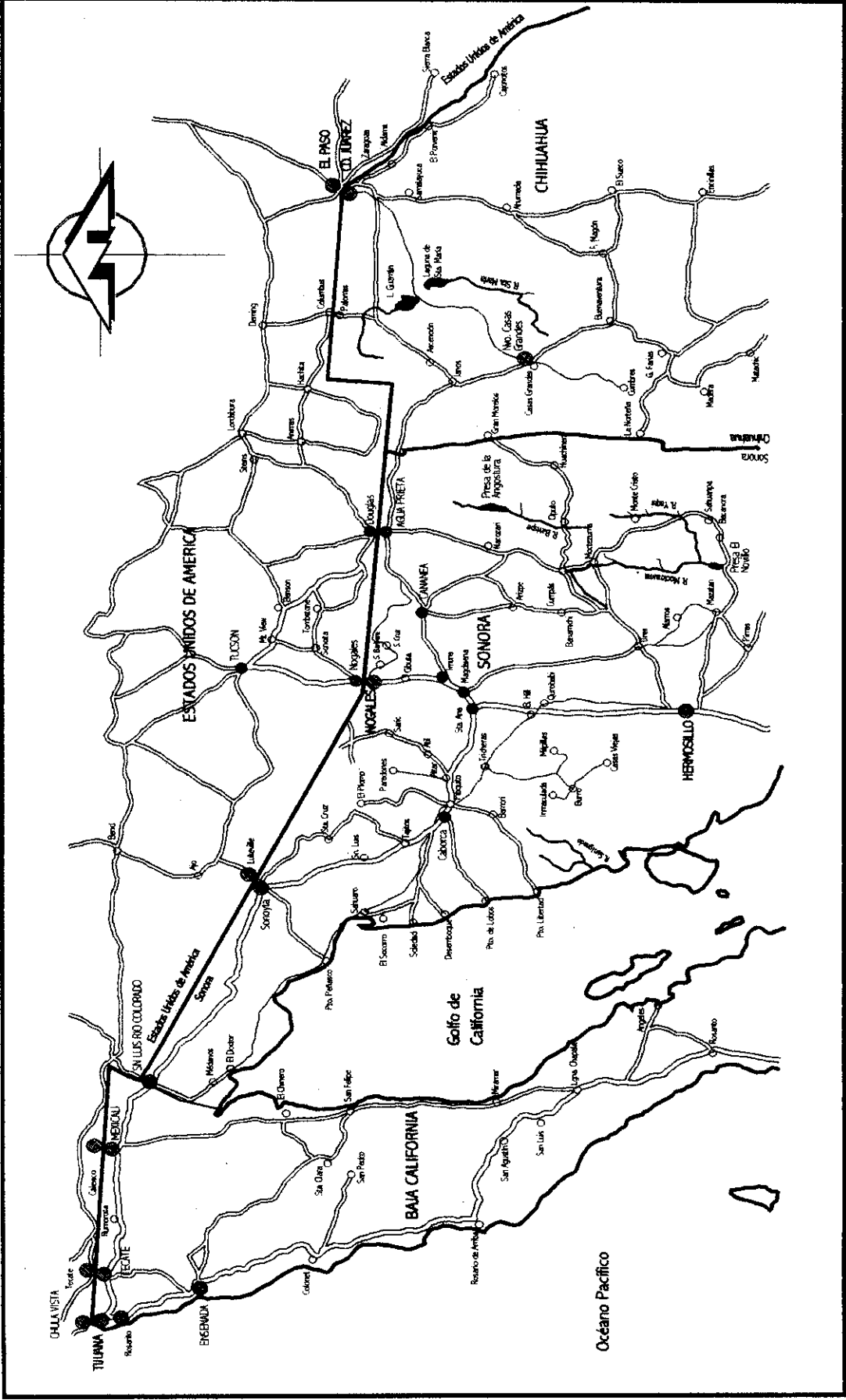
La época de lluvias se presenta en el verano, durante los meses julio y agosto, con una precipitación media anual de 433 mm, aún cuando también en invierno se presentan algunas lluvias y lloviznas. En el mes de mayo se reportan las precipitaciones mínimas y son del orden de 5.8 mm, y la máxima mensual se presenta en el mes de agosto con 108.9 mm, en el siguiente cuadro se muestran los valores medios de temperatura y precipitación a nivel mensual.

Cuadro 1.1 Temperatura y precipitación media anual

Mes	Temperatura °C	Precipitación mm
Enero	8.7	24.6
Febrero	10.5	33.6
Marzo	13.2	21.0
Abril	16.7	15.8
Mayo	20.5	5.8
Junio	24.3	16.9
Julio	27.0	91.8
Agosto	26.2	108.9
Septiembre	23.9	41.4
Octubre	19.3	17.3
Noviembre	13.0	15.4
Diciembre	10.1	36.2

La zona de estudio se localiza dentro de las regiones hidrológicas No. 7 y 8 Río Colorado y Sonora Norte, drenando las cuencas de los Ríos Magdalena y Santa Cruz.

Figura 1.1 Localización del área de estudio



Hidrografía.- Está constituida por dos corrientes; la que nace al Sur en el cañón de "Los Alisos" que da origen al río Magdalena, en cuya cuenca fluyen los arroyos Bambuto, Santa Bárbara y Planchas de Plata. El Río Magdalena forma parte de la cuenca del río Asunción, que surca la región del desierto de Altar y el arroyo de Nogales que se une al río Santa Cruz, cuyas aguas se internan en el territorio norteamericano para formar parte de la cuenca del río Gila.

Inicialmente la Ciudad de Nogales se surtía de agua potable con las aguas subterráneas del arroyo de Nogales; sin embargo, debido a los constantes incrementos de la población se tuvo la necesidad de aprovechar el agua del río Santa Cruz, este río se forma en los Estados Unidos, penetrando a territorio mexicano, uniéndose a los arroyos de Terrenate y Cuitaca, cruzando nuevamente la frontera por un sitio al oriente cercano a la Ciudad de Nogales; vuelve al territorio de Arizona donde se junta con el río San Pedro, como afluente del río Gila.

Orografía.- Pertenece a la provincia de sierras y llanuras del norte del Estado. Esta región se caracteriza por tener condiciones orográficas notablemente contrastante con el resto del territorio del Estado.

La caracterización principal es la presencia de sierras y cerros aislados, entre otros destacan los cerros El Embarcadero y La Pila, ubicados en la frontera con los Estados Unidos produciendo un estrechamiento en esta área de la ciudad. Por el poniente, se encuentran los cerros Pedregosos, Las Mariposas, Cerros Altos, Ocotillo, Celaya y la Pirinola con una altura promedio de 1,600 msnm. Por el lado Oriente tienen los cerros Cordón Largo, Cordón Atravesado, Ocotoso con una altura promedio de 1,500 msnm.

Geología.- La geología de la zona es variada, la componen rocas sedimentarias y vulcano-sedimentarias, presentan afloraciones de rocas ígneas extrusivas.

Las rocas sedimentarias son de edad terciaria representadas por areniscas y conglomerados, mezcladas con suelos de formación aluvial en el lecho de los ríos. Las rocas ígneas extrusivas también son de edad terciaria, están compuestas por riolita y toba ácida.

Clasificación y Uso del Suelo.- Dentro del municipio se localizan las siguientes unidades de suelo feozem: se localizan al este del municipio, tiene una capa superficial obscura, suave y rica en materia orgánica y nutrientes; litosol: se localiza al sur y este del municipio y presenta muy diversos tipos de vegetación que se encuentra en mayor o menor proporción en laderas, barrancas, lomeríos y algunos terrenos planos; regosol: se localiza al norte y centro del municipio presentando fases físicas lítica y gravosa. Su fertilidad es variable y su uso agrícola está principalmente condicionado a su profundidad.

1.4 Características socioeconómicas

Población.- La población reportada por el INEGI correspondiente a los últimos 6 censos y el conteo de 1995 se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 1.2 Población histórica de la Cd. de Nogales

Año	Población (hab)	Tasa Media Anual (%)
1940	15,422	
1950	26,016	5.36
1960	39,812	4.33
1970	53,494	3.11
1980	68,076	2.35
1990	107,936	4.83
1995	131,578	3.57

Con estimaciones extraoficiales antes de realizarse el Censo de 1995 por el INEGI, se aseguraba que la población de Nogales para 1996 podría ser superior a los 200,000 habitantes, señalándose como más probable la proyección del Gobierno del Estado que calculaba una población de 203,048 habitantes para 1996.

Al conocerse los datos registrados por el INEGI en el Censo de 1995, apenas 133,491 habitantes para todo el municipio, la gente de la localidad y del Gobierno del Estado señalan que no corresponde a la realidad, argumentando que existe mucha población flotante que se dice no fue contabilizada en el censo mencionado, población que llega a Nogales buscando mejores oportunidades provenientes de casi toda la República y también de Centro y Sudamérica e intenta pasar a los Estados Unidos.

Con las diferencias tan grandes entre la población registrada por INEGI y la estimada por el Gobierno del Estado, se tomó como base el Padrón de Usuarios actualizado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Conforme a lo señalado por CFE, el nivel de cobertura del servicio de energía eléctrica, es del 90.5% con 33,720 acometidas reportadas para junio de 1996. Bajo esta premisa y considerando un índice de hacinamiento de 5.0 habitantes por vivienda (con base a los datos registrados por INEGI en 1990), se estima que la población de la Cd. de Nogales es de 186,300 habitantes.

Proyección de la Población.- Se espera que la tasa de crecimiento se vaya reduciendo gradualmente a 3.5% de 1996 al año 2000 y a 3.0%, 2.7% y 2.5% (según pronósticos del Plan Maestro de Nogales) para los quinquenios que terminan en 2005, 2010 y 2015 respectivamente, previéndose que se podría mantener esta tasa por varios años más.

A continuación se presenta el cuadro de proyecciones de población tomando como datos de partida los 186,300 habitantes para 1996 resultantes de la alternativa seleccionada en párrafos anteriores y las tasas de crecimiento decrecientes hasta llegar al 2.5% anual, además, se prevé la incorporación de nuevas áreas de crecimiento contempladas en el Plan de Desarrollo Urbano de la Cd. de Nogales conocidas como Ciudad Ecológica.

Cuadro 1.3 Proyección de población de la Cd. de Nogales

Año	Cd. Nogales (hab)	Cd. Ecológica (hab)	Población Total (hab)	Tasa Media Anual (%)
1996	186,300	0	186,300	
1997	187,821	5,000	192,821	3.5
1998	188,569	11,000	199,569	3.5
1999	190,554	16,000	206,554	3.5
2000	190,784	23,000	213,784	3.5
2001	191,197	29,000	220,197	3.0
2002	191,803	35,000	226,803	3.0
2003	192,107	41,500	233,607	3.0
2004	192,615	48,000	240,615	3.0
2005	192,834	55,000	247,834	3.0
2006	198,150	56,375	254,525	2.7
2007	203,613	57,784	261,397	2.7
2008	209,226	59,229	268,455	2.7
2009	214,994	60,710	275,703	2.7
2010	220,920	62,227	283,147	2.7
2011	226,443	63,783	290,226	2.5
2012	232,104	65,378	297,482	2.5
2013	237,907	67,012	304,919	2.5
2014	243,854	68,687	312,542	2.5
2015	249,951	70,405	320,355	2.5

Nota: Los datos de población actual, proyecciones de población y demandas se obtuvieron del estudio contratado por CNA en 1996 a la empresa ADI Construcciones S.A. de C.V., denominado "Actualización del Plan Maestro para el mejoramiento de los servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Ciudad de Nogales, Sonora", el cual tiene un periodo de diseño de 15 años.

Educación.- En materia de educación media terminal a nivel técnico, Nogales cuenta con 3 escuelas de educación media superior, hay 10 planteles y de nivel superior se cuenta con el Instituto Tecnológico de Nogales y la Universidad Pedagógica Nacional.

Salud.- Con relación a los servicios de salud, a nivel regional se cuenta con las siguientes instituciones: Hospital Zonal IMSS, Clínica ISSSTE, Hospital Básico SSA, ISSSTESON y hasta el mes de noviembre de 1992 se contaba con un Hospital Municipal el cual ha sido cerrado. En el sector privado se cuenta con 8 clínicas - hospitales, 154 consultorios médicos y 75 consultorios dentales.

Población Económicamente Activa.- En 1990 la Población Económicamente Activa (PEA) ascendía a 39,081 habitantes (36.21% de la población total de la localidad reportada por INEGI), dentro de los cuales se tenían 38,286 habitantes ocupados, de los que el 1.06% se ocupaban en el sector primario, el 47.00% en el sector secundario, el 49.79% en el sector terciario y el restante 2.15% no tenía especificado el sector en el que se ocupaba.

En el siguiente cuadro se presenta la PEA ocupada por sector de actividad, registrados en los censos de INEGI de 1980 y 1990.

Cuadro 1.4 Población Económicamente Activa de 1980 y 1990.

Sector y rama de actividad	1980	1990	
	(hab)	(hab)	(%)
Sector Primario	355	404	1.06
Agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y casa	355	404	1.06
Sector Secundario	7,590	17,993	47.00
Minería	29	18	0.05
Extracción de petróleo y gas	0	67	0.17
Industria manufacturera	6,452	15,567	40.66
Electricidad y agua	40	140	0.37
Construcción	1,069	2,201	5.75
Sector Terciario	16,774	19,064	49.79
Comercio	2,730	5,226	13.64
Comunicaciones y transportes	2,632	2,169	5.67
Servicios financieros	475	566	1.48
Servicios cam/no especificados	10,937	11,103	29.00
Actividad no especificada	0	825	2.15
Total	24,719	38,286	100.00

Funciones Económicas Predominantes.- Estas funciones son: 1) puerto fronterizo, 2) centro industrial y 3) centro turístico.

Un breve análisis de estas funciones permite apreciar el grado de importancia que tiene la economía de Nogales, tanto en el ámbito nacional como en el contexto internacional.

- 1) Puerto Fronterizo. Nogales es el paso natural de la mayor parte de la producción agrícola comercial de exportación de los Valles de Culiacán y El Fuerte, en Sinaloa; de los Valles Yaqui, Mayo y Costa de Hermosillo, en Sonora y de zonas más alejadas como Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán. Basta decir que aproximadamente el 80% de las importaciones agrícolas de los Estados Unidos entran por Nogales. Esta actividad al estar necesariamente ligada con los ciclos de la actividad agrícola, crea picos en la economía de la ciudad.
- 2) Centro Industrial. Nogales cuenta actualmente con una planta industrial de importancia constituida básicamente por maquiladoras, las cuales representan una de las actividades económicas más importantes de la ciudad y de la región. Pero por otro lado, se les considera una de las causas directas de la problemática urbana que enfrenta la ciudad.

Las primeras maquiladoras se instalaron en 1967 y es a partir de entonces que Nogales se convierte en un foco de atracción para los trabajadores de la región y del centro del país. En la actualidad, Nogales participa con el 4.6% del valor agregado producido por la industria maquiladora de exportación en los Estados Fronterizos del norte de México. Asimismo, aloja al 4.2% de los establecimientos y el 5.1% del personal ocupado en este tipo de industria.

Entre 1975 y 1986 Nogales como principal centro maquilador del Estado de Sonora mantuvo una alta proporción de empleo respecto a la industria maquiladora de la entidad, oscilando entre el 70% y 80%. Sin embargo, a partir de 1988 se advierte una caída notable al grado de registrar una proporción de empleos en 1990 del 54%. Posteriormente a esta caída se observa un estancamiento en la instalación de este tipo de plantas, el cual es más notorio si se considera que la planta industrial maquiladora estatal casi se duplicó entre 1988 y 1990 a 155 unidades. Sin embargo, recientemente se ha registrado un nuevo repunte volviendo a tener atractivo para la instalación de nuevas industrias.

3) Centro Turístico. El flujo turístico a Nogales se da en dos sentidos: el que viene de Estados Unidos y el que va hacia ese país. El primer grupo se divide en el turístico local, formado básicamente por grupos o familias que cruzan la línea internacional caminando y permanecen menos de un día. El otro subgrupo es el turismo que pasa hacia el interior del país; regularmente sólo permanece el tiempo necesario para hacer los tramites migratorios.

El otro grupo turístico se mueve en el sentido inverso, es decir, de México hacia los Estados Unidos. Una parte de él está formada por el grupo turístico en su viaje de retorno; la otra parte lo compone el turismo del país en su viaje a la frontera, principalmente con motivos de compras en Nogales, Arizona.

Comunicaciones y Transportes.- Dentro de los medios que integran el sector comunicaciones están la carretera federal No. 15 de cuatro carriles, el Aeropuerto Internacional con una longitud de pista de 1,800 m, la estación de ferrocarril y central de autobuses.

El constante tráfico de diversos productos comerciales se hace a través del ferrocarril del Pacífico, además de tenerse la línea a Cananea; carreteras (Carretera Internacional México - Nogales) y líneas aéreas que hacen vuelos contratados, ya que actualmente no se tienen vuelos comerciales. Entre las líneas de pasajeros y carga que llegan hasta la frontera se encuentran: Transportes 3 Estrellas de Oro y Transportes del Pacífico.

El municipio de Nogales cuenta con una longitud total de 161.0 km de carreteras, las cuales se clasifican como sigue: 30 km de carreteras principales, es decir, carreteras pavimentadas y 131.0 km son caminos rurales o vecinales (terracerías) según datos de INEGI en 1995.

En 1982 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes instaló una estación terrena en el municipio, la cual viene a fortalecer las comunicaciones vía microondas.

Se tienen los servicios de teléfono, correo, télex, televisión (canales 2 y 13 de la red nacional). Asimismo, cuenta con cablevisión (31 canales) Canal 7 de red estatal y Canal 3 Local, además cuenta con 5 radiodifusoras en AM y 6 transmiten en FM.

En lo que a telégrafos se refiere, existe una administración en la cabecera municipal y otra en la colonia Lomas de Nogales; asimismo la Ciudad de Nogales cuenta con una oficina de correo, también cuenta con servicio de télex.

1.5 Objetivos del estudio

Revisar el potencial real de conducción de agua en los acueductos Paredes y Mascareñas y aumentar la confiabilidad del funcionamiento de dichos sistemas para aprovechar el agua disponible.

Este estudio se enfoca a la revisión del funcionamiento hidráulico actual en los acueductos Paredes y Mascareñas, para determinar el potencial óptimo disponible e identificar las opciones de conducción más convenientes, no incluye la revisión de la red de distribución ni de su operación.

1.6 Problemática de la zona

El crecimiento de las distintas ciudades del Estado de Sonora se ha dado en estas últimas fechas en forma acelerada, con el consiguiente crecimiento de la demanda de los distintos servicios.

El suministro de agua potable es uno de los problemas que enfrenta la ciudad de Nogales debido en gran parte al impulso industrial que a últimas fechas ha tenido. La capacidad de producción de las fuentes existentes se esta viendo rebasada por la demanda de la población, principalmente en época de estiaje.

La población actual de la ciudad de Nogales (año de 1998) se estima de 199,569 habitantes (según proyección estimada en el cuadro 1.3), de los cuales aproximadamente un 30% cuenta con servicio de agua durante las 24 horas del día, el 40% tiene un servicio promedio de 12 horas, el 15% tiene servicio por debajo de 12 horas y el otro 15% restante no cuenta con servicio directo de la red.

Para satisfacer la demanda de ese número de habitantes se requiere un gasto de agua potable¹ (gasto máximo diario, considerando un coeficiente de variación diaria de 1.4), de 918 lps, por lo cual es necesario llevar a cabo obras que permitan aprovechar el gasto máximo de las fuentes de captación actuales, mediante ampliación de las conducciones, adecuación de bombeos, construcción de tanques de regulación, rehabilitación y ampliación de la red de agua potable.

El sistema de suministro de agua es operado por el COAPAES Unidad Nogales, Organismo que cuenta con tres zonas de captación, mismas que en conjunto proporcionan un gasto máximo diario de 745 lps y un mínimo en época de estiaje de 703 lps.

¹ En el capítulo 5 se anexa el cálculo de la demanda futura según pronósticos del estudio de Actualización del Plan Maestro de Nogales realizado en 1996.

Cuadro 1.5 Aportación por zona de captación.

Zona de Captación	Acueducto Asociado	Gasto de Operación (lps)	
		Máximo (Lluvia)	Mínimo (Estiaje)
Paredes	Acueducto Paredes	261	236
Mascareñas	Acueducto Mascareñas	101	101
Sur	Acueducto Los Alisos	300	300
Urbana	Pozos en la zona urbana	83	66
Total		745	703

Nota: Los gastos de operación de las zonas Paredes y Mascareñas dependen de las fuentes que estén funcionando y de como estén operando. Los que se consignan consideran los resultados de la pitometría realizada en 1997; el caudal mínimo (en estiaje) corresponde al de los pozos que se encontraban operando cuando se realizó la pitometría, incluyendo al pozo Santa Bárbara II de reciente incorporación al sistema Paredes y el caudal máximo (en época de lluvias) considera únicamente la Galería Filtrante y la Noria VII, (223 lps y 38 lps respectivamente) debido a que las otras fuentes no se encontraban trabajando. En el capítulo 2 se mencionan las fuentes que integran los dos sistemas.

El acueducto Paredes así como los pozos de la zona urbana reducen su aportación en época de estiaje ocasionando problemas de abastecimiento en algunos sectores de la ciudad. Por otro lado, los pozos de la zona urbana presentan un alto riesgo en cuanto a la calidad de agua por las fugas de aguas negras y fosas sépticas, lo que hace necesario sustituir el caudal aportado por estos pozos.

La captación en la zona sur es la más reciente y cuenta con equipos de bombeo en buen estado y con electrificación. En cambio la zona oriente (Paredes y Mascareñas) todavía cuenta con algunos equipos de combustión interna que representan un porcentaje importante de su aportación.

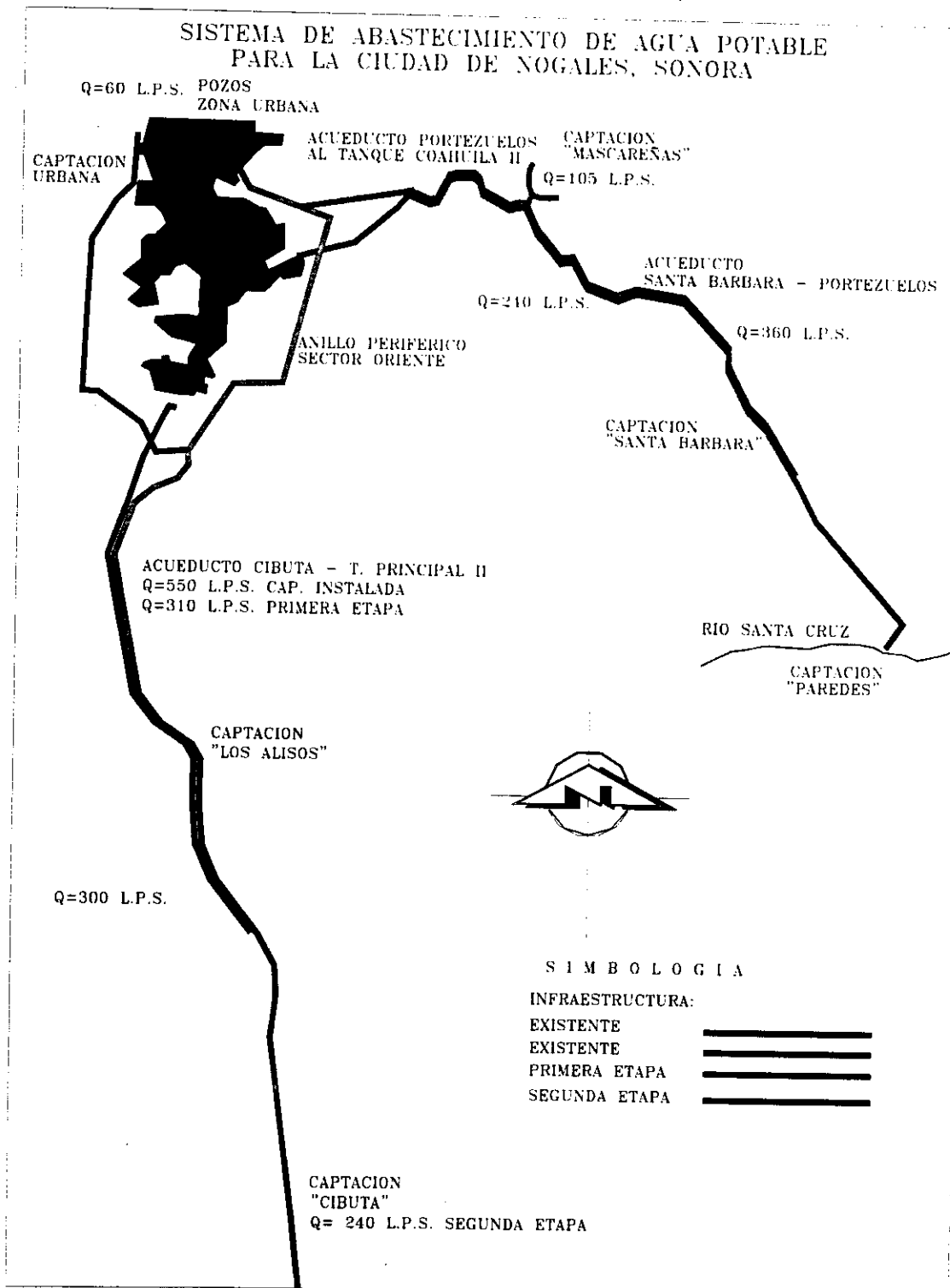
En la figura 1.2 se presenta la localización de las zonas de captación que abastecen de agua a la Ciudad de Nogales..

1.7 Justificación del estudio

Se toman como referencia los pronósticos de crecimiento de la población y de la demanda de agua potable consignados en el estudio realizado por la empresa ADI Construcciones S.A. de C.V. en 1996, denominado "Actualización del Plan Maestro para el mejoramiento de los servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Ciudad de Nogales, Sonora".

Así, para condiciones actuales (1998) se asocia una población de 199,569 habitantes que demandan un gasto medio de 656.0 lps, asociado a un gasto máximo diario de 918.1 lps (gasto con el cual se diseñan las obras de captación y las líneas de conducción) por lo que la Cd. de Nogales tiene un déficit actual de agua potable de 173.1 y 215.1 lps en época de lluvias y estiaje respectivamente y para el año 2015 el problema se agravaría más, ya que según pronósticos del Plan Maestro la población total se estima de 320,355 habitantes pronosticando un gasto medio de 1,093.2 lps, los cuales representan un gasto máximo diario de 1,530.5 lps.

Figura 1.2 Localización de las zonas de captación



En el cuadro 1.6 se presentan los pronósticos de crecimiento de la demanda de agua potable y los déficit de la misma para la Ciudad de Nogales, considerando la producción actual de sus fuentes (745 lps en época de lluvias y 703 lps en época de estiaje) y suponiendo que no se incrementen las fuentes.

Cuadro 1.6 Proyección de la demanda y déficit de la misma.

Año	Gasto Estimado		Déficit de Gasto	
	Medio (lps)	Máximo Diario (lps)	Época Lluvias (lps)	Época Estiaje (lps)
1998	656.0	918.1	173.1	215.1
2000	704.4	986.1	241.1	283.1
2005	864.9	1,210.8	465.8	507.8
2010	966.0	1,352.4	607.4	649.4
2015	1,093.2	1,530.5	785.5	827.5

Como puede observarse en el cuadro anterior para el año 2000 se tendrá un déficit de 241.1 y 283.1 lps en época de lluvias y estiaje respectivamente y para el año 2015 la oferta será superada por la demanda en un 105% en época de lluvias y un 118% en época de estiaje, por lo que es necesario aumentar la producción de las fuentes actuales o en su caso realizar nuevos proyectos para satisfacer la demanda de agua de la ciudad.

Como se mencionó en el apartado anterior, los pozos de la zona urbana presentan problemas de contaminación, por lo cual se tiene planeado sacarlos de funcionamiento aumentando aun más el problema de suministro de agua en la localidad.

Según el estudio de Actualización del Plan Maestro se tiene contemplado un nuevo acueducto en la zona de captación sur, denominado "Acueducto Cibuta" con un gasto de diseño de 550 lps, incorporándose en etapas de 110 lps la primera y 440 lps la segunda etapa.

Así, dando por descontada la cancelación de los pozos de la zona urbana (por la contaminación de que es susceptible), la oferta de agua en la ciudad quedaría integrada de la siguiente manera: la zona oriente (acueducto Paredes y Mascareñas) aporta actualmente 362 lps y 337 lps en época de lluvias y estiaje respectivamente, 300 lps del acueducto Los Alisos y 550 lps del acueducto de proyecto denominado Cibuta, resultando un gasto total de 1,212 lps y 1,187 lps en época de lluvias y estiaje respectivamente; para el año 2015 la demanda es de 1,530.5 lps resultando aún un déficit en la ciudad.

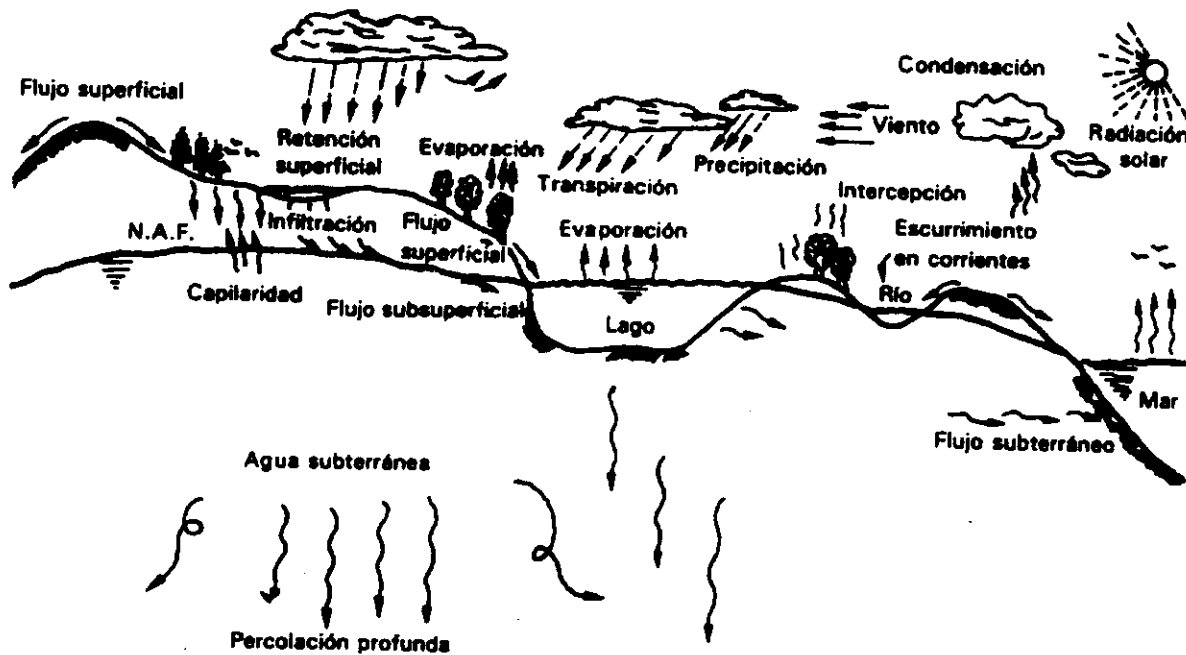
Con el fin de cumplir con los requerimientos de demanda de la Ciudad de Nogales se hace necesario aumentar al máximo el gasto de explotación en las captaciones de la zona oriente, motivo por el cual se realiza el presente trabajo, estudiando las acciones a realizarse para determinar el gasto óptimo de explotación en dicha zona.

CAPITULO 2. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

2.1 Fuentes de abastecimiento

El origen de las fuentes de que se sirve el hombre para su desenvolvimiento cotidiano es el "Ciclo hidrológico", o sea, los pasos del agua circulando durante el transcurso del tiempo a través de distintos medios. Como todo ciclo, el hidrológico no tiene ni principio ni fin, y su descripción puede empezar en cualquier punto. El agua que se encuentra sobre la superficie terrestre o muy cerca de ella se evapora bajo el efecto de la radiación solar y el viento. El vapor de agua, que así se forma, se eleva y transporta por la atmósfera en forma de nubes hasta que se condensa y cae hacia la tierra en forma de precipitación. Durante su trayecto hacia la superficie de la tierra, el agua precipitada puede volver a evaporarse o ser interceptada por las plantas o las construcciones, luego fluye por la superficie hasta las corrientes o se infiltra. El agua interceptada y una parte de la infiltrada y de la que corre por la superficie se evapora nuevamente. De la precipitación que llega a las corrientes, una parte se infiltra y otra llega hasta los océanos y otros grandes cuerpos de agua como presas y lagos. Del agua infiltrada, una parte es absorbida por las plantas y posteriormente es transpirada, casi en su totalidad, hacia la atmósfera y otra parte fluye bajo la superficie de la tierra hacia las corrientes, el mar u otros cuerpos de agua, o bien hacia zonas profundas del suelo (percolación) para ser almacenada como agua subterránea y después aflorar en manantiales, ríos o el mar. (Ver figura 2.1).

Figura 2.1 Ciclo Hidrológico



Así, gracias al ciclo hidrológico se encuentran disponibles en la naturaleza las siguientes fuentes de abastecimiento:

- a) Agua Superficial.
- b) Agua Subterránea.
- c) Agua Atmosférica y
- d) Agua Salada.

Las principales fuentes de abastecimiento son las aguas superficiales y subterráneas. Se recurre a las aguas atmosféricas y a las saladas muy raras veces y solamente cuando no existe otra posibilidad ya sea por escasas o por mala calidad de las aguas superficiales y subterráneas o también por factores económicos.

Para el caso de la zona de estudio, dentro de las aguas subterráneas se ubica el acuífero Santa Cruz y respecto a las aguas superficiales, por la zona escurre el río del mismo nombre, las principales características de las fuentes de abastecimiento se presentan a continuación:

Acuífero Santa Cruz (Aguas Subterráneas). Se localiza al sureste de la ciudad, está constituido principalmente por material de acarreo y sus fronteras están formadas por rocas ígneas extrusivas de gran espesor, se presentan afloramientos de granito, lo que representa el abatimiento del acuífero. El acuífero cuenta con una superficie de 850 km² y asciende a 116 el número de aprovechamientos (116 pozos).

La recarga del acuífero originada por infiltración del agua de lluvia y de los escurrimientos superficiales tiene lugar en los flancos montañosos, en los lomeríos y a lo largo de los cauces. El acuífero cuenta con una recarga de 35 Mm³/año; mientras que la extracción en el mismo alcanza solo 28 Mm³/año, por lo que se puede incrementar la extracción hasta en 7 Mm³/año.

A partir del estudio de evaluación realizado por la Comisión Nacional del Agua (CNA), para simular el acuífero y determinar los flujos del mismo, se concluye que es factible incrementar la extracción de agua subterránea en la porción mexicana de la cuenca del Río Santa Cruz, con objeto de interceptar parcialmente la descarga natural del acuífero. Se recomienda captar hasta un gasto adicional de 250 l/s mediante pozos o mediante la rehabilitación con incremento de la capacidad de extracción de los pozos actuales.

Los pozos pueden ser ubicados en el valle donde los niveles del agua están más someros o en terrenos adyacentes poco elevados sobre aquel. Se recomienda una profundidad tentativa de 200 a 250 m, para captar tanto el aluvión reciente como el conglomerado arenoso subyacente y en algunos sitios las tobas riolíticas fracturadas.

Río Santa Cruz (Aguas Superficiales). Este río se forma en los Estados Unidos, penetrando a territorio mexicano, uniéndose a los arroyos Terrenate y Cuitaca, cruzando nuevamente la frontera por un sitio al oriente, cercano a la Ciudad de Nogales, después vuelve a territorio de Arizona, donde se junta con el río San Pedro, con afluente del río Gila.

Como se mencionó anteriormente, la cuenca del Río Santa Cruz es la principal zona de recarga del acuífero Santa Cruz, provocada por la infiltración de lluvia y del escurrimiento del Río Santa Cruz, que recorre una importante longitud de dicho acuífero.

2.2 Captación

Debe entenderse como obra de captación a la estructura o estructuras que nos permiten recolectar en las mejores condiciones posibles, el agua de la fuente elegida. Dichas obras varían de acuerdo a la naturaleza de la fuente de abastecimiento, su localización y magnitud. El diseño de la obra de captación debe ser tal que se eviten las posibilidades de contaminación del agua.

La zona de captación del área de estudio es conocida como "Zona Oriente", localizada precisamente al oriente de la ciudad. Esta zona se subdivide en dos: Captación Paredes y Captación Mascareñas.

2.2.1 Zona de Captación Paredes

Esta zona de captación se localiza entre el Rancho Paredes y el Ejido Santa Bárbara, se integra de las siguientes obras de captación: una Galería Filtrante, dos pozos someros (Noria VII y Noria IV) y dos pozos profundos (Santa Bárbara I y Santa Bárbara II) ubicados sobre la margen derecha del río Santa Cruz en una franja de 11.2 km. Las características de cada obra de captación se describen en los siguientes párrafos.

Galería Filtrante. La Galería Filtrante se localiza en el Ejido Paredes sobre el río Santa Cruz y consiste en una tubería de lámina galvanizada marca ARMCO, acomodada en forma longitudinal, bajo el lecho del cauce del río.

La tubería galvanizada es de 91, 76 y 45 cm de diámetro, con longitudes de 474, 724 y 405 metros respectivamente, dando un total de 1,603 m de tubería colectora cuyo flujo del agua en el subsuelo es captado mediante barrenaciones circulares, de 1/2" de diámetro aproximadamente, que tiene la tubería sobre el lomo del tubo, distribuidos a cada 10 ó 15 cm de separación a lo largo del tubo. La profundidad de alojamiento de la tubería colectora es de 3 a 4 metros con pendiente media de 4 al millar.

Existen también a lo largo de la tubería colectora varios registros o pozos de observación sobre el lecho del arroyo que permiten dar mantenimiento a la tubería en caso de azolvamiento (ver figura 2.2).

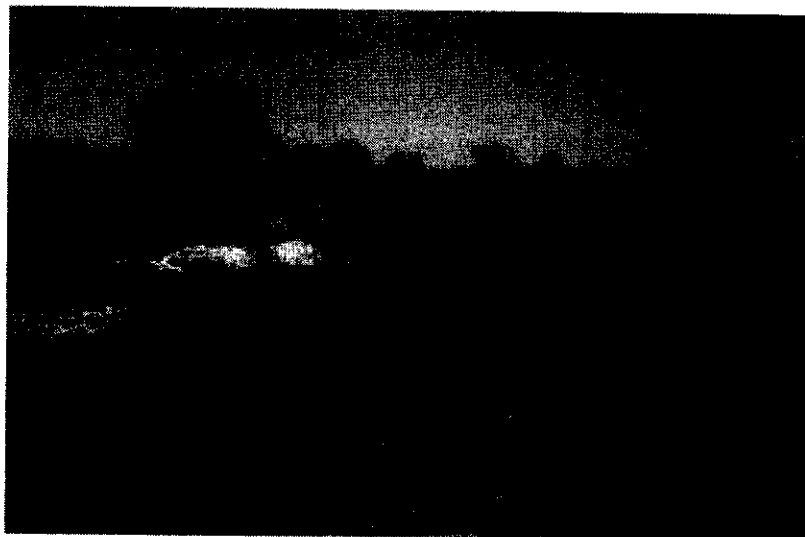
A raíz de las avenidas pluviales extraordinarias que se presentaron a principios de 1993 en el río Santa Cruz, los pozos de observación y parte de la galería se azolvaron, por lo que se procedió a su inmediata rehabilitación y además se reforzó y amplió.

La ampliación de la galería filtrante se hizo con tubería de acero semiranurada de 16" de diámetro, ubicados casi transversal a los escurrimientos del Río Santa Cruz. La tubería de acero está colocada en tres tramos paralelos (en forma de peine) y que descargan en una tubería colectora de material de PVC de 16 pulgadas de diámetro, que funciona como receptora del agua proveniente de la tubería de acero ranurada.

La galería filtrante produce un gasto máximo de 231 l/s, reduce su producción durante períodos de estiaje debido principalmente a que el nivel freático en el río baja en esta época por los escasos escurrimientos que presenta el mismo.

Aunado a lo anterior, el nivel freático en la región de Paredes es muy sensible a las condiciones superficiales del Río Santa Cruz, ya que se desarrolla en el espesor de los materiales aluviales del propio cauce del río y de sus márgenes con un ancho menor de 500 m y con espesores menores a los 150 m, lo cual restringe la recarga a una sola dirección hacia aguas arriba del cauce.

Figura 2.2 Galería Filtrante



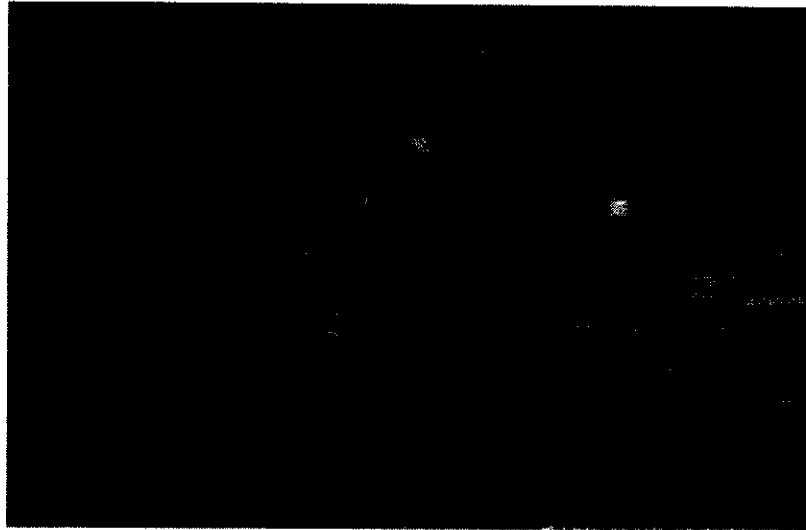
En la figura se puede observar uno de los registros que sirven para dar mantenimiento a la tubería colectora de la Galería Filtrante, además se puede ver el río Santa Cruz.

Noria VII. *Se encuentra ubicada en el Ejido Paredes, tiene una profundidad de 13.8 m, el diámetro de la noria es de 2.0 m construido con anillos de concreto con un espesor de 0.14 m, carece de electrificación por lo que cuenta con Motor de Combustión Interna de 110 Hp marca Detroit Diesel GMC, cabezal de engranados de 80 Hp relación 1:1 para 1760 RPM, cuerpo de tazones modelo 10 de 1 paso. En la parte superior de la noria se tiene una estructura metálica que se prolonga desde la base del motor para darle soporte a los cabezales y el equipo de bombeo. (Ver figura 2.3).*

Se incorpora al acueducto Paredes con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 8" de diámetro con una longitud de 58.6 m.

En la figura 2.3 se presenta la Noria VII, donde se puede ver el motor de combustión interna y los tanques de Diesel que lo abastecen.

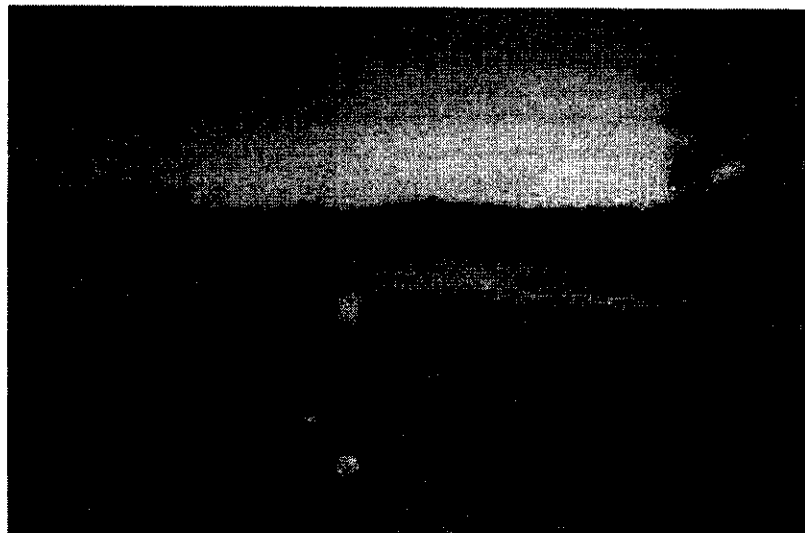
Figura 2.3 Noria VII



Noria IV. Se encuentra ubicada en un predio del Ejido Paredes a la altura del km 31 de la carretera de terracería Nogales - San Lázaro y al oriente del Valle Santa Cruz. Tiene una profundidad de 12.9 m, el diámetro de la noria es de 2.0 m construido con anillos de concreto con un espesor de 0.14 m, carece de electrificación, actualmente no cuenta con equipo de bombeo, por lo que esta fuera de operación. (Ver figura 2.4).

Se incorpora al acueducto Paredes con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 10" de diámetro con una longitud de 33.8 m.

Figura 2.4 Noria IV



En la figura se presenta la Noria IV donde se observa que no cuenta con equipo de bombeo, al fondo se ve el registro donde descarga el agua. La descarga de las norias es a superficie libre, es decir, el agua descarga sobre un registro que a su vez esta conectado con el acueducto.

Pozo Santa Bárbara I. Se encuentra ubicada en el Ejido Santa Bárbara, tiene una profundidad de 285 m, el diámetro del ademe es de 16" (0.41 m), carece de electrificación pero cuenta con Motor de Combustión Interna de 350 Hp turbocargado marca Cummins, cabezal de engranados de 180 Hp relación 1:1 para 1,760 RPM, cuerpo de tazones de 6 pasos modelo 12 MB con tazón de succión de 8" de diámetro marca Nassa Johnston. Cuenta con caseta de vigilancia, tiene una base de piedra y concreto para el motor de combustión interna, un brocal construido de los mismos materiales para soporte del cabezal y el equipo de bombeo. (Ver figura 2.5).

Se incorpora al acueducto Paredes con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 12" de diámetro con una longitud de 37.2 m.

En la figura 2.5 se presenta el pozo Santa Bárbara I, donde se observa el motor de combustión interna, el tanque de combustible (5,000 litros) que lo abastece, la caseta de vigilancia y la tubería de descarga. La descarga del pozo es a presión.

Figura 2.5 Pozo Santa Bárbara I

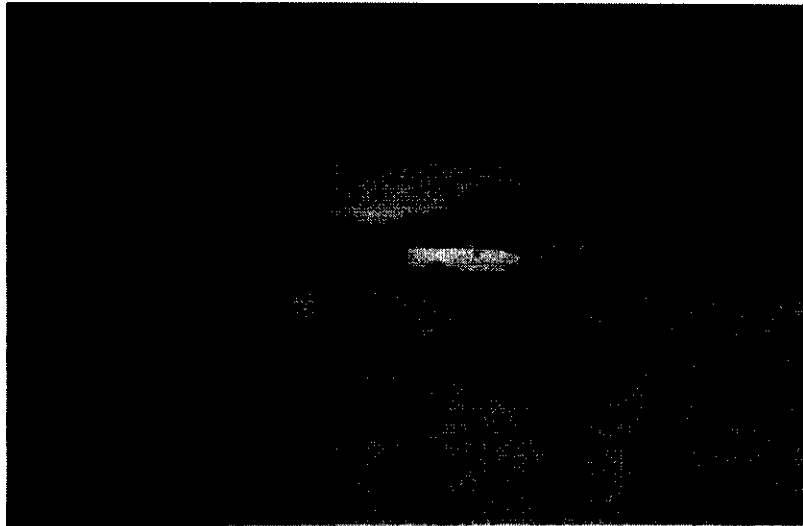


Pozo Santa Bárbara II. Se encuentra ubicada en el Ejido Santa Bárbara, tiene una profundidad de 204 m, el diámetro del ademe es de 16" (0.41 m), cuenta con Motor de Combustión Interna de 240 Hp turbocargado marca Detroit GMC (carece de electrificación), cabezal de engranados de 180 Hp relación 1:1 para 1,760 RPM, cuerpo de tazones de 5 pasos modelo 14 MC con tazón de succión de 10" de diámetro. No cuenta con caseta de vigilancia, tiene una base de piedra y concreto para el motor de combustión interna, un brocal construido de los mismos materiales para soporte del cabezal y el equipo de bombeo. (Ver figura 2.6).

Se incorpora al acueducto Paredes con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 10" de diámetro con una longitud de 44.6 m.

En la figura se presenta el pozo Santa Bárbara II, donde se observa el motor de combustión interna, el tanque de combustible (1,000 litros) que lo abastece, la tubería de descarga y las condiciones en que se encuentra el pozo (sin protección y sin caseta de vigilancia).

Figura 2.6 Pozo Santa Bárbara II



2.2.2 . Zona de Captación Mascareñas.

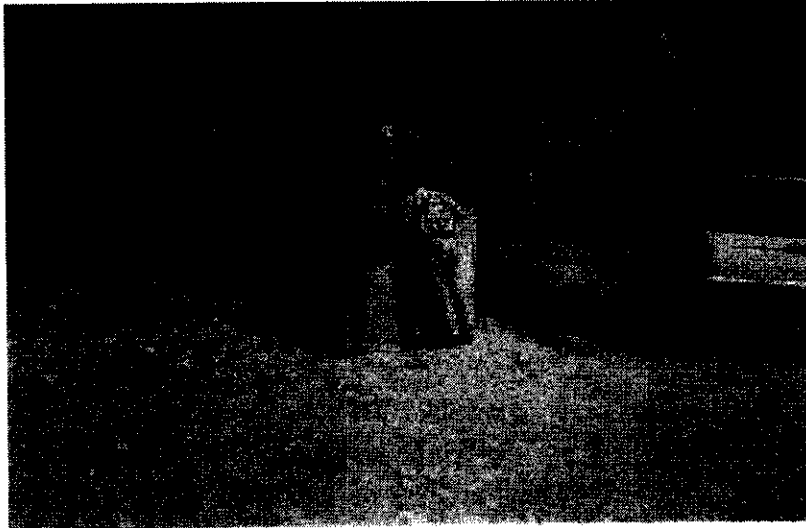
Esta zona de captación se encuentra en el ejido "Mascareñas", de donde toma el nombre y se localiza aproximadamente a 12 km hacia el Sureste de la ciudad. Actualmente la integran 7 pozos que captan un volumen aproximadamente de 101 l/s. La captación Mascareñas al igual que la captación Paredes depende de los escurrimientos superficiales y subterráneos del Río Santa Cruz.

Las obras de captación que integran esta zona son Noria II, Noria I, Pozo Casitas I, Pozo Alamito, Pozo 8, Pozo 3 y Pozo 5, ubicados en ambas márgenes del río Santa Cruz en una franja de 2.9 km. Las características de cada obra de captación se describen a continuación.

Noria II. Se localiza en el Ejido Mascareñas, tiene una profundidad de 13.8 m, el diámetro de la noria es de 2.0 m construido con anillos de concreto con un espesor de 0.14 m, carece de electrificación (aun cuando a menos de 500 m se localizan pozos electrificados) pero cuenta con Motor de Combustión Interna de 240 Hp marca Perkins, cabezal de engranados de 20 Hp relación 1:1 para 1,760 RPM, cuerpo de tazones modelo 10 de 1 paso marca Peerless. En la parte superior de la noria se tiene una estructura metálica que se prolonga desde la base del motor para darle soporte a los cabezales y el equipo de bombeo. El predio no esta cercado ni delimitado. (Ver figura 2.7). Es el inicio del acueducto Mascareñas.

En la figura 2.7 se presenta la Noria II, donde puede verse el motor de combustión interna, el tanque de Diesel que lo abastece, el soporte del motor y la tubería de descarga.

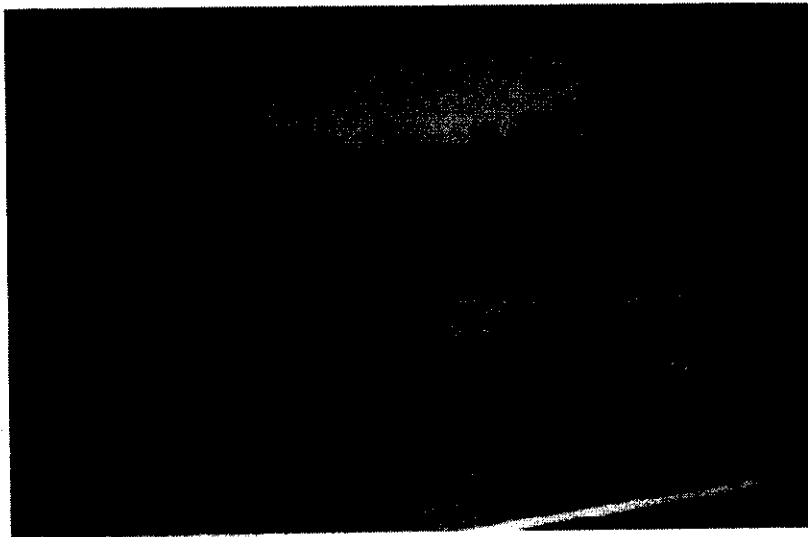
Figura 2.7 Noria II



Noria I. Se ubica en la margen derecha del río Santa Cruz en el Ejido Mascareñas. Tiene una profundidad de 10.5 m medidos a partir de la parte superior del brocal, el diámetro de la noria es de 2.0 m construido con anillos de concreto con un espesor de 0.14 m, carece de electrificación, actualmente esta fuera de operación. (Ver figura 2.8).

Se incorpora al acueducto Mascareñas con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 8" de diámetro con una longitud de 5 m.

Figura 2.8 Noria I



En la figura 2.8 se presenta la Noria I, donde puede observarse que no cuenta con equipo de bombeo, además puede verse que la noria se localiza prácticamente sobre el lecho del río.

Pozo Alamito. Se ubica dentro del Ejido Mascareñas, entre sus características principales se puede mencionar que cuenta con electrificación, tiene una caseta de control, el pozo tiene una profundidad de 38.1 m, el diámetro del ademe es de 16" (0.41 m), motor eléctrico de 7.5 Hp, 220 V, bomba tipo sumergible con cuerpo de tazones modelo 5 de 3 pasos. Actualmente se encuentra fuera de servicio.

Se incorpora al acueducto Mascareñas con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 6" de diámetro con una longitud de 10 m.

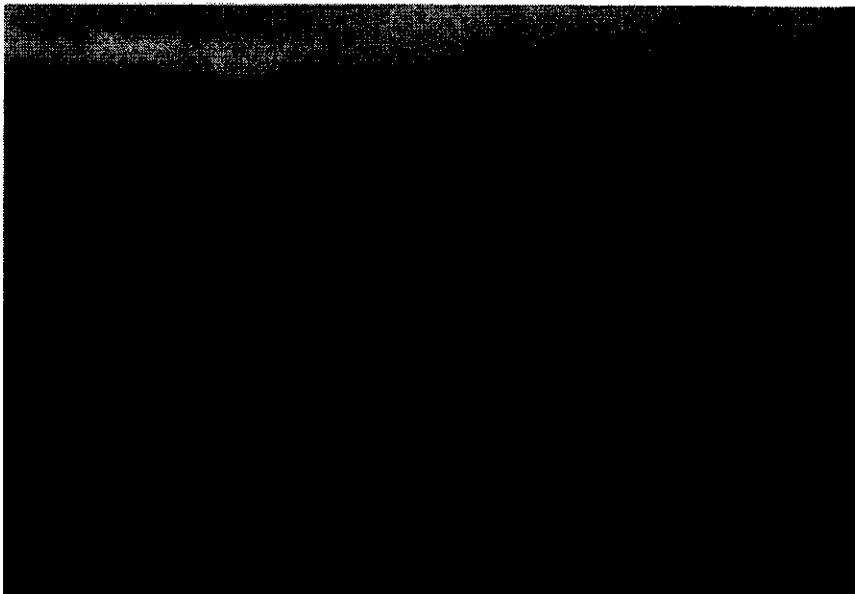
Pozo Casitas I. Se localiza dentro de un predio propiedad del Organismo Operador (COAPAES Unidad Nogales) en el Ejido Mascareñas, cuenta con electrificación, caseta de control donde se aloja el tablero de controles, también se utiliza para almacenar tubería, tiene una profundidad de 70.0 m, el diámetro del ademe es de 16" (0.41 m), cuenta con motor eléctrico de 40 Hp de 3 fases y 440 V, bomba tipo sumergible con cuerpo de tazones modelo 6 de 2 pasos. Actualmente se encuentra fuera de servicio.

Se incorpora al acueducto Mascareñas con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 6" de diámetro con una longitud de 75 m.

Pozo No. 8. Se localiza en la margen derecha del río Santa Cruz dentro del Ejido Mascareñas, tiene una profundidad aproximada de 118 m, el diámetro del ademe es de 16" (0.41 m), cuenta con electrificación, caseta de control, tiene un brocal de tabique y concreto, además cuenta con un atraque para soporte del tren de descarga. Actualmente el equipo de bombeo se encuentra caído, es decir, el equipo está dentro del pozo por lo que fue imposible conocer las características de la misma y el motor eléctrico no se encontraba en el sitio. (Ver figura 2.9).

Se incorpora al acueducto Mascareñas con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 8" de diámetro con una longitud de 470 m.

Figura 2.9 Pozo No. 8

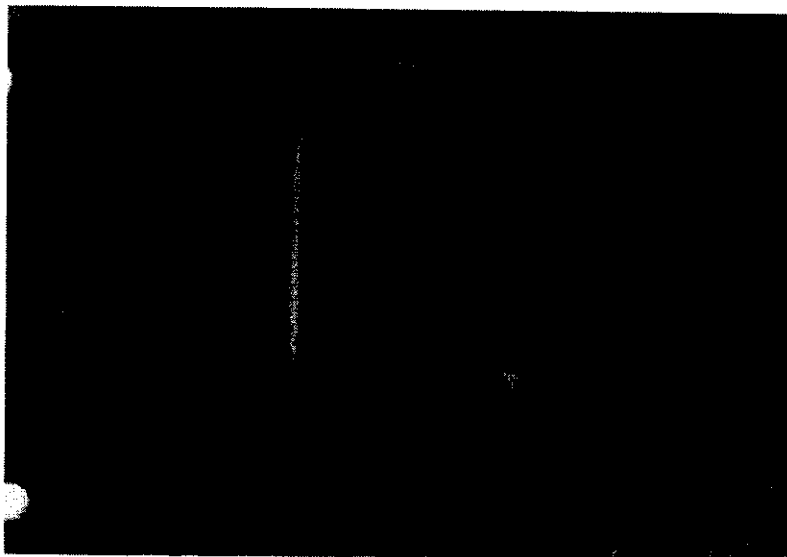


Como puede observarse en la figura, el pozo no cuenta con el equipo de bombeo porque el equipo esta dentro del pozo; solamente tiene el tren de descarga.

Pozo No. 3. Se ubica en la margen izquierda del río Santa Cruz dentro el Ejido Mascareñas, tiene una profundidad aproximada de 118 m, el diámetro del ademe es de 16" (0.41 m), cuenta con electrificación, caseta de control, no tiene brocal, solo una plancha de concreto en mal estado que soporta el tren de descarga. Tiene motor eléctrico de 50 Hp de 440 V marca KSV, la bomba es de tipo sumergible con cuerpo de tazones modelo 8 de 5 pasos marca KSV. (Ver figura 2.10).

Se incorpora al acueducto Mascareñas con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 10" de diámetro con una longitud de 516.4 m.

Figura 2.10 Pozo No. 3



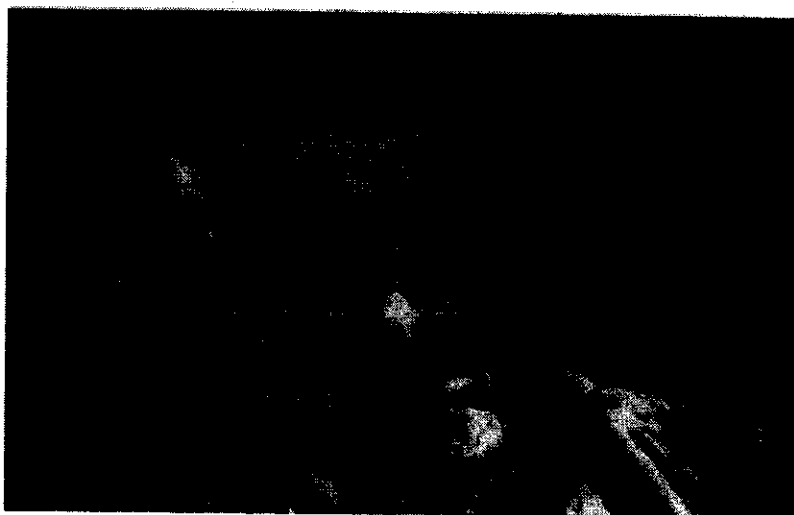
En la figura se puede ver la caseta de control del Pozo No. 3, así como el tren de descarga, se observa que no cuenta con cerca de protección el pozo.

Pozo No. 5. Se ubica en la margen izquierda del río Santa Cruz dentro del Ejido Mascareñas, la profundidad del pozo es de 118 m, el diámetro del ademe es de 16" (0.41 m), cuenta con caseta de control, no tiene brocal, solo una plancha de concreto en mal estado que soporta el tren de descarga, además de 2 muros de contención de piedra. El pozo esta electrificado, tiene motor eléctrico vertical flecha hueca de 125 Hp de 440/240 V, 4 polos, 3 fases marca Siemens, la bomba es de tipo sumergible con cuerpo de tazones modelo 12 MB de 5 pasos. (Ver figura 2.11).

Se incorpora al acueducto Mascareñas con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 10" de diámetro con una longitud de 927 m.

En la figura siguiente se observa el equipo de bombeo y el tren de descarga del Pozo No. 5, se puede ver que no existe ninguna cerca de protección.

Figura 2.11 Pozo No. 5



2.3 Conducción

La conducción es la parte del sistema de agua potable constituida por un conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento desde el lugar de la captación hasta un punto que puede ser un tanque de regularización o un cárcamo para una segunda conducción o a una planta potabilizadora. La conducción puede ser a gravedad, a bombeo o una combinación de ambas.

El estudio comprende 2 líneas de conducción: Acueducto Paredes y Acueducto Mascareñas.

Acueducto Paredes. Tiene su inicio en el Ejido Paredes y su descarga en el tanque Portezuelos, recorriendo una longitud de 27.05 km con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 24" (0.61 m) de diámetro clase A-5 y A-7².

El km 0+000 corresponde al registro colector de la galería, a partir de este punto y hasta el km 18+530 la tubería es de A-C. clase A-5; del km 18+530 y hasta el km 22+338.9 la tubería es clase A-7 y de aquí hasta el final (km 27+048.7) la tubería es de A-C clase A-5, siendo todo el acueducto de 24" (0.61 m) de diámetro.

Este acueducto sigue un trazo paralelo a la vía del ferrocarril en su mayor parte, salvo en los primeros 2.5 km, donde atraviesa algunos terrenos particulares.

Como ya se mencionó anteriormente, este acueducto es alimentado por una galería filtrante que toma agua del río Santa Cruz, así como de dos norias (Noria VII y IV) y dos pozos profundos (Santa Bárbara I y II). La descripción del sistema se realiza en el apartado 2.5.

² Las tuberías de Asbesto Cemento Clase A-5 y A-7 son las que de acuerdo a su fabricación resisten presiones hasta de 5 kg/cm² y 7 kg/cm² respectivamente

Acueducto Mascareñas. Tiene su inicio en la Noria II localizada en el Ejido Mascareñas, descarga también en el tanque Portezuelos.

Con una longitud total de 6.3 km en los siguientes diámetros y longitudes: de 16" en una longitud de 1.3 km, 24" en aproximadamente 0.4 km de longitud y en 30" para el resto, es decir, para 4.6 km aproximadamente. La tubería es de asbesto - cemento y sus clases son A-5 y A-7. La tubería de 16", 24" y 3.2 km de 30" de diámetro son clase A-7 y 1.4 km de tubería de 30" es clase A-5. A este acueducto se asocian dos norias y cinco pozos incorporándose en los primeros 2.9 km.

2.4 Regularización

Se define como "Regularización" a la parte del sistema de abastecimiento que permite almacenar o regular agua para después utilizarla para satisfacer las demandas variables de la población. Se acumula agua en el tanque cuando la demanda de la población es menor que el gasto de llegada; el agua acumulada se utilizará cuando la demanda sea mayor en la red. Generalmente esta regularización abarca un período de 24 horas.

Para el presente estudio se asocia el Tanque Portezuelos, al cual descargan los dos acueductos que se analizan en el trabajo.

Tanque Portezuelos. Es el punto de descarga de los acueductos Paredes y Mascareñas, se encuentra a 4.0 km al Oriente de la Ciudad de Nogales, el camino de acceso al sitio del tanque es de terracería.

El tanque esta construido a base de concreto armado, con 57.4 m X 33.6 m (1,928 m²) y profundidades de 4.0 m en la cámara 1 y 3, 4 m en la cámara 2, resultando un volumen total de 7,000 m³; sin embargo, solo se tiene un volumen útil de 3,140 m³.

Las obras de llegada de los acueductos consisten en pequeñas cajas de concreto de 2.0 m x 3.0 m y 2.0 m de profundidad. Estas cajas se comunican directamente al tanque principal funcionando como desarenadoras.

En el tanque se lleva a cabo la aplicación de cloro al agua conducida hasta los tanques de la ciudad, para ello se cuenta con un cuarto aparte donde se dosifica su aplicación. Existen otras edificaciones propias del tanque como son caseta para la radio y para controles eléctricos y casa del operador.

Además de ser tanque de regularización es un rebombeo. De este punto se bombea el agua a los tanques Torreón y Héroes a través de 2 líneas de conducción de 20" de diámetro cada una, ambas conducciones cuentan con 4 equipos de bombeo.

2.5 Descripción de los sistemas

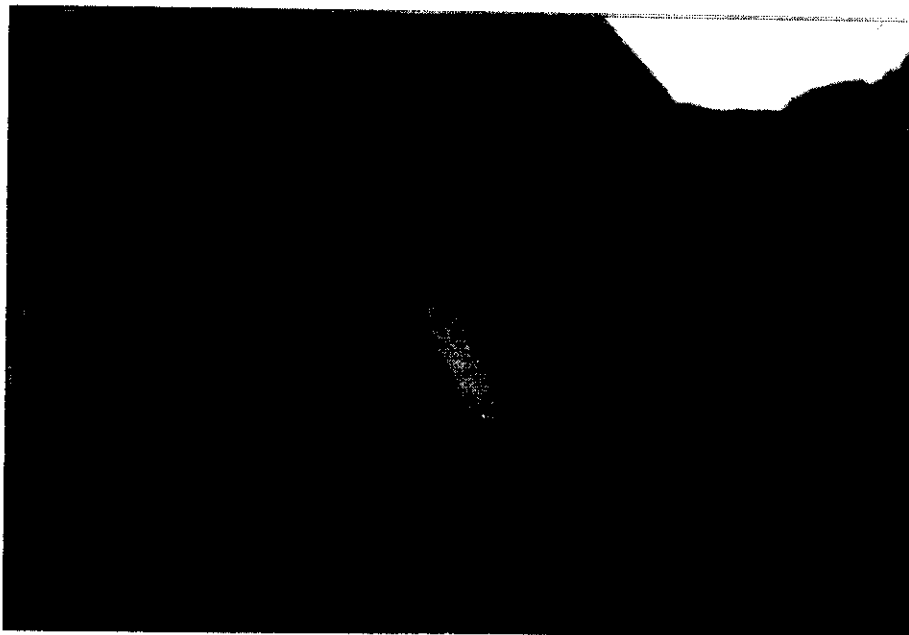
Los sistemas Paredes y Mascareñas están integrados de la siguiente manera:

Acueducto Paredes. El acueducto funciona a gravedad y se integra de una galería filtrante, dos norias (Noria VII y IV) y dos pozos profundos (Santa Bárbara I y II). Las norias descargan al acueducto a descarga libre, es decir, a través de cajas a cielo abierto que provocan que la tubería trabaje como canal hacia aguas arriba y los pozos profundos descargan al acueducto a presión.

El inicio del acueducto se considera en uno de los registros de la galería, más adelante en el km 1+599.6 se incorpora la Noria VII, en el km 2+359.1 se incorpora al acueducto la Noria IV (actualmente fuera de operación); en el km 3+127.9 anteriormente se incorporaba la Noria II (Rancho Paredes) dicha noria esta fuera de operación definitivamente, el pozo Santa Bárbara I se incorpora al acueducto Paredes en el km 10+158.4 y en el km 11+221.8 el pozo Santa Bárbara II.

Cabe hacer mención que las Norias VII y IV, se incorporan al acueducto a superficie libre, es decir, la descarga se hace sobre un registro a cielo abierto, por lo que en este punto el acueducto pierde presión. (Ver figura 2.12).

Figura 2.12 Registro donde Descarga la Noria VII



En la figura anterior se puede ver como descarga a superficie libre la Noria VII perdiéndose así la presión sobre el acueducto Paredes.

La Noria II descargaba a cielo abierto en un registro que tiene 3.5 m de altura, actualmente la Noria II esta fuera de operación definitivamente, por lo anterior y tomando en cuenta que el registro aún funciona, a partir de este punto (km 3+127.9) se inició el análisis para el diagnóstico del acueducto. (Ver figuras 2.13 y 2.14).

En las figuras siguientes se puede ver como se derrama el agua sobre el registro ubicado en el km 3+127.9 perdiéndose así la presión sobre la línea, esto debido a que la noria descargaba a superficie libre. En este punto es donde inicia el análisis para la calibración y el diagnóstico del acueducto Paredes.

Figura 2.13 Registro donde Descargaba la Noria II

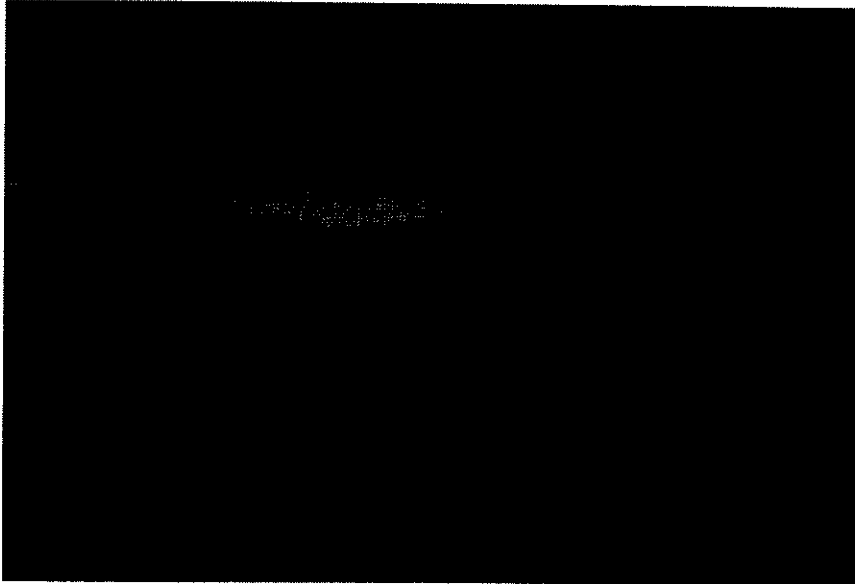


Figura 2.14 Registro donde Descargaba la Noria II



El acueducto Paredes tiene una derivación hacia el acueducto Mascareñas localizado en el km 20+613.1, dicha derivación se hace a través de una tubería de Asbesto Cemento de 12" (30.5 cm) y descarga al Rebombeo Malvinas I.

El acueducto tiene su inicio en la elevación 1,000.00 y la descarga se encuentra en la cota 978.04 teniendo que pasar la tubería por un cerro donde la altura máxima tiene una cota de 977.6 y se localiza en el km 24+214.9. Este cerro limita la capacidad de conducción del acueducto.

Acueducto Mascareñas. *Se integra de dos norias (Noria II y I) y de cinco pozos profundos (Pozo Alamito, Casitas I, Pozo No. 8, Pozo No. 3 y Pozo No. 5).*

El acueducto tiene su inicio en la Noria II (km 0+000), en el km 0+221.3 se incorpora la Noria I, el pozo Alamito se incorpora en el km 0+759.1 y el pozo Casitas I en el km 0+974.6; estas 4 obras de captación descargan sus aguas al Rebombeo Malvinas I localizado en el km 1+321.6.

El Pozo No. 8 se incorpora en el km 1+706.3, el Pozo No. 3 en el km 2+236.8 y en el km 2+852.8 se incorpora el Pozo No. 5. El acueducto descarga al tanque Portezuelos en el km 6+292.2.

El Rebombeo Malvinas I se ubica en la cota 929.24 y bombea actualmente un gasto de 100.7 lps producto de la Norias II y del gasto que se deriva del acueducto Paredes. Cabe recordar que la Noria I, pozo Alamito y pozo Casitas I, actualmente se encuentran fuera de servicio. Los Pozos No. 8, No. 3 y No. 5 descargan al acueducto a presión.

El nivel de terreno en el punto de inicio del acueducto (Noria II) es la cota 929.37 y la descarga es en la cota 978.04, por lo que esta conducción es a bombeo.

El acueducto Mascareñas pasa a través de un túnel con una longitud de 161 m, inicia en el km 4+586 y termina en el km 4+747.

CAPITULO 3. ESTUDIOS BÁSICOS DE CAMPO

Para la ejecución satisfactoria de este trabajo fue necesario hacer algunos estudios básicos de campo, esto con el propósito de tener datos más confiables para obtener resultados más exactos.

Los estudios que se realizaron son: Estudios Topográficos, Estudios Manométricos y Pitométricos y Estudios de eficiencia electromecánica y pruebas de bombeo. Dichos estudios fueron realizados por la Empresa Consultora "Multiestudios Grupo Asociado S.A. de C.V."

Los resultados obtenidos y las descripciones de estos estudios se presentan en los siguientes apartados.

3.1 Estudios Topográficos

Los trabajos de topografía consistieron primeramente en localizar los acueductos, para después hacer el trazo de una poligonal de apoyo empleando el método de las radiaciones (ángulo y distancia), midiendo de vértice a vértice, ángulos y distancias, con teodolito y medidor de distancias electrónico, además se realizó sobre la misma poligonal la nivelación diferencial, orientaciones astronómicas y calas sobre la línea de conducción.

Poligonal de Apoyo y Nivelación Diferencial. Los vértices de las poligonales de apoyo se ubicaron sobre trompos con estaca testigo, en la cual se marco con pintura de aceite el número de identificación correspondiente, asimismo algunos de los vértices se ubicaron sobre las cajas de válvulas que integran los sistemas Paredes y Mascareñas, estos vértices se ubicaron sobre clavos para concreto, marcando con pintura de aceite el número de identificación correspondiente a cada vértice.

Una vez trazadas las poligonales de apoyo, se determinó la posición de los pozos y norias que integran cada uno de los sistemas de estudio.

El organismo operador, no tiene implantados en la zona sistemas de coordenadas y altimétrico (bancos de nivel), por lo que los trabajos realizados se refirieron a un sistema arbitrario, basándose en la carta H12B41 de INEGI.

Los valores adoptados para el PI-1 0+000 (Galería Filtrante) son:

X= 526,250.00

Y= 3'447,650.00

Z= 1,000.00

Con objeto de facilitar la localización del trazo de apoyo, se referenciaron 2 PI por kilómetro estas referencias se ubicaron sobre elementos fijos localizados en la zona, quedando debidamente señalados con pintura de aceite para facilitar su localización.

Orientaciones Astronómicas. Con objeto de controlar angularmente los trazos y determinar el rumbo de partida para el cálculo de coordenadas, se realizaron orientaciones astronómicas a cada 5 km aproximadamente, así como al principio y al final, empleando el método de las distancias zenitales, determinando el azimut de la línea orientada con una aproximación de 1 minuto.

Calas sobre las líneas de conducción. Con objeto de definir el estado físico y clase de las tuberías de las líneas de conducción, se realizaron calas las cuales consistieron en la apertura de zanjas con la profundidad necesaria hasta descubrir las tuberías y poder realizar la inspección.

Elaboración de planos. Una vez concluidos los trabajos de campo, la información levantada se revisó en gabinete, realizando los cálculos necesarios como son cálculo de orientaciones astronómicas, coordenadas y nivelaciones, para posteriormente dibujar los planos en computadora empleando AUTOCAD V-14.

En los planos se representa la planta, mostrando el trazo de la poligonal de apoyo con cadenamientos en los vértices, tabla de coordenadas, escala gráfica, croquis de localización, simbología, norte astronómico y notas correspondientes, en la parte inferior se representa el perfil, indicando las elevaciones del terreno natural así como sus cadenamientos correspondientes, detallando los accidentes topográficos de consideración.

A continuación se presentan los planos topográficos del Sistema Paredes (Plano 1 y 2) y del Sistema Mascareñas (Plano 3).

Los planos del sistema Paredes tienen las siguientes escalas: la planta es escala 1:20,000, mientras que el perfil cuenta con una escala horizontal 1:20,000 y la escala vertical es 1:400. El plano topográfico del sistema Mascareñas tiene las siguientes escalas: la planta es escala 1:10,000, mientras que el perfil cuenta con una escala horizontal 1:10,000 y la escala vertical es 1:400.

MAWA

MAWA

MAWA

3.2 Estudios Manométricos y Pitométricos

Estos estudios consisten en medir sobre la tubería la presión manométrica y el gasto que circula sobre la misma.

Para realizar estos trabajos las herramientas utilizadas son: válvula de inserción, máquina insercionadora, varilla calibradora, tubo Pitot, Manómetro Diferencial, Registrador de Velocidad, Registrador de Presión Diferencial, Brocas Machuelo, Líquidos Manométricos, material de laboratorio como embudo, probeta, etc. y algunos artículos como cinta métrica, gráficas para registrador de velocidad y presión diferencial, llaves españolas, martillo, etc.

Las mediciones se hicieron para un total de siete puntos asociados a la descarga de los pozos y para otros seis sobre la línea de conducción, tanto del acueducto Paredes como del acueducto Mascareñas. Los puntos donde se hicieron las mediciones en las líneas son: cuatro en el acueducto Paredes y dos en el Mascareñas, y corresponden a los relacionados en el cuadro 3.1.

Para el caso de las mediciones sobre las líneas de conducción, se realizaron dos series: la primera con la operación de la galería filtrante, pozos y norias, misma que fue desechada por corresponder a una operación intermitente de tales captaciones; la segunda serie, finalmente aceptada, fue realizada con la operación de la galería filtrante únicamente, debido a que para entonces las demás captaciones se encontraban fuera de operación temporalmente. Fue la segunda serie de mediciones la aceptada, en virtud de que con ella resultaba más adecuado realizar la calibración hidráulica de los acueductos (definición de los coeficientes de rugosidad). En el cuadro 3.1 se consignan los resultados de gasto y presión con base a las mediciones sobre los acueductos Paredes y Mascareñas, mismos con los que se hace la calibración del funcionamiento hidráulico.

**Cuadro 3.1 Resultados Manométricos y Pitométricos sobre los acueductos.
Época de Lluvias.- Galería Filtrante Operando**

Acueducto	Cadenamiento	Elevación de Terreno (m)	Presión Medida (m)	Elevación Piezométrica (m)	Gasto Medido (l/s)
Paredes	A 10+150.5	968.14	18.50	986.64	229.98
	B 10+158.4	967.82	18.50	986.32	231.40
	C 14+356.8	959.61	32.00	991.61	222.98
	D 22+417.8	938.30	44.00	982.30	159.62
Mascareñas	E 1+321.6	929.24	65.00	994.24	100.70
	F 3+479.1	965.68	21.00	986.68	152.07

En la figura 3.1 se observa el momento en que se esta haciendo la medición de gasto en el punto "E" localizado sobre el acueducto Mascareñas, a la salida del Rebombeco Malvinas I (km 1+321.62). Puede verse el registrador de velocidad y el Tubo Pitot ya instalados sobre la línea. La medición de velocidades para los puntos ubicados sobre los acueductos Paredes y Mascareñas se realiza durante 24 horas continuas.

Figura 3.1 Medición pitométrica sobre el Acueducto Mascareñas (km 1+321.62)



Para el caso de las mediciones en norias y pozos, se aceptó la primera serie de mediciones, pues el objetivo de tales mediciones era conocer el gasto que aportan a los sistemas cuando estas operan, máxime que la pitometría en este tipo de captaciones se complementa determinando la curva de operación de los equipos de bombeo; para las norias y pozos, en la segunda serie de mediciones pitométricas, se procedió a verificar los resultados para las captaciones en operación sobre el acueducto Mascareñas.

En el cuadro 3.2 se resumen los caudales medidos para los pozos y norias.

Cuadro 3.2 Resultados Manométricos y Pitométricos sobre la obras de captación. Época de Estiaje.

No.	Obra de Captación	Aforo Pitométrico	
		Gasto (lps)	Presión (m)
ACUEDUCTO PAREDES			
1	Galería Filtrante	--	--
2	Noria VII	38.00	10.00
3	Noria IV	--	--
4	Pozo Santa Barbara I	48.24	24.50
5	Pozo Santa Barbara II	59.98	29.00
Suma norias y pozos		146.22	--
ACUEDUCTO MASCAREÑAS			
1	Noria II	40.88	4.50
2	Noria I	--	--
3	Pozo Casitas I	5.47	2.50
4	Pozo Alamito	--	--
5	Pozo 3	26.14	60.00
6	Pozo 5	28.75	76.50
7	Pozo 8	--	--
Suma norias y pozos		101.24	--

Notas:

- En la Galería Filtrante no se realizaron aforos en época de estiaje, el Q=90 l/s es el estimado;
- En la Noria IV no se realizó pitometría porque al momento de los trabajos se encontraba desinstalado el equipo de bombeo.
- En la Noria I y el pozo Alamito, no se realizó pitometría porque al momento de los trabajos no se encontraban en operación.
- En el pozo 8 no se realizaron los estudios de pitometría porque el equipo se encontraba "caído" (dentro del pozo).

Con lo anterior se concluye que para el caso del acueducto Paredes en época de estiaje las obras de captación producen 236.2 lps (adicionando el gasto estimado de la galería filtrante que es de 90 lps) y en época de lluvias solamente la galería filtrante es capaz de producir un gasto de 231.4 lps.

Para el caso del acueducto Mascareñas, las obras de captación producen un gasto de 101.2 lps, sin considerar los gastos de la Noria I, Pozo Alamito y Pozo No. 8, que actualmente están fuera de operación.

3.3 Estudios de eficiencia electromecánica y pruebas de bombeo

3.3.1 Eficiencia Electromecánica.

Los estudios de eficiencia electromecánica se realizan con el objeto de conocer la eficiencia del conjunto bomba - motor bajo ciertas condiciones de trabajo, así también conocer los factores eléctricos del pozo como son voltaje, amperaje y factor de potencia.

Se efectuaron las mediciones eléctricas del amperaje, comprobando la capacidad y protección de cada arrancador. Esta actividad se realiza únicamente para los pozos electrificados, por lo que dicho estudio solo se realizó a los pozos Casitas I, Pozo No. 3 y Pozo No. 5 en la zona de captación Mascareñas. El pozo Alamito y Pozo No. 8 también están electrificados, pero no se les hizo el estudio por estar fuera de operación.

En los cuadros 3.3 a - c se presentan los resultados del estudio de eficiencia electromecánica para los Pozos Casitas I, Pozo No. 3 y Pozo No. 5.

Cuadro 3.3a Eficiencias Electromecánica. Pozo Casitas I

Concepto	Unidad	Operación Nominal	Abertura de la Válvula				
			0%	1%	20%	50%	100%
Gasto	lps	5.0	0.0	5.5	5.0	5.0	5.0
Nivel Dinámico	m	58.18	58.05	58.31	58.18	58.18	58.18
Voltaje	Volts	450.0	449.3	449.6	450.0	450.0	450.0
Amperaje	Amps.	36.7	38.7	37.3	36.6	36.6	36.6
Factor de Potencia	--	72.0	71.9	72.0	72.0	72.0	72.0
Potencia Hidráulica	Hp	3.8	0.0	4.4	3.8	3.8	3.8
Potencia Eléctrica	Hp	27.6	29.0	28.1	27.6	27.6	27.6
Eficiencia Total	%	13.85	0.0	15.60	13.85	13.85	13.85
Eficiencia Motor	%	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00
Eficiencia Bomba	%	16.89	0.0	19.62	16.89	16.89	16.89

Cuadro 3.3b Eficiencias Electromecánica. Pozo No. 3

Concepto	Unidad	Operación Nominal	Abertura de la Válvula				
			0%	25%	50%	75%	100%
Gasto	lps	25.1	0.0	17.0	24.3	25.4	28.1
Nivel Dinámico	m	49.00	40.10	36.05	43.15	46.00	48.55
Voltaje	Volts	449.0	450.0	449.0	449.7	449.3	450.3
Amperaje	Amps.	59.3	44.0	56.0	58.3	59.3	59.3
Factor de Potencia	--	83.5	83.2	83.5	83.5	83.6	83.5
Potencia Hidráulica	Hp	36.3	0.0	22.6	33.9	35.9	40.2
Potencia Eléctrica	Hp	51.6	38.3	48.7	50.8	51.7	51.8
Eficiencia Total	%	70.41	0.0	46.34	66.82	69.34	77.67
Eficiencia Motor	%	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00
Eficiencia Bomba	%	85.86	0.0	56.51	81.48	84.56	94.71

Cuadro 3.3c Eficiencias Electromecánica. Pozo No. 5

Concepto	Unidad	Operación Nominal	Abertura de la Válvula				
			0%	25%	50%	75%	100%
Gasto	lps	28.1	--	25.1	26.6	27.2	28.2
Nivel Dinámico	m	27.90	--	26.00	26.20	27.70	28.00
Voltaje	Volts	440.0	--	440.3	440.3	440.0	440.6
Amperaje	Amps.	95.0	--	91.3	95.0	96.0	96.7
Factor de Potencia	--	88.3	--	88.3	88.3	88.2	88.1
Potencia Hidráulica	Hp	36.2	--	36.5	37.4	36.3	36.4
Potencia Eléctrica	Hp	85.7	--	82.4	86.3	86.5	87.1
Eficiencia Total	%	42.21	--	44.24	43.36	69.34	41.78
Eficiencia Motor	%	92.85	--	92.85	92.85	82.00	92.85
Eficiencia Bomba	%	45.46	--	47.64	46.69	84.56	44.99

3.3.2 Pruebas de Bombeo.

Se realizó el estudio de las pruebas de bombeo para los pozos o norias existentes que se encontraron en operación, para los pozos se realizó durante 24 horas determinando los parámetros de bombeo y curvas características del comportamiento del acuífero, con objeto de obtener el gasto óptimo de explotación; para las norias se realizó un aforo por el tiempo que fue necesario de acuerdo al comportamiento del nivel freático.

En el cuadro 3.4 se resumen resultados de las pruebas de bombeo, presentando el gasto máximo y el gasto óptimo de explotación para las obras de captación que conforman los sistemas Paredes y Mascareñas.

Cuadro 3.4 Resultados de las Pruebas de Bombeo

No.	Obra de Captación	Gasto De Aforos	
		Máximo (l/s)	Óptimo (l/s)
ACUEDUCTO PAREDES			
1	Galería Filtrante	231.40	90.00 estiaje 231.40 lluvia
2	Noria VII	50.90	30.00
3	Noria IV	43.33	32.00
4	Pozo Santa Barbara I	99.82	70.00
5	Pozo Santa Barbara II	131.14	80.00
	Suma en galería	231.40	90.00 estiaje 231.40 lluvia
	Suma norias y pozos	325.19	212.00
ACUEDUCTO MASCAREÑAS			
1	Noria II	79.32	34.00
2	Noria I	24.12	20.50
3	Pozo Casitas I	11.50	9.00
4	Pozo Alamito	7.66	6.00
5	Pozo 3	--	25.00
6	Pozo 5	32.52	27.00
7	Pozo 8	--	25.00
	Suma norias y pozos	155.12	146.50

Notas:

- En la Galería Filtrante no se realizaron pruebas de bombeo.
- En el pozo 3 no se realizaron las pruebas de bombeo porque el Organismo Operador ya tenia este estudio.
- En el pozo 8 no se realizaron las pruebas de bombeo porque el equipo se encontraba "caído" (dentro del pozo).
- Para los pozos 3 y 8 se estima un caudal de 25 lps, muy semejante al gasto recomendado para el pozo 5.
- Los gastos asentados para la Galería Filtrante son: en el caso de los 231.4 lps el medido en el estudio pitométrico y los 90 lps son estimados por el Organismo Operador.

Del cuadro 3.4 se concluye que el gasto óptimo de explotación del sistema Paredes es, para época de estiaje de 302.0 lps y para época de lluvias de 443.4 lps considerando en ambos casos todos los pozos y norias que integran el sistema, asimismo para el sistema Mascareñas el gasto óptimo de explotación es de 146.5 lps tomando en cuenta todas las obras de captación que lo componen.

Las actividades principales asociadas a cada uno de los pozos y norias aforadas son:

- Desinstalación e instalación de equipo bomba - motor en las norias o pozos a aforar o inspeccionar.
- Para los pozos, desincrustación y pistoneo en caso de ser necesario.
- Para los pozos, determinación de los parámetros de bombeo.
- Aforo de pozos o norias con equipo de bombeo; para el caso de pozos, durante 24 hrs.; para el caso de norias, se realizó un aforo por el tiempo que fue necesario de acuerdo al comportamiento del nivel freático, por lo que dichos aforos, en general fueron de menos de 24 hrs.

CAPITULO 4. ANÁLISIS HIDRÁULICO EN CONDICIONES ACTUALES

4.1 Ecuaciones básicas

Las ecuaciones básicas utilizadas en el desarrollo de este trabajo son: Gasto medio diario, gasto máximo diario y horario, velocidades máxima y mínima y pérdidas de carga por fricción; conceptos que a continuación se describen.

- ♦ **Gasto Medio Diario.** El gasto medio es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio.

El gasto medio diario es:

$$Q_{med} = \frac{D \times P}{86,400}$$

Donde:

Q_{med} = Gasto medio diario, en lps
 D = Dotación, en l/hab/día
 P = Número de habitantes

- ♦ **Gasto Máximo Diario y Horario.** Los gastos máximo diario y horario, son los requeridos para satisfacer las necesidades de la población en un día de máximo consumo, y a la hora de máximo consumo en un año tipo, respectivamente.

Los gastos máximo diario y horario se obtienen a partir del gasto medio con las siguientes expresiones:

$$Q_{Md} = Q_{med} \times CV_d$$

$$Q_{Mh} = Q_{Md} \times CV_h$$

Donde:

Q_{Md} = Gasto máximo diario, en lps
 Q_{Mh} = Gasto máximo horario, en lps
 CV_d = Coeficiente de variación diaria (1.40)
 CV_h = Coeficiente de variación horaria (1.55)
 Q_{med} = Gasto medio diario, en lps

- ♦ **Velocidades Máxima y Mínima.** Las velocidades permisibles del líquido en un conducto están gobernadas por las características del material del conducto y la magnitud de los fenómenos transitorios. Existen límites tanto inferiores como superiores. La velocidad mínima de escurrimiento se fija, para evitar el azolvamiento de partículas en el ducto. La velocidad máxima será aquella con la cual no deberá ocasionarse erosión en las paredes de las tuberías. En el cuadro 4.1 se presentan valores de estas velocidades para diferentes materiales de tubería.

Cuadro 4.1 Velocidades Máxima y Mínima permisibles en tuberías

Material de la tubería	Velocidad (m/s)	
	Máxima	Mínima
Concreto Simple hasta 45 cm de diámetro	3.00	0.30
Concreto Reforzado hasta 60 cm de diámetro o mayores	3.50	0.30
Concreto Presforzado	3.50	0.30
Acero con revestimiento	5.00	0.30
Acero sin revestimiento	5.00	0.30
Acero Galvanizado	5.00	0.30
Asbesto Cemento	5.00	0.30
Fierro Fundido	5.00	0.30
Hierro Dúctil	5.00	0.30
Polietileno de alta densidad	5.00	0.30
PVC (Policloruro de Vinilo)	5.00	0.30

Nota : La velocidad máxima es considerando que se han resuelto los problemas asociados a fenómenos transitorios.

- ♦ **Pérdidas de carga por fricción.** El coeficiente de fricción es la variable de diseño que permite calcular las pérdidas de energía en el escurrimiento por un conducto.

Se ha determinado que en el diseño de conductos a presión de sistemas de agua potable, para obtener las pérdidas de energía se utilice el modelo de Darcy - Weisbach. Esto se debe a:

- El modelo de Darcy - Weisbach tiene un fundamento teórico, respecto al esfuerzo cortante entre la pared de la tubería y el líquido, así como a la viscosidad del mismo.
- Su rango de aplicación no se restringe a las variables experimentales, como sucede con los modelos experimentales de Hazen - Williams y Manning.
- Este modelo considera a los tres tipos de regímenes de flujo (laminar, transición y turbulento), lo cual no ocurre con el modelo empírico de Hazen - Williams.

- Debido a la automatización por computadora del proceso de cálculo de las redes de agua potable, se facilita el uso de modelos complicados, que en otro tiempo tuvieron que ser sustituidos por aproximaciones experimentales.

Por las razones anteriores para este estudio las pérdidas de energía se calcularán con el modelo de Darcy - Weisbach, el cual se describe en el siguiente apartado.

4.2 Formula de Darcy - Weisbach

La fórmula de Darcy - Weisbach se usará en el presente trabajo para el cálculo de pérdidas por fricción en el diseño de conductos a presión para agua potable, y la expresión es la siguiente:

$$h_f = f \frac{L v^2}{D 2g}$$

Donde:

- h_f = Pérdida de energía por fricción, en m.
- f = Coeficiente de fricción, adimensional.
- L = Longitud de la tubería, en m.
- D = Diámetro interno del tubo, en m.
- v = Velocidad media, en m/s.
- g = Aceleración de la gravedad, en m/s².

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la expresión:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.71} + \frac{2.51}{R_e \sqrt{f}} \right)$$

Donde:

- f = Coeficiente de fricción, adimensional.
- ε = Rugosidad, en mm.
- R_e = Número de Reynolds, adimensional.
- D = Diámetro interno del tubo, en mm.

Y el número de Reynolds está dado por la expresión :

$$R_e = \frac{vD}{\nu}$$

Donde:

R_e = Número de Reynolds, adimensional.

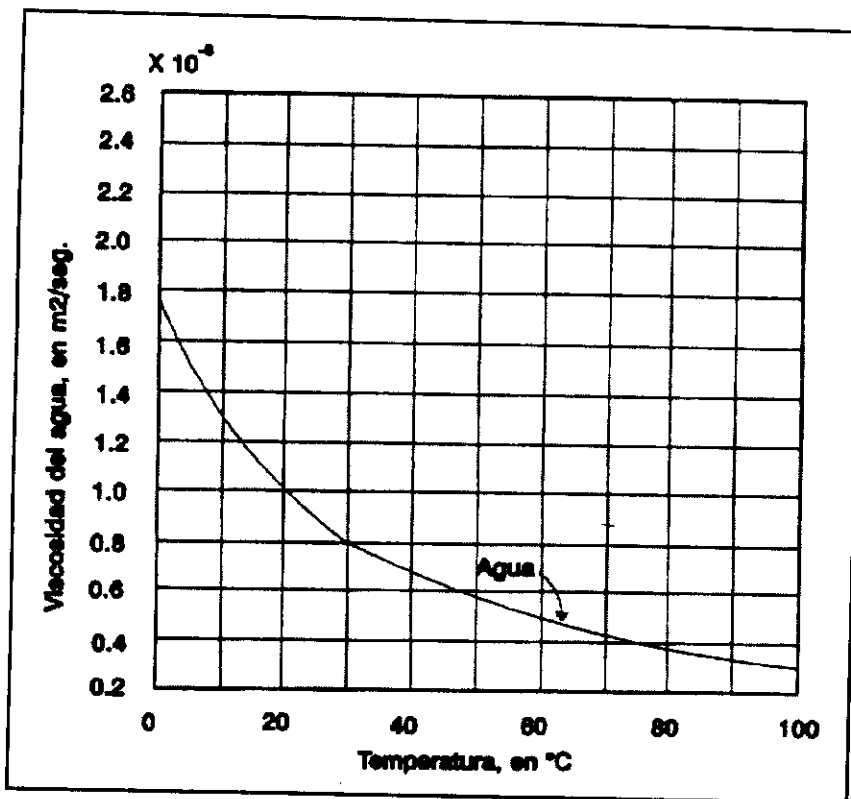
v = Velocidad media, en cm/s.

D = Diámetro interno del tubo, en cm.

ν = Viscosidad cinemática del tubo , en cm^2/s .

La viscosidad cinemática ν varía con la temperatura ; para una temperatura de 20°C la viscosidad cinemática del agua es $1 \text{ m}^2/\text{seg}$ (Ver figura 4.1).

Figura 4.1 Viscosidad Cinemática



Existe una gráfica que relaciona estas expresiones, y es conocida como "Diagrama de Moody" (Ver figura 4.2).

Algunos valores de la rugosidad ϵ de los materiales se presentan en el cuadro 4.2.

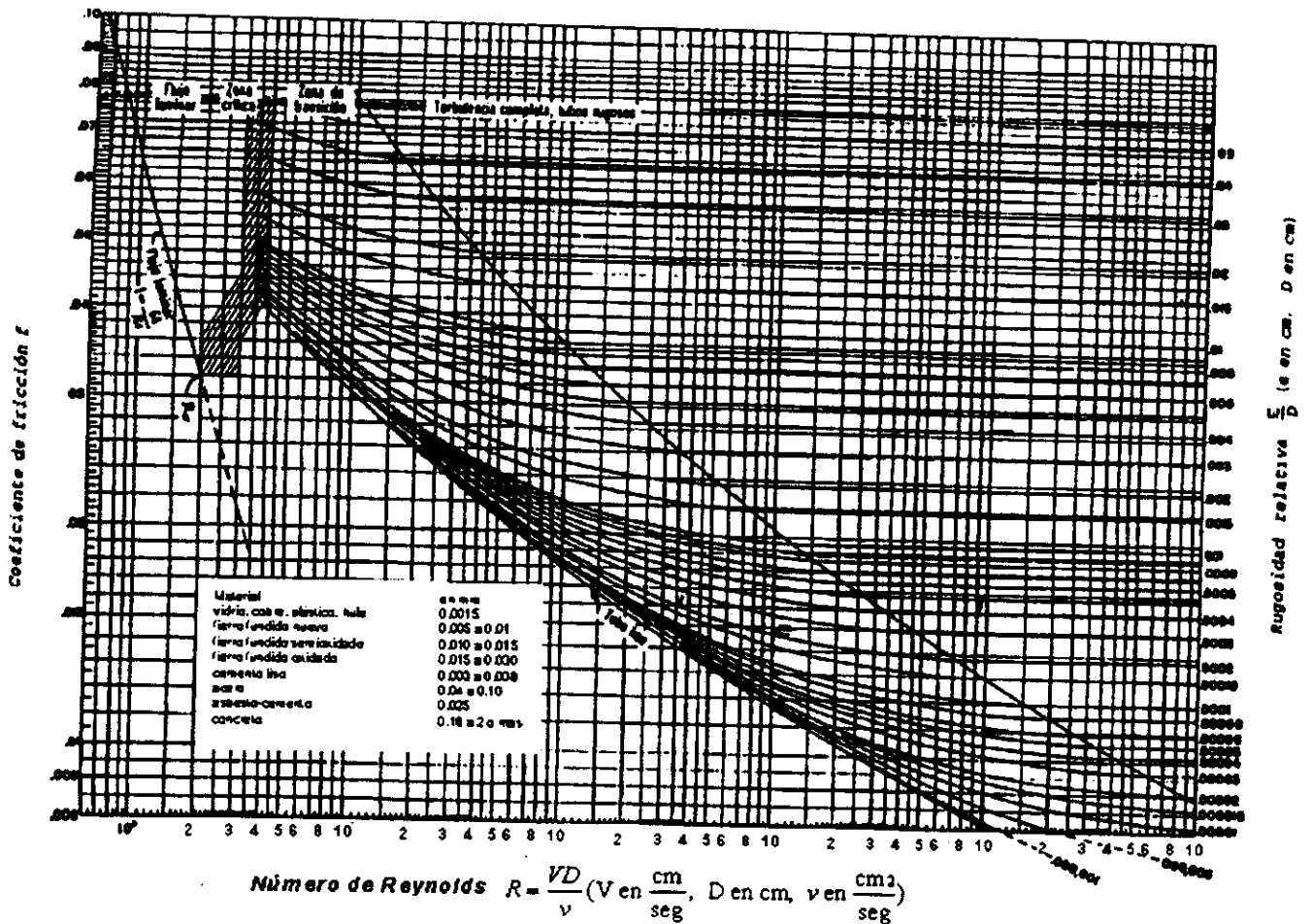
Cuadro 4.2. Rugosidad ϵ de algunos materiales

Material	ϵ en mm
Cobre, PVC, Polietileno de alta densidad	0.0015
Fierro Fundido	0.005 a 0.03
Acero	0.04 a 0.10
Asbesto Cemento	0.025
Concreto	0.16 a 2.0

Nota : Para fierro fundido el valor de ϵ será de 0.005; cuando se use fierro fundido oxidado será de 0.030.

Con concreto liso el valor de ϵ será de 0.16 ; si se tiene concreto áspero ϵ será de 2.0

Figura 4.2 Diagrama de Moody



4.3 Acueducto Paredes

4.3.1 Calibración de la rugosidad de la tubería

Se parte del análisis del acueducto Paredes; ello por su mayor longitud, por contar con más puntos de medición y dado que, en época de lluvia (cuando se realizó el estudio manométrico y pitométrico sobre el acueducto), solo operaba la galería filtrante.

Para realizar la calibración del acueducto se toman en cuenta las condiciones actuales de operación, es decir, la operación exclusiva de la galería filtrante, así como los registros de descargas a cielo abierto de las Norias VII, IV y II en el km 1+599.6, 2+359.1 y 3+127.9 respectivamente. Debido a que las norias descargan a cielo abierto en estos puntos se pierde la carga que trae el acueducto, por lo que el análisis del mismo en condiciones actuales inicia en el km 3+127.9.

Tomando en consideración los resultados del estudio manométrico y pitométrico, así como las condiciones de operación actual sobre el acueducto, se realizaron simulaciones del comportamiento hidráulico del acueducto, analizando diferentes valores de " ϵ " (rugosidad) según la fórmula de Darcy - Weisbach a fin de obtener el coeficiente de fricción " f " y la línea piezométrica asociada, misma que, para cada gasto medido, se compara con las presiones también medidas a fin de obtener el valor de rugosidad real de la tubería.

En el siguiente cuadro se presentan los puntos sobre el acueducto donde se realizaron las mediciones de presión y gasto sobre el acueducto Paredes, así como la elevación piezométrica resultante.

**Cuadro 4.3 Mediciones sobre el acueducto Paredes
Época de Lluvias.- Galería Filtrante Operando**

Cadenamiento	Presión Medida (m)	Elevación Piezométrica (m)	Gasto Medido (l/s)
A 10+150.476	18.5	986.64	230.0
B 10+158.374	18.5	986.32	231.4
C 14+356.803	32.0	991.61	223.0
D 22+417.814	44.0	982.30	159.6

Cabe hacer mención que las mediciones de presión y gasto sobre el acueducto no se realizaron al mismo tiempo, es decir, no se instalaron los cuatro medidores de presión y gasto en el mismo instante, causa por la cual los gastos medidos son diferentes.

Debido a lo anterior se realizaron simulaciones con cada uno de los gastos registrados en las mediciones de los puntos A, B y C variando las ϵ (rugosidad) hasta hacer checar las presiones medidas con las presiones resultantes de la simulación en cada uno de los puntos; arrojando los siguientes resultados:

1. Se inicia el análisis revisando el acueducto con una $\epsilon=0.025$ (rugosidad del Asbesto Cemento nuevo) y un $Q=231.4$ lps resultando una elevación piezométrica en la descarga de 978.95 m y una carga de 0.91 m.

2. Para igualar la carga leída en el punto A, resulta una $\varepsilon=0.420$ (superior a la rugosidad del concreto liso), con esta rugosidad no se llega al punto de descarga, es decir, falta presión para llegar a la descarga (carga a la llegada del tanque -4.65 m), por lo que se descarta esta rugosidad.
3. Para calibrar la presión leída en el punto B, resulta una $\varepsilon=0.491$ (superior a la rugosidad del concreto liso), al igual que el análisis anterior con esta rugosidad no se llega al punto de descarga (carga a la llegada del tanque -5.49 m), por lo que se descarta esta rugosidad.
4. Para calibrar la carga leída en el punto C, resulta una ε muy pequeña (inferior a la rugosidad del PVC ó cobre), por lo que se descarta también esta rugosidad.

Por lo anterior se concluye que no se puede hacer la calibración tomando como base las cargas leídas en las mediciones realizadas, así entonces se procede a hacer otras simulaciones tomando como referencia los gastos medidos en los puntos C y D del acueducto Paredes por ser estos las mediciones realizadas casi al mismo tiempo.

Para un $Q=223.0$ lps se hacen simulaciones con una $\varepsilon=0.025$, $\varepsilon=0.050$, $\varepsilon=0.070$, $\varepsilon=0.159$, $\varepsilon=0.420$ y $\varepsilon=0.090$ definiéndose esta última como la que mejor representa el comportamiento hidráulico del acueducto Paredes, arrojando los siguientes resultados:

$$\varepsilon \text{ (rugosidad)} = 0.090$$

Para un gasto de 223 l/s (km. 0+000 a 20+613)

$$f \text{ (coeficiente de fricción)} = 0.01505$$

Para un gasto de 159.6 l/s (km. 20+613 a tanque), ya derivados 63.4 l/s a Mascareñas

$$f \text{ (coeficiente de fricción)} = 0.01560$$

resultando una elevación piezométrica en la descarga en el tanque Portezuelos de 978.63 m, y una carga de 0.59 m.

Las memorias de cálculo se presentan en el apartado de anexos.

Una vez obtenida la calibración del coeficiente de rugosidad bajo las consideraciones recién expuestas, se procedió a su verificación con base a las mediciones de presión realizadas en la primer visita de reconocimiento sobre el acueducto Paredes (Mayo de 1997), previo a los estudios mamométricos y pitométricos.

Si bien en dicha visita, la información relativa al caudal aportado por cada obra de captación al sistema es aproximada (obtenida a través del Organismo Operador), las condiciones de operación eran diferentes a cuando se realizó la pitometría sobre tal acueducto (se estaban operando aproximadamente 188 lps aportados de la siguiente manera: 90 lps de la galería filtrante, 25 lps de cada una de las dos norias y 48 l/s del pozo Santa Barbara I); por lo tanto, se consideró prudente revisar el comportamiento hidráulico del acueducto para dichos caudales y para la rugosidad antes calculada pues, para tales condiciones de operación se realizaron mediciones de presión en diferentes puntos.

Con las mediciones de presión realizadas en Mayo de 1997 la pendiente hidráulica resultante es de 0.000565, mientras que las pendientes resultantes de las simulaciones realizadas para el gasto de 188 lps son las siguientes:

Para una $\varepsilon=0.090$ la pendiente S resulta de 0.000531

Para una $\varepsilon=0.050$ la pendiente S resulta de 0.000510

Para una $\varepsilon=0.159$ la pendiente S resulta de 0.000565

La rugosidad de 0.159 es la que iguala la pendiente resultante de las mediciones de campo, pero cuando se revisa para el gasto de 223 lps (condiciones actuales) resulta que con esta rugosidad no se llega al punto de descarga, por lo que se descarta esta rugosidad; así entonces la rugosidad de 0.090 se acepta como la correcta para el acueducto paredes.

En el apartado 4.3.3 se anexa el plano (Plano 4) donde se comparan las mediciones de presión realizadas en campo y las resultantes de la simulación.

4.3.2 Diagnóstico del acueducto

Con una longitud total de 27 km, con tubería de asbesto - cemento, en diámetro de 24" y clases A-5 y A-7. Este acueducto es alimentado por una galería filtrante, que toma agua del río Santa Cruz, así como por dos norias (noria VII y IV) y dos pozos (Santa Bárbara I y II) - ver Plano 4 -.

Una tercer noria, denominada noria II, dejó de operar tiempo atrás, pues su aportación y condiciones civiles y electromecánicas no eran las adecuadas.

a) Operación en época de lluvias

En la última época de lluvias, la aportación al acueducto Paredes la hizo la galería filtrante, con operación por gravedad. De acuerdo al estudio pitométrico realizado, se manejó un gasto de 223 lps hasta el km. 20+613 donde derivaba 63 lps al acueducto Mascareñas para su rebombeo por dicho acueducto a través del Rebombeo Malvinas I; a partir del Km. 20+613 del acueducto Paredes, y hasta su punto final (tanque Portezuelos), el gasto conducido por gravedad resultó de 160 lps.

El caudal de 223 lps es el máximo que, con aportación exclusiva de la galería filtrante, puede conducirse por este acueducto (considerando la derivación por Malvinas hacia Mascareñas) dadas las condiciones actuales de infraestructura. Actualmente, la conexión al acueducto de las norias VII, IV y II (esta última fuera de operación en forma definitiva) se hace a través de cajas a cielo abierto que provocan que la tubería del acueducto trabaje como canal hacia aguas arriba y con una capacidad limitada por la diferencia de niveles entre la galería y la noria II; de esta manera, la capacidad y la línea de presión en el acueducto, queda regida por la caja de descarga de la noria II (km 3+127.9) con una altura de 3.5 m.

Así, el gasto de 223 lps se puede incrementar hasta 235 lps, si las descargas de las norias se hacen al acueducto trabajando a presión y no a superficie libre.

b) Operación en época de estiaje

En época de estiaje, la operación resulta combinada, con aportación parcial de la galería y de las norias y pozos. La operación y gastos aportados resulta muy variable, pues depende de los niveles del río Santa Cruz y del estado en que se encuentren los equipos de bombeo. Con la operación exclusiva de los pozos y norias el gasto resulta de 146 lps, mismo que puede llegar a 236 lps si se incorporan los 90 l/s que, en estiaje puede aportar la galería filtrante, más las condiciones de equipamiento hacen intermitente esta posibilidad.

Cabe destacar que, en una de las visitas realizadas, que coincidió con el estiaje, se estaban operando aproximadamente 188 lps aportados de la siguiente manera: 90 lps de la galería filtrante, 25 lps de cada una de las dos norias y 48 lps del pozo Santa Barbara I; para esta visita, el pozo Santa Barbara II aún no se encontraba conectado a la línea.

4.3.3 Gradiente de energía

Se define como gradiente de energía al comportamiento que sigue la línea piezométrica, y esta en función del gasto conducido, longitud, tipo de material, etc.

a) Operación en época de lluvias

En el Plano 4 se plasma la línea de presiones sobre el acueducto Paredes para las condiciones actuales, es decir, para un $Q=233$ lps, una $\varepsilon=0.090$ y derivando 63 lps hacia el acueducto Mascareñas.

Los parámetros resultantes son:

Del km 0+000 al 20+613 $Q=223$ lps; $V=0.76$ m/s; $S=0.000735$; $f=0.0151$

Del km 20+613 a la descarga $Q=160$ lps; $V=0.55$ m/s; $S=0.000391$; $f=0.0156$

En el apartado de anexos se presentan la memoria de cálculo del diagnóstico del acueducto Paredes.

b) Operación en época de estiaje

En el mismo Plano 4, asociado al acueducto Paredes para condiciones de operación en el estiaje de 1997, se observa que los datos de presión medidos son bastante semejantes a los obtenidos del cálculo hidráulico para un coeficiente de rugosidad de 0.09, aún con gastos aproximados.

Los parámetros resultantes son:

Datos de Campo $Q=188$ lps; $S=0.000565$

Datos de la Simulación $Q=188$ lps; $V=0.55$ m/s; $S=0.000531$; $f=0.0153$

MARRA

4.4 Acueducto Mascareñas

4.4.1 Calibración de la rugosidad de la tubería

Para el caso del acueducto Mascareñas se siguió la misma metodología que el acueducto Paredes. Tratando de calibrar el acueducto haciendo variar la rugosidad del material.

Partiendo del coeficiente de rugosidad obtenido sobre el acueducto Paredes, se hizo lo propio para el acueducto Mascareñas, concluyendo que el valor de la rugosidad ($\epsilon = 0.09$) es aceptable también para este acueducto.

Las rugosidades que se analizaron para calibrar el acueducto Mascareñas fueron las siguientes: $\epsilon = 0.090$, $\epsilon = 0.150$, $\epsilon = 0.400$ y $\epsilon = 1.000$; concluyendo que debido al caudal transitado por el acueducto ($Q=155.6$ lps incluyendo la derivación del acueducto Paredes) y al diámetro de la conducción (30") la variación en la línea piezométrica es muy poca. La rugosidad de 0.150 es semejante a la del concreto liso, por lo que se descarta y la rugosidad de 1.000 es semejante a la del concreto áspero por lo que también se elimina. Así entonces y debido a que los acueductos se construyeron casi al mismo tiempo, se adopta para este acueducto la rugosidad resultante del acueducto Paredes ($\epsilon = 0.09$).

4.4.2 Diagnóstico del acueducto

Acueducto con una longitud total de 6.3 km en los siguientes diámetros y longitudes: de 16" en una longitud de 1.3 km (tramo que, por su antigüedad, provoca constantes rupturas y fallas en el suministro), 24" en aproximadamente 0.4 km de longitud y en 30" para el resto, es decir, para 4.6 km aproximadamente. La tubería es de asbesto - cemento y sus clases son A-5 y A-7. A este acueducto se asocian dos norias y cinco pozos, de los cuales una noria y tres pozos (Noria I, Pozo No. 3, Alamito y Casitas I) están fuera de servicio. - ver Plano 5.

Un total de 2 norias (noria II y I) y 2 pozos (Casitas 1, Alamito) se conducen a través de una línea de 16" de diámetro que descarga al cárcamo de rebombeo Malvinas I, el mismo al que se incorpora una línea de 12" que permite derivar parte del gasto del acueducto Paredes; las aguas que se bombean se conducen a través de la tubería de 24" y 30" de diámetro sobre la que se incorporan el resto de los pozos (Pozo 8, 3, y 5).

El gasto que, de acuerdo al estudio manométrico y pitométrico, se maneja actualmente por este acueducto suma 101 lps, sin considerar los 63 lps procedentes del acueducto Paredes.

Para este acueducto, aparte de la tubería de 16" de diámetro que, dada su antigüedad, genera constantes interrupciones al servicio, se tiene un tramo de aproximadamente 0.57 km de longitud, en diámetro de 30", donde el nivel de terreno natural se eleva por encima del nivel del sitio de entrega. Este tramo con mayor elevación topográfica va del km. 4+179 al km. 4+746 más; sin embargo, del km. 4+586 al km 4+746 la tubería se encuentra construida en túnel sin mayor problema y para el resto del tramo en zanja implicando un incremento innecesario de la carga de bombeo a vencer (ver Plano 5).

Este acueducto tiene capacidad para conducir un gasto mayor al que actualmente conduce en el tramo del rebombeo Malvinas I al tanque Portezuelos, sin embargo esta subutilizado.

4.4.3 Gradiente de energía

En el Plano 5 se plasma la línea de presiones sobre el acueducto Mascareñas para las condiciones actuales, es decir, para un $Q= 155.6$ lps (incluye la derivación del acueducto Paredes) y una $\epsilon=0.090$.

Los parámetros resultantes son:

<i>Del km 1+321.6 al 1+706.3</i>	<i>$Q=100.7$ lps; $V=0.35$ m/s; $S=0.000165$; $f=0.0166$</i>
<i>Del km 1+706.3 al 2+236.8</i>	<i>$Q=100.7$ lps; $V=0.22$ m/s; $S=0.000055$; $f=0.0170$</i>
<i>Del km 2+236.8 al 2+852.8</i>	<i>$Q=126.8$ lps; $V=0.28$ m/s; $S=0.000085$; $f=0.0164$</i>
<i>Del km 2+852.8 a la descarga</i>	<i>$Q=155.6$ lps; $V=0.34$ m/s; $S=0.000124$; $f=0.0159$</i>

Del tramo del km 1+706.3 al 2+852.8 se tienen velocidades bajas, esto debido a que el caudal conducido por este acueducto es muy bajo y se puede conducir un mayor gasto, lo cual se plantea en el siguiente capítulo.

En el apartado de anexos se presenta la memoria de cálculo de la calibración y del diagnóstico del acueducto Mascareñas.

CAPITULO 5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

En este capítulo se plantean las propuestas de solución para conducir el máximo gasto posible a extraer de las captaciones, optimizando el funcionamiento de los acueductos.

5.1 Definición del Gasto Máximo de Explotación

a) Acueducto Paredes

Para el caso de la galería filtrante, el gasto máximo aforado fue de 231.4 lps, sin embargo, con abastecimiento exclusivo de la galería filtrante y con base en la topografía y geometría del acueducto Paredes, así como en los niveles de la captación y sitio de entrega este caudal puede incrementarse hasta 235 lps (sin necesidad de derivar hacia el acueducto Mascareñas), considerando la eliminación de las cajas para incorporación de las norias VII y IV y la caja donde anteriormente se incorporaba la Noria II, mismas que rompen la carga del acueducto y disminuyen la capacidad del mismo.

El gasto máximo de 231.4 a 235 l/s considera la operación exclusivamente de la galería; con la incorporación de cualquier noria o pozo, aunque el gasto total conducido aumenta, la aportación de la galería filtrante disminuye. La razón del aumento en caudal conducido cuando opera uno o varios pozos (o norias) en forma combinada con la galería, es sencilla de explicar: si disminuye la aportación de la galería, disminuye la pérdida de energía hasta el punto donde se incorporan las norias y/o pozos, disponiéndose a partir de éstas de un mayor desnivel piezométrico que, a su vez, permite transitar un mayor caudal. Obviamente, será mayor la capacidad del acueducto conforme más cerca se encuentren las obras de captación (norias o pozos) del sitio de entrega.

*Para el resto de las obras de captación actuales, los gastos máximos de explotación de cada una de ellas, en forma individual, corresponden a los obtenidos como resultado de los trabajos de campo realizados, mismos que se resumen en el **cuadro 3.4**; de estos gastos, el máximo que se debiera extraer, también en forma individual, corresponde al consignado como gasto recomendado.*

De esta manera, si se consideran los caudales recomendados para las fuentes existentes, cuadro 3.4, el caudal máximo de explotación con las fuentes de abastecimiento actuales para el acueducto Paredes, resulta de 443.4 lps en época de lluvias y de 302 lps en época de estiaje.

El caudal máximo en época de lluvia no puede ser conducido con las condiciones actuales de infraestructura, requiriendo incremento en la capacidad de conducción, o bien, el incremento en la carga de bombeo, a través de un cárcamo.

Dada la construcción reciente (aún sin operar) de una planta de bombeo tipo "booster" (ver figuras 5.1 y 5.2), que, para condiciones de gasto máximo pudiera aprovecharse, se analizó hidráulicamente el acueducto para los 443.4 lps, que como máximo se pudieran obtener en total de las captaciones actuales para época de lluvias, resultando que se requiere de un rebombeo de 36 m de carga - ver anexo de memorias de cálculo para las alternativas de solución del acueducto Paredes en época de lluvias-

Figura 5.1 Planta de Bombeo Tipo Booster

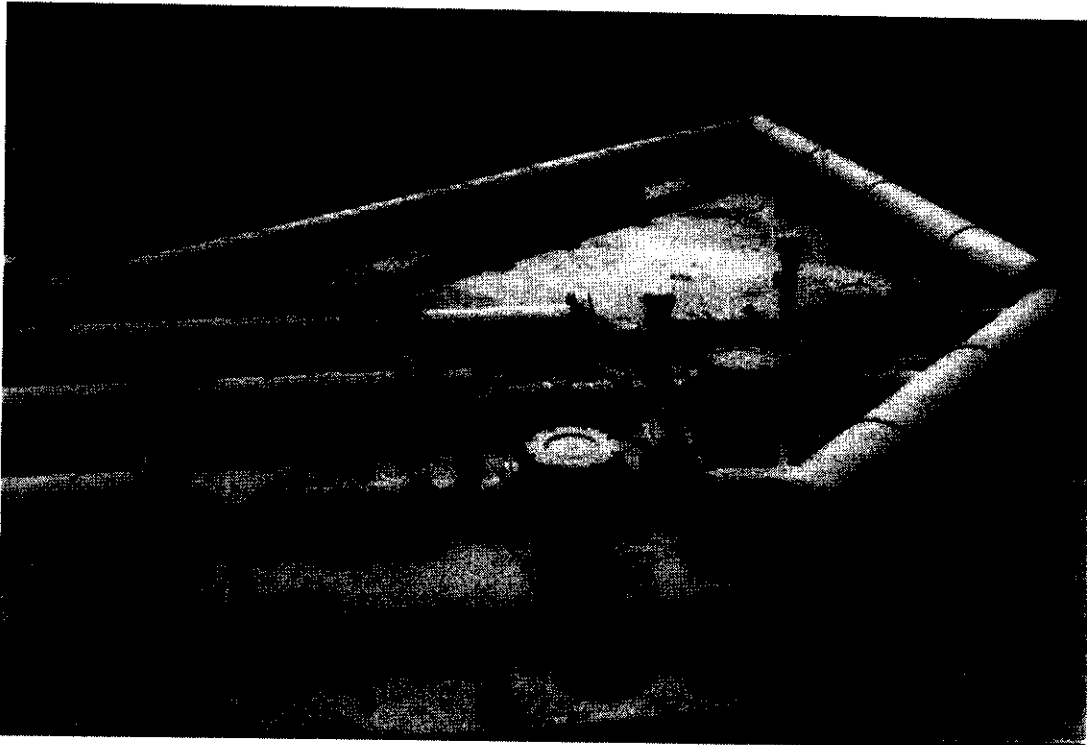
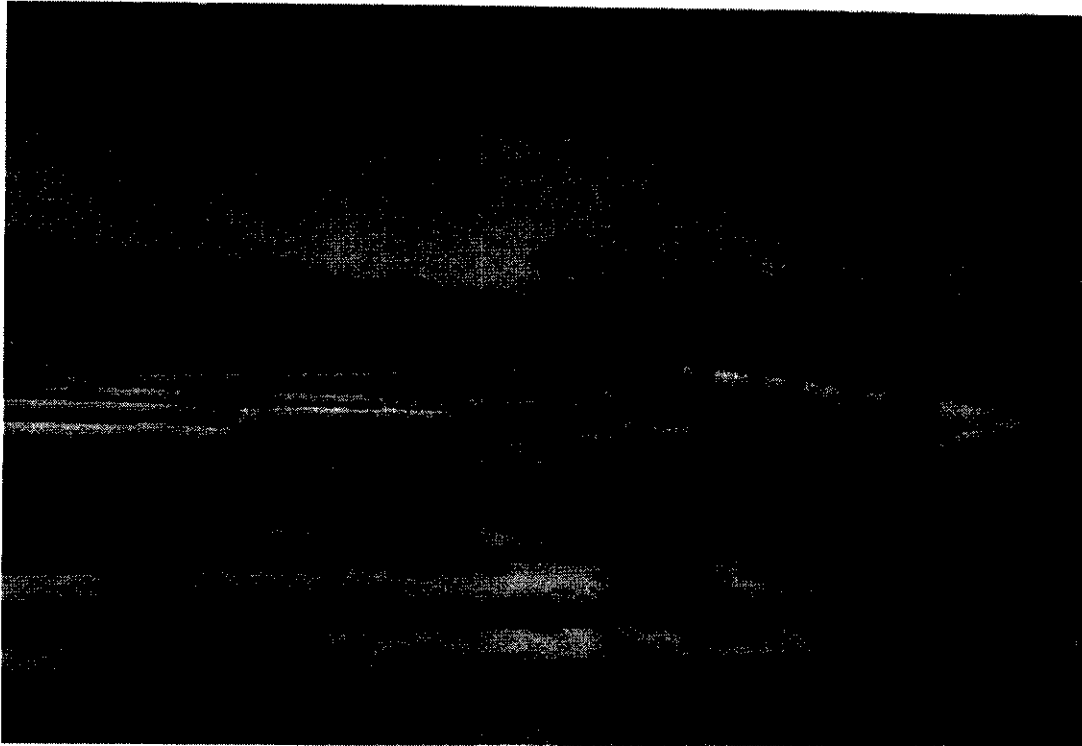


Figura 5.2 Planta de Bombeo Tipo Booster



Es evidente que, este gasto máximo se presentaría en condiciones ideales de equipamiento y operación, además de asumir que las norias VII y IV, aportarán sin problema alguno el caudal recomendado, siendo que, al tratarse de captaciones poco profundas, son las que presentan mayor incertidumbre en cuanto a su potencial. Por esto, el análisis de caudal por explotar se lleva a un mayor detalle en los apartados siguientes, considerando la evolución prevista de la demanda, el equilibrio en los caudales de explotación durante todo el año, así como diferentes alternativas de solución para su conducción.

El caudal mínimo de explotación, ya considerando la incorporación reciente del pozo Santa Bárbara II y la mayor incertidumbre en cuanto a la explotación de las norias VII y IV, además de que se trata de las fuentes de agua subterránea más alejadas al sitio de entrega, resultaría de 240 lps, que corresponde a la suma de los 90 lps que, en estiaje podría aportar la galería, más 70 lps recomendados como caudal de explotación para el pozo Santa Bárbara I, más 80 lps del pozo Santa Barbara II. Para este caudal la conducción podría hacerse sin necesidad de rebombeo adicional.

b) Acueducto Mascareñas

Los caudales máximos de explotación para las captaciones con descarga al acueducto Mascareñas, también corresponden a los consignados en el cuadro 3.4, resultando un total de 146.5 lps para todas las norias y pozos asociados a dicho acueducto; cabe destacar el escaso potencial de los pozos Casitas I y Alamito, con tan sólo 9 y 6 lps respectivamente y, que en caso de proceder técnica y económicamente su cancelación, el caudal máximo de explotación de las captaciones actuales asociadas a este acueducto sería de 131.5 lps.

Como ya se mencionó, este acueducto trabaja a bombeo, a través de la carga que proporcionan los pozos y la planta de rebombeo Malvinas I. La capacidad instalada es mucho mayor al caudal máximo de explotación recomendado para las fuentes actuales, prueba de ello son los 63 lps que, en época de lluvias, se derivan a este acueducto.

El acueducto Mascareñas cuenta, en su mayor parte, con diámetro de hasta 30" que, teóricamente podría conducir hasta 450 lps para una velocidad de 1 m/s, más al tratarse de un sistema por bombeo, que, además tiene que vencer una loma donde el nivel de terreno natural se eleva aproximadamente 7 m por encima del nivel del sitio de entrega, es conveniente analizar económicamente, junto con el acueducto Paredes y con la demanda de agua, el gasto a conducir por este acueducto.

5.1.1 Proyección de la Demanda de Agua Potable

Se toman como referencia los pronósticos de crecimiento de la población y de la demanda de agua potable consignados en el estudio de Actualización del Plan Maestro para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Ciudad de Nogales, el mismo que fue elaborado en el año de 1996.

En el cuadro 5.1 se reproduce la información básica relacionada con la evolución prevista de la demanda de agua potable de 1998 al año 2015. En este cuadro se adiciona el valor de gasto máximo diario, que es con el que se diseñan las obras de captación y los déficit que se presentarían si no se incorporan nuevas fuentes para abastecer a la Cd. de Nogales. Así, para condiciones actuales (1998), se asocia una población total de 199,569 hab que demandan un gasto medio de 656 lps, gasto al que se asocia un caudal máximo diario de 918 lps.

Con base en la fuente de información referida, se establece que, para el año 2015, la población total llegará a 320,355 hab, con un gasto medio demandado de 1,093.2 lps que equivaldrán a 1,530.5 lps de gasto máximo diario a suministrar por las obras de captación.

Cuadro 5.1 Proyección de la Demanda de Agua Potable para la Ciudad de Nogales
Fuente de Información: Actualización del Plan Maestro para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Ciudad de Nogales

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA EN LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA

CONCEPTO	UNIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Población total	hab.	199,569	206,554	213,764	220,197	226,803	233,607	240,615	247,834	254,525	261,397	268,455	275,703	283,147	290,226	297,482	304,919	312,542	320,355
Población Cd. de Nogales	hab.	188,569	190,554	190,784	191,197	191,803	192,107	192,615	192,834	198,150	203,613	209,226	214,994	220,920	226,443	232,104	237,907	243,854	249,951
SERVICIO DE AGUA POTABLE																			
Número total de viviendas		39,914	41,311	42,757	44,039	45,361	46,721	48,123	49,567	50,905	52,279	53,691	55,141	56,629	58,045	59,496	60,984	62,508	64,071
Usuarios registrados		28,738	31,396	34,205	36,553	39,010	41,115	43,311	45,106	46,833	48,097	49,933	51,281	53,232	55,143	57,116	59,154	60,633	62,149
Cobertura de agua potable	%	0.72	0.76	0.80	0.83	0.86	0.88	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.97
Consumo de Cd. Nogales	l/hab/día	175.0	189.5	206.1	219.6	233.8	246.0	258.4	268.8	271.6	271.6	274.2	274.1	276.9	277.0	277.0	277.0	277.0	277.0
Agua Contabilizada Cd. Nogales	lps	382.0	418.0	455.0	486.0	519.0	547.0	578.0	600.0	623.0	640.0	664.0	682.0	708.0	726.0	744.0	762.6	781.7	801.2
Población Cd. Ecológica	hab.	11,000	16,000	23,000	29,000	35,000	41,500	48,000	55,000	56,375	57,784	59,229	60,710	62,227	63,783	65,378	67,012	68,687	70,405
Consumo de Cd. Ecológica	l/hab/día	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
Agua Contabilizada Cd. Ecológica	lps	11.5	16.7	24.0	30.2	36.5	43.2	50.0	57.3	58.7	60.2	61.7	63.2	64.8	66.4	68.1	69.8	71.5	73.3
Subtotal demandado	lps	393.5	434.7	479.0	518.2	555.5	590.2	628.0	657.3	681.7	700.2	725.7	745.2	772.8	792.4	812.1	832.4	853.2	874.5
Porcentaje de pérdidas estimadas	%	40.0	35.0	32.0	30.0	28.0	26.0	25.0	24.0	23.0	22.0	21.0	20.5	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Pérdidas	lps	262.3	234.1	225.4	221.2	216.0	207.4	208.7	207.6	203.6	197.5	192.9	192.2	193.2	198.1	203.0	208.1	213.3	218.6
Demand total (Gasto Medio)	lps	655.8	668.7	704.4	737.4	771.5	797.6	834.7	864.9	885.4	897.7	918.6	937.4	966.0	990.6	1,015.1	1,040.5	1,066.5	1,093.2
Dotación total equivalente	l/hab/día	283.9	279.7	284.7	289.4	293.9	295.0	299.7	301.5	300.5	296.7	295.6	293.8	294.8	294.9	294.8	294.8	294.8	294.8
Gasto Máximo Diario (Producción Requerida)	lps	918.1	936.2	986.1	1,032.4	1,080.1	1,116.6	1,168.5	1,210.8	1,239.5	1,256.8	1,286.0	1,312.4	1,352.4	1,386.8	1,421.2	1,456.7	1,493.1	1,530.5

Índice de crecimiento	1996-2000	5.0
Tasas de crecimiento consideradas	2001-2005	3.5
	2006-2010	3.0
	2011-2025	2.7
		2.5

Consumo Actual (1998)	Cd. Nogales	175 litros/hab/día
Consumo Actual (1999)	Cd. Ecológica	90 litros/hab/día
Dotación de proyecto (Año 2015)		294.8 litros/hab/día
Pérdidas de Proyecto (Año 2015)		20.0

OFERTA - DEMANDA EN LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA (SIN CONSIDERAR NUEVAS FUENTES)

CONCEPTO	UNIDAD	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Gasto Máximo Diario	lps	918.1	936.2	986.1	1,032.4	1,080.1	1,116.6	1,168.5	1,210.8	1,239.5	1,256.8	1,286.0	1,312.4	1,352.4	1,386.8	1,421.2	1,456.7	1,493.1	1,530.5
Producción Actual Época Lluvias	lps	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745
Producción Actual Época Estiaje	lps	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703
Déficit Época Lluvias	lps	173.1	191.2	241.1	287.4	335.1	371.6	423.5	465.8	494.5	511.8	541.0	567.4	607.4	641.8	676.2	711.7	748.1	785.5
Déficit Época Estiaje	lps	215.1	233.2	283.1	329.4	377.1	413.6	465.5	507.8	536.5	553.8	583.0	609.4	649.4	683.8	718.2	753.7	790.1	827.5

5.1.2 Potencial Total de Explotación de las Obras de Captación actuales y futuras

Hasta aquí se tiene plenamente identificado el caudal explotado y factible de explotar como máximo de cada una de las captaciones existentes asociadas a los acueductos Paredes y Mascareñas, tanto para época de estiaje como de lluvias; existe la posibilidad que maneja el Organismo Operador (además que es factible según el balance del acuífero Santa Cruz) de incorporar uno o dos nuevos pozos al sistema (que se denominarían Santa Bárbara III y Santa Bárbara IV) lo cual permitiría incorporar otros 100 lps aproximadamente a este sistema, lo cual es favorable para cumplir con la demanda de la Ciudad de Nogales en el año 2015.

A dicho potencial se suma el correspondiente a la captación del Sur, tanto existente (con un caudal actual de explotación de 300 lps de Los Alisos) como de proyecto (con 110 lps para una primera etapa y 440 lps previstos para segunda etapa de dicho proyecto).

Considerando la cancelación de los pozos de la Zona Urbana (por la contaminación de que es susceptible), la oferta de agua para Nogales quedaría integrada por las zonas de captación Paredes y Mascareñas (previa rehabilitación y ampliación) y por la Zona de captación Sur. A fin de cumplir con los requerimientos de demanda, se propone su incorporación por etapas, según puede verse en el cuadro 5.2.

**Cuadro 5.2 Caudales por explotar (en lps) y etapas propuestas para su incorporación
Época de Estiaje**

Captación	Acueducto	Fuente o Tipo de Fuente	Caudal Explotación	Etapa de Incorporación Propuesta			
				Inmed	Corto	Mediano	Largo
Paredes	Paredes	Galería Filtrante	90.0	90.0			
		Noria VII	30.0	30.0			
		Noria IV	32.0	32.0			
		Sta. Bárbara I	70.0	70.0			
		Sta. Bárbara II	80.0	80.0			
		Sta. Bárbara III (proy.)	50.0		50.0		
		Sta. Bárbara IV (proy.)	50.0		50.0		
		SUMA	402.0	302.0	100.0		
Mascareñas	Mascareñas	Noria I	34.0	34.0			
		Noria II	20.5	20.5			
		Pozo 8	25.0	25.0			
		Pozo 3	25.0	25.0			
		Pozo 5	27.0	27.0			
		SUMA	131.5	131.5			
Sur	Alisos (actual)	Pozos actuales	300.0	300.0			
Sur	Cibuta (proyecto)	Pozos Etapa I (proy.)	110.0	110.0			
		Pozos Etapa IA (proy.)	200.0		200.0		
		Pozos Etapa II (proy.)	240.0			240.0	
TOTAL POR ETAPA				843.5	300.0	240.0	
TOTAL ACUMULADO				1,383.5	843.5	1,143.5	1,383.5
Año de Incorporación				1998-01	2002-04	2005-11	2012-15

Nota: El año propuesto para incorporación de cada fuente está acorde con la evolución prevista de la demanda.

Con la rehabilitación de las zonas de captación Paredes y Mascareñas, además de incorporar los gastos de la zona de captación Sur solo se cumple con la demanda hasta el año 2011, así pues se tiene aun un déficit para el período de año 2012 al 2015.

En Época de Lluvia:

Para esta época, el caudal factible de explotar se incrementa por la aportación de la galería filtrante, que pasa de 90 lps a 231.4 lps; por lo tanto, en esta época se dejarían de operar en forma parcial las norias y los pozos de la captación de Paredes.

Tal como en el cuadro 5.2 puede observarse, se propone la incorporación de las obras de captación por etapas, las mismas que se rigen por el caudal factible de explotación en época de estiaje, propuesta que se fundamenta en el análisis hidráulico de los acueductos para diferentes condiciones y gastos de operación, tal y como se describe en el siguiente apartado. Estas etapas son:

- **Etapa inmediata**, que considera la rehabilitación de las obras de captación actuales del sistema Paredes y Mascareñas (con una aportación de 90 lps por parte de la galería filtrante para la época de estiaje y de hasta 231.4 lps en época de lluvias), además del aprovechamiento del caudal actual explotado en la zona de captación "sur" (300 lps del acueducto Los Alisos), así como la incorporación de los 110 lps de la 1a. etapa del acueducto Cibuta (Proyecto), también de la captación del "sur".
- **Etapa a corto plazo** (a partir del año 2002 y hasta el año 2004). En esta etapa se prevé la incorporación de los pozos Santa Bárbara III y Santa Bárbara IV, ya previstos por el Organismo Operador, además de incorporar 240 lps de la etapa IA del acueducto Cibuta (Proyecto).
- **Etapa a mediano plazo** (a partir del año 2005 y hasta el año 2011). Considera la incorporación de los restantes 240 lps del acueducto de proyecto denominado Cibuta (asociado a la captación Sur), con lo cual se satisfarían las expectativas en cuanto a la demanda hasta el año 2011.

Los caudales a satisfacer y las etapas de incorporación de cada obra para la época de lluvias coinciden con el estiaje; la diferencia propuesta entre ambas épocas del año estriba en las norias o pozos que se operan y el caudal que aportaría la galería filtrante, todo ello para el Sistema Paredes. Para la época de lluvias, se propone el aprovechamiento total del caudal que se puede explotar de la galería (231.4 lps); el incremento de aportación de dicha fuente respecto a lo aportado en estiaje (141.4 lps), dejaría de extraerse de las norias y/o pozos asociados al acueducto Paredes.

El aprovechamiento de un mayor caudal de la galería, durante la época de lluvia, redundaría en evitar el bombeo de parte de las norias y/o pozos, permitiendo además la recarga del acuífero. Más sin embargo, cabe aclarar que, al ser la galería la captación más remota al sitio de entrega, con la aportación prevista para esta fuente durante la temporada de lluvias, es necesario un rebombeo sobre el acueducto Paredes, mismo que permita manejar los aproximadamente 402 l/s previstos a explotar de este acueducto.

A continuación se describen los análisis de tipo hidráulico realizados sobre los acueductos Paredes y Mascareñas a fin de definir las condiciones de operación para ambas épocas del año.

5.2 Propuestas de Solución

Con base en la evolución prevista de la demanda y el potencial de explotación de las fuentes actuales y futuras, se lleva a cabo el análisis hidráulico de los dos acueductos, analizando situaciones diversas de operación, según podrá verse en los cuadros 5.3 y 5.4, previendo la operación independiente y combinada de los acueductos Paredes y Mascareñas; cabe recordar el posible aprovechamiento de la capacidad del segundo para conducir un mayor gasto del que actualmente conduce, previa rectificación ó reemplazo del tramo de 16" que se encuentra en malas condiciones y del tramo de 30" que, al encontrarse a un nivel superior a la del sitio de entrega, implica bombeos innecesarios.

Así, en los cuadros 5.3 y 5.4, se relacionan las alternativas analizadas en cuanto a norias y pozos en operación, tanto para la época de estiaje como para la época de lluvias.

Cabe destacar, como acción indispensable para cualquier alternativa del acueducto Paredes, la modificación de las descargas de las norias VII y IV, que actualmente se dan a superficie libre, por una conexión directa a la línea de conducción (a fin de no romper con la presión); la conexión de la noria II con el acueducto, actualmente en las mismas condiciones, deberá cancelarse y construirse un carrete que de continuidad al acueducto.

5.2.1 Operación en Época de Estiaje

Para la época de estiaje es factible que se utilicen los dos acueductos en conjunto, es decir, se puede derivar del acueducto Paredes al Mascareñas, haciendo algunas modificaciones a los sistemas: la primera es reemplazar la derivación actual de Paredes a Mascareñas, así como reemplazar la tubería de 16" del acueducto Mascareñas y eliminar el bombeo del mismo acueducto, además se tiene que rectificar la tubería en el tramo 4+179 al 4+586 para que no se eleve tanto la carga a vencer, es decir, en este tramo la tubería se tiene que profundizar más (estas acciones se llevan a un anteproyecto y se describen en el apartado 5.3).

Las alternativas analizadas para la época de estiaje no consideran la operación de la planta de bombeo tipo "Booster" sobre el acueducto Paredes, debido a que se puede llegar a la descarga por gravedad sin necesidad de rebombear; no así para la época de lluvias. Las alternativas analizadas para el estiaje son las siguientes:

- ◆ **Alternativa 1.** Se analizan los acueductos únicamente con las obras de captación actuales, es decir, para los 302 lps y 131.5 lps que proporcionan las norias y pozos actuales de las zonas de captación Paredes y Mascareñas respectivamente. Como resultado de este análisis se tienen que derivar 167.5 lps del acueducto Paredes al Mascareñas en el km 19+962.5.
- ◆ **Alternativa 2.** Adicional al potencial actual de los pozos y norias se incorpora sobre el acueducto Paredes uno de los dos de proyecto contemplados (Santa Bárbara III), resultando un caudal de 352 lps y 131.5 lps para el acueducto Paredes y Mascareñas respectivamente. Como resultado de este análisis se tienen que derivar 201.5 lps del acueducto Paredes al Mascareñas en el mismo punto que la alternativa anterior.
- ◆ **Alternativa 3.** Para el caso de esta alternativa se incorporan los dos pozos contemplados como de proyecto (Santa Bárbara III y IV), así entonces resulta un gasto de 402 lps y 131.5 lps para los acueductos Paredes y Mascareñas respectivamente. Como resultado de este análisis se tendrán que derivar 235.0 lps del acueducto Paredes al Mascareñas en el mismo km 19+962.5.

La ubicación de los pozos Santa Barbara III y IV (km 18+032 y 19+044 respectivamente) se define con el mismo criterio que los pozos Santa Bárbara I y II, es decir, en el mismo valle y aproximadamente a la misma separación, esto para evitar que el radio de influencia de cada pozo se vea afectado.

La condición de diseño corresponde con la aportación propuesta para el período de mayor duración que es el estiaje (Alternativa 3 del cuadro 5.3), considerando una aportación total de 402 l/s de Paredes y de 131.5 l/s de Mascareñas; cabe hacer la aclaración de que para cualquier alternativa la operación de los acueductos es adecuada, sin embargo como se trata de obtener el gasto óptimo de explotación de estas zonas de captación, se define la alternativa 3 como la más favorable, implicando la construcción de dos pozos de proyecto.

Como se menciona en la descripción de la alternativa 3, para esta condición de operación será necesario derivar parte del caudal ofertado del acueducto Paredes en dirección al acueducto Mascareñas, 235 l/s, ya sin la necesidad actual del rebombero Malvinas I, pues como ya se mencionó, se rectificaría el tramo que se encuentra a un nivel superior al de la cota de entrega (tramo del km 4+179 al 4+586).

En el Plano 6 para el acueducto Paredes y Plano 7 para el acueducto Mascareñas puede observarse el comportamiento de la línea piezométrica. En el apartado de anexos se presentan las memorias de cálculo para las alternativas analizadas de los dos acueductos.

Cuadro 5.3. Alternativas de Operación para los Acueductos Paredes y Mascareñas en Época de Estiaje.

Alternativa	Obras de Captación del Acueducto Paredes (lps)							Aportación propia Paredes lps	Derivación a Mascareñas lps	Gasto Total lps	Pérdidas en línea (fricción) m	Rebombero Requerido m
	Galería Filtrante	Noria VII	Noria IV	Sta. Bárb. I	Sta. Bárb. II	Sta. Bárb. III	Sta. Bárb. IV					
	90.0	30.0	32.0	70.0	80.0	50.0	50.0					
Época de Estiaje												
1	90.0	30.0	32.0	70.0	80.0			302.0	167.5	302.0	17.36	0.00
2	90.0	30.0	32.0	70.0	80.0	50.0		352.0	201.5	352.0	18.69	0.00
3	90.0	30.0	32.0	70.0	80.0	50.0	50.0	402.0	235.0	402.0	19.69	0.00
4	90.0			70.0	80.0			240.0	0.0	240.0	15.12	0.00

Alternativa	Obras de Captación del Acueducto Mascareñas (lps)						Aportación propia Mascareñas lps	Derivación de Paredes lps	Gasto Total lps	Pérdidas en línea (fricción) m	Rebombero Requerido m	
	Noria II	Noria I	Intercon. C/Paredes	Pozo 8	Pozo 3	Pozo 5						
	34.0	20.5	0.0	25.0	25.0	27.0						
Época de Estiaje												
1	34.0	20.5	167.5	25.0	25.0	27.0		131.5	167.5	299.0	2.10	0.00
2	34.0	20.5	201.5	25.0	25.0	27.0		131.5	201.5	333.0	2.62	0.00
3	34.0	20.5	235.0	25.0	25.0	27.0		131.5	235.0	366.5	3.05	0.00

5.2.2 Operación en Época de Lluvias

Para la operación durante la época de lluvias, se considera una mayor aportación de la galería filtrante (231.4 en lugar de 90 lps). El gasto por abastecer durante esta época del año deberá de sumar los 402 lps ofertados en época de estiaje de este acueducto (en forma aproximada); el incremento en la aportación de la galería, implicará dejar de operar parte de las norias o pozos asociados al acueducto Paredes, permitiendo además la conservación del acuífero.

Sin embargo, como antes se mencionó, por las pérdidas hidráulicas que se presentan por lo lejano de la galería filtrante respecto al sitio de entrega (27 km), para esta captación, se puede operar a gravedad un gasto de hasta 235 lps (ligeramente superior al recomendado), ver Plano 4. Un caudal mayor, ya sea extraído de la misma galería o de cualquiera de las norias o pozos, requerirá de un rebombeo sobre el acueducto Paredes, mismo que permita dominar el sitio de entrega; es conveniente destacar que, para estas condiciones, dicho rebombeo no se puede evitar aún pretendiendo aprovechar la capacidad de Mascareñas (a través de una derivación de gasto), pues la carga con que se llega a la derivación (km 19+962.5) es inferior a la de desplante del tanque Portezuelos. Así, para estas condiciones de operación, se propone el aprovechamiento de la planta de bombeo tipo "Booster" de reciente construcción (en el km 22+468 del acueducto, 2.5 km aguas abajo de la derivación a Mascareñas).

Para lo anterior, a fin de complementar el caudal demandado, se analizan diferentes alternativas de las otras captaciones (pozos y norias) sobre el acueducto Paredes. Cabe hacer mención que al no ser factible la derivación del acueducto Paredes al acueducto Mascareñas, este último solo conducirá en época de lluvias el caudal proporcionado por sus propias obras de captación (131.5 lps), siendo esta la operación única en esta época.

En el cuadro 5.4 se relacionan las alternativas analizadas para la época de lluvias, haciendo combinaciones de pozos y norias junto con la galería filtrante.

Cuadro 5.4 Alternativas de Operación para los Acueductos Paredes y Mascareñas en Época de Lluvias.

Alternativa	Obras de Captación del Acueducto Paredes (lps)							Aortación propia Paredes lps	Derivación a Mascareñas lps	Gasto Total lps	Pérdidas en línea (fricción) m	Rebombeo Requerido m
	Galería Filtrante	Noria VII	Noria IV	Sta. Bárb. I	Sta. Bárb. II	Sta. Bárb. III	Sta. Bárb. IV					
	231.4	30.0	32.0	70.0	80.0	50.0	50.0					
Época de Lluvias												
1	231.4	30.0	32.0					293.4		293.4	32.53	11.10
2	231.4			70.0				301.4		301.4	29.99	8.60
3	231.4				80.0			311.4		311.4	30.74	9.35
4	231.4	30.0	32.0			50.0	50.0	393.4		393.4	40.44	19.05
5	231.4			70.0		50.0	50.0	401.4		401.4	38.42	14.47
6	231.4				80.0	50.0	50.0	411.4		411.4	39.06	17.70
7	231.4		32.0	70.0	80.0			413.4		413.4	49.35	25.39
8	231.4	30.0	32.0	70.0		50.0		413.4		413.4	47.81	26.40
9	231.4	30.0	32.0		80.0	50.0		423.4		423.4	48.87	27.50
10	231.4			70.0	80.0		50.0	431.4		431.4	46.09	24.70
11	231.4		32.0	70.0	80.0	50.0	50.0	513.4		513.4	59.62	38.25
12	231.4	30.0	32.0	70.0	80.0	50.0	50.0	543.4		543.4	67.92	46.55
13	235.0							235.0		235.0	21.89	0.00
14	231.4	30.0	32.0	70.0	80.0			443.4		443.4	56.86	35.50

Alternativa	Obras de Captación del Acueducto Mascareñas (lps)						Aortación propia Paredes lps	Derivación a Mascareñas lps	Gasto Total lps	Pérdidas en línea (fricción) m	Rebombeo Requerido m	
	Noria II	Noria I	Intercon. C/Paredes	Pozo 8	Pozo 3	Pozo 5						
	34.0	20.5	0.0	25.0	25.0	27.0						
Época de Lluvias												
UNICA	34.0	20.5	0.0	25.0	25.0	27.0		131.5		131.5	0.45	0.00

De estas combinaciones las alternativas 5 y 7 del cuadro 5.4 son las más factibles técnicamente; en la primera resulta un gasto total 401.4 lps operando la Galería Filtrante, el pozo Santa Bárbara I y los dos pozos de proyecto, mientras que en la segunda el caudal resulta de 413.4 lps con la operación de la Galería Filtrante, la Noria IV y los pozos Santa Bárbara I y II.

Así, la carga requerida por el rebombeo (sin sumar pérdidas menores) se consigna en el cuadro 5.4 ya mencionado; la carga a vencer resulta de 14.5 m para los 401.4 lps de la alternativa 5 y de 25.4 m para los 413.4 l/s de la alternativa 7.

Cabe aclarar que para cualquier alternativa el acueducto Paredes puede funcionar correctamente; sin embargo, para hacer el equipamiento mecánico de los pozos y de la misma Planta de Bombeo tipo Booster se tiene que seleccionar una sola alternativa, para diseñar los equipos de bombeo que se tienen que instalar en los pozos y norias y después revisar con estos equipos el comportamiento de los mismos ante la operación eventual de fuentes alternas que suministren el mismo caudal o uno menor ante la suspensión temporal en el abastecimiento de alguna de las captaciones. Además, también se toma en cuenta que en época de lluvias se suministre aproximadamente el mismo caudal que se puede explotar en época de estiaje (402 lps).

Así entonces, resulta la alternativa 7 la que mejor comportamiento hidráulico presenta ante la operación alterna de fuentes.

Con lo anterior las obras de captación que deben ser operadas durante la época de lluvias tanto del acueducto Paredes como del Mascareñas son:

Cuadro 5.5 Caudales Recomendados para su Explotación de los acueductos Paredes y Mascareñas durante la Época de Lluvias

Acueducto	Fuente	Caudal de Explotación (lps)
Paredes	Galería	231.4
	Noria VII	0.0
	Noria IV	32.0
	Sta. Bárbara I	70.0
	Sta. Bárbara II	80.0
	Sta. Bárbara III (proyecto)	0.0
	Sta. Bárbara IV (proyecto)	0.0
	SUMA	413.4
Mascareñas	Noria I	34.0
	Noria II	20.5
	Pozo 8	25.0
	Pozo 3	25.0
	Pozo 5	27.0
	SUMA	131.5
TOTAL	544.9	

En el Plano 6 para el acueducto Paredes y Plano 7 para el acueducto Mascareñas puede observarse el comportamiento de la línea piezométrica ante la operación de los acueductos en época de lluvias. En el apartado de anexos se presentan las memorias de cálculo para las alternativas analizadas de los dos acueductos.

MARFA

MARFA

5.3 Anteproyectos

Como resultado de las alternativas analizadas para los acueductos Paredes y Mascareñas para las épocas de estiaje y de lluvias surgen particularmente dos modificaciones a realizar en los acueductos; el primero es la cancelación de la derivación actual de Paredes a Mascareñas, siendo sustituida por una nueva derivación localizada en el km 19+962.5, así como el reemplazo de la tubería de 16" de diámetro que actualmente descarga en el cárcamo de bombeo Malvinas I; además de que por su antigüedad, provoca constantes rupturas y fallas en el suministro; la segunda es el reemplazo de tubería sobre el acueducto Mascareñas en el tramo del km 4+179 al 4+586. Dichas acciones se llevan a nivel de anteproyecto los cuales se describen con más detalle en los siguientes apartados.

5.3.1 Derivación del Acueducto Paredes a Mascareñas y Reemplazo de tubería en el tramo del km 0+773 al km 1+932

Dada la solución propuesta para el acueducto Mascareñas, que considera la cancelación de los pozos Casitas 1 y Alamito, debido a sus malas condiciones de equipamiento y a su bajo potencial, a la línea de 16" solo quedarán conectados las norias I y II, que se localizan próximas al punto de conexión entre Paredes y Mascareñas.

Por lo tanto, con excepción de un primer subtramo que se asocia a las descargas de dichas norias, el resto del tramo de 16" quedará cancelado y, las norias se conducirán hacia un tramo de proyecto, con diámetro de 30" y longitud de 1.16 km, propuesto paralelo al acueducto Paredes y que permitirá derivar eficientemente y sin rebombeo de Paredes a Mascareñas (época de estiaje); este tramo de proyecto se conectará con la tubería existente de Mascareñas, una vez librado el tramo de 16" con problemas.

Dicho proyecto contempla la cancelación de la derivación actual de Paredes a Mascareñas, así como el reemplazo de la tubería en el tramo del km 0+310 al km 1+932. En este tramo se localiza un tramo de tubería de 16", un tramo de 24", y un tramo de 30" de diámetro, también se contempla la cancelación de los Pozos Alamito y Casitas 1, así como la cancelación del Rebombeo Malvinas I.

El plano del anteproyecto se anexa a continuación (Plano 8), las memorias de cálculo se presentan en el apartado de anexos.

MARFA

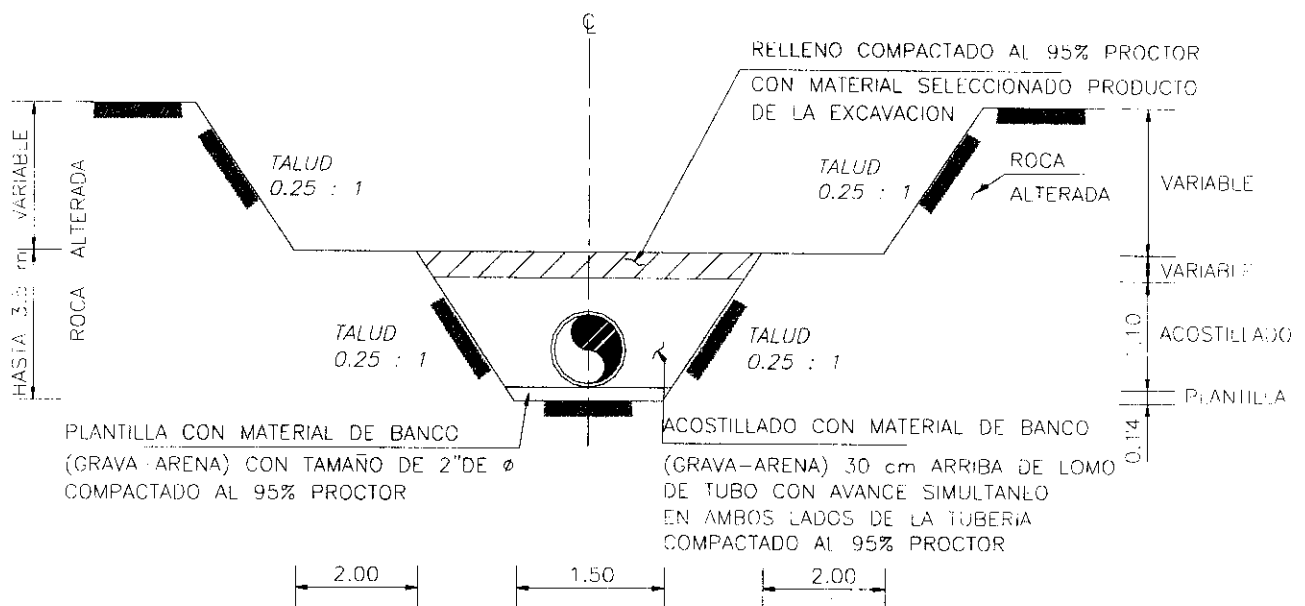
5.3.2 Reemplazo de Tubería sobre el Acueducto Mascareñas en el tramo del km 4+179 al km 4+586

El proyecto surge debido a que en este tramo del acueducto la elevación del terreno es superior a la elevación del sitio de descarga en el tanque Portezuelos, dando como consecuencia la necesidad de una mayor carga de bombeo para superar dicho tramo.

El reemplazo de tubería debe hacerse del km 4+179 al km 4+586, proponiendo la construcción de la tubería a una mayor profundidad (que en su parte más profunda sería de 7 m aproximadamente), mismo que permitirá disminuir la carga de bombeo. El tramo a reemplazar tiene una longitud de 407 m y se hará con el mismo diámetro de 30" de Asbesto Cemento clase A-5.

Para la construcción de este proyecto se plantea la siguiente sección constructiva, siendo la excavación en Roca Alterada.

Figura 5.3 Sección Constructiva



SECCION CONSTRUCTIVA

El plano del anteproyecto se anexa a continuación (Plano 9), las memorias de cálculo se presentan en el apartado de anexos.

5.4 Evaluación de Costos

Para llevar a cabo la evaluación de los anteproyectos descritos en el apartado anterior se toma como base los precios del Catálogo de Conceptos de la Comisión Nacional del Agua (CNA) de 1999.

Para el proyecto de la Derivación del Acueducto Paredes a Mascareñas y Reemplazo de tubería en el tramo del km 0+773 al km 1+932 resulta un costo total de \$ 3'284,129; mientras que el proyecto de Reemplazo de Tubería sobre el Acueducto Mascareñas en el tramo del km 4+179 al km 4+586 resulta un costo total de \$ 2'342,389.

Asimismo, en el apartado de anexos se relacionan los presupuestos realizados para cada uno de los proyectos cuantificados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dado el caudal óptimo de explotación de las zonas de captación Paredes y Mascareñas se puede concluir que aún aumentando el caudal a 533.5 lps y 544.9 lps en época de estiaje y de lluvias respectivamente se tendrá un déficit en la Cd. de Nogales de 147 lps y 136 lps para las épocas mencionadas, motivo por el cual habrá que contemplar otro proyecto adicional para aumentar la producción y satisfacer la demanda de la ciudad.

La construcción de los pozos Santa Bárbara III y IV (Proyecto) deberán hacerse en el periodo 2002 -2004 debido a que es necesario aumentar lo más pronto posible la producción de agua para abastecer la ciudad de Nogales. Para dichos pozos se recomienda realizar un estudio más detallado de las condiciones del acuífero Santa Cruz y asimismo tener la certeza de cuanto gasto es posible explotar más y de la localización exacta de los mismos.

Es importante resaltar que la derivación del acueducto Paredes a Mascareñas solo trabajara en época de estiaje, no así en época de lluvias donde deberá cerrarse la válvula de compuerta para evitar dicha derivación.

Deberá darse una buena operación y un buen mantenimiento a los equipos de bombeo para evitar que se dejen de operar varias obras de captación al mismo tiempo reduciendo la producción de caudal, además como resultado de una buena operación y mantenimiento resulta una mayor vida útil de los equipos de bombeo.

Para el caso de los anteproyectos realizados en el presente trabajo, se recomienda llevarlos a proyecto ejecutivo, haciendo los levantamientos topográficos necesarios y los estudios de Geotecnia para conocer perfectamente las condiciones del terreno y el tipo de material.

Por la zona donde se localizan las obras de captación y dado que actualmente no cuentan con protección alguna, se recomienda colocar cercas o mallas para delimitar el área del pozo o noria y así evitar que gente ajena a las instalaciones dañen los equipos o incluso que se los roben.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- **Gilberto Sotelo Avila, "Hidráulica", Editorial Limusa. México 1989.**
- 2.- **Víctor L. Streeter, E. Benjamin Wylie, "Mecánica de los Fluidos", Editorial McGraw Hill, Tercera Edición .**
- 3.- **Ronald V. Giles, "Mecánica de los Fluidos e Hidráulica", Schaum - McGraw Hill, Segunda Edición, México.**
- 4.- **"Conducciones a Presión" Manual de Diseño de Obras Civiles, Comisión Federal de Electricidad, México 1980.**
- 5.- **Frederick S. Merritt, "Manual del Ingeniero Civil", McGraw Hill, Tercera Edición, Tomo IV.**
- 6.- **Enrique Cesar Valdés, "Abastecimiento de Agua Potable", Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 1991.**
- 7.- **Gilberto Sotelo Avila, "Apuntes de Hidráulica II", Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería.**
- 8.- **Ven Te Chow, "Handbook of Applied Hydrology", Mc Graw Hill Book Co, 1964**
- 9.- **Comisión Nacional del Agua, "Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Datos Básicos", Libro V, 1994.**
- 10.- **Comisión Nacional del Agua, "Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Sistemas Rurales", Libro II, 1994.**

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

PROYECCIONES DE POBLACIÓN Y DEMANDAS

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA EN LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA

Fuente de Información: Actualización del Plan Maestro para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Ciudad de Nogales, Son.

CONCEPTO	UNIDAD	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Populación total	hab.	180,000	186,300	192,821	199,569	206,554	213,784	220,197	226,803	233,607	240,615	247,834	254,525	261,397	268,455	275,703	283,147	290,226	297,482	304,919	312,542	320,355	
Populación Cd. de Nogales	hab.	180,000	186,300	192,821	199,569	206,554	213,784	220,197	226,803	233,607	240,615	247,834	254,525	261,397	268,455	275,703	283,147	290,226	297,482	304,919	312,542	320,355	
SERVICIO DE AGUA POTABLE																							
Número total de viviendas	viviendas	36,000	37,260	38,564	39,914	41,311	42,757	44,039	45,361	46,721	48,123	49,567	50,905	52,279	53,691	55,141	56,629	58,045	59,496	60,984	62,508	64,071	
Usuarios registrados	viviendas	23,400	24,592	26,224	28,738	31,396	34,205	36,553	39,010	41,115	43,311	45,106	46,833	48,097	49,933	51,281	53,232	55,143	57,116	59,154	60,633	62,149	
Cobertura de agua potable	%	0.65	0.66	0.68	0.72	0.76	0.80	0.83	0.86	0.88	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97%	0.97	0.97	
Consumo de Cd. Nogales	l/habitante	149.3	147.9	160.5	175.0	189.5	206.1	219.6	233.8	246.0	258.4	268.8	271.6	271.6	274.2	274.1	276.9	277.0	277.0	277.0	277.0	277.0	277.0
Agua Contabilizada Cd. Nogales	lps	311.0	319.0	349.0	382.0	418.0	455.0	486.0	519.0	547.0	576.0	600.0	623.0	640.0	664.0	682.0	708.0	726.0	744.0	762.6	781.7	801.2	
Populación Cd. Ecológica	hab.	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	
Consumo de Cd. Ecológica	l/habitante	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	
Agua Contabilizada Cd. Ecológica	lps	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	
Subtotal demandado	lps	311.0	319.0	344.2	383.6	434.7	478.0	516.2	558.5	600.2	638.0	673.3	709.7	746.2	782.7	819.2	855.8	892.4	928.9	965.4	1,001.9	1,038.4	
Porcentaje de pérdidas estimadas	%	52.5	52.5	48.5	40.0	35.0	32.0	30.0	28.0	26.0	25.0	24.0	23.0	22.0	21.0	20.5	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	
Pérdidas	lps	343.7	352.8	333.6	282.3	234.1	225.4	221.2	216.0	207.4	208.7	207.6	203.6	197.5	192.9	192.2	193.2	198.1	203.0	208.1	213.3	218.6	
Demandas total (Gasto Medio)	lps	654.7	671.8	677.8	665.9	668.7	703.4	737.4	774.5	787.6	834.7	884.9	913.3	944.7	975.6	1,011.4	1,049.0	1,090.5	1,131.9	1,174.3	1,216.7	1,259.0	
Dotación total equivalente	l/habitante	314.3	311.5	308.2	283.9	279.7	264.7	269.4	283.9	295.0	299.7	301.5	300.5	296.7	295.6	293.8	294.8	294.9	294.8	294.8	294.8	294.8	
Gasto Máximo Diario (Producción Requerida)	lps	916.6	940.2	962.9	918.1	836.2	886.1	1,032.4	1,090.1	1,116.6	1,168.5	1,216.8	1,239.5	1,256.8	1,266.0	1,312.4	1,352.4	1,386.8	1,421.2	1,456.7	1,493.1	1,530.5	

Índice de Incremento	1996-2000	5.0
Tasas de crecimiento consideradas	2001-2005	3.5
	2006-2010	3.0
	2011-2025	2.7
		2.5

Consumo Actual (1998) Cd. Nogales	175 litros/habitante
Consumo Actual (1999) Cd. Ecológica	90 litros/habitante
Dotación de proyecto (Año 2015)	284.8 litros/habitante
Períodos de Proyecto (Año 2015)	20.0

OFERTA - DEMANDA EN LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA

CONCEPTO	UNIDAD	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Gasto Máximo Diario	lps	916.6	940.2	962.9	918.1	836.2	886.1	1,032.4	1,090.1	1,116.6	1,168.5	1,216.8	1,239.5	1,256.8	1,266.0	1,312.4	1,352.4	1,386.8	1,421.2	1,456.7	1,493.1	1,530.5
Producción Actual Época Lluvias	lps	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745
Producción Actual Época Estiaje	lps	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703
Deficit Época Lluvias	lps	171.6	195.2	217.9	173.1	191.2	241.1	287.4	335.1	371.6	423.5	465.8	494.5	511.8	541.0	567.4	607.4	641.8	676.2	711.7	748.1	785.5
Deficit Época Estiaje	lps	213.6	237.2	259.9	215.1	233.2	283.1	329.4	377.1	413.6	465.5	507.8	536.5	553.8	583.0	609.4	649.4	683.8	718.2	753.7	790.1	827.5

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

CALIBRACIÓN DEL ACUEDUCTO PAREDES

Comparación de Resultados de las Mediciones realizadas en campo y las Simulaciones variando la ϵ (Rugosidad)

Simulación	Concepto	Punto A (km 10+150.5)		Punto B (km 10+158.4)		Punto C (km 14+358.8)		Punto D (km 22+417.8)		Descarga (km 27+048.7)	
		Carga	Elev. Piez.	Carga	Elev. Piez.	Carga	Elev. Piez.	Carga	Elev. Piez.	Carga	Elev. Piez.
Comparación con la mediciones del Estudio Manométrico y Pitométrico											
Campo	Q=230.0 lps	18.50	988.04								
Campo	Q=231.4 lps	18.50	988.32	18.50	988.32	32.00	991.61				
Campo	Q=223.0 lps										
Campo	Q=188.0 lps							44.00	982.30		
	Elev. Terreno Pto. A	968.14									
	Elev. Terreno Pto. B	967.82									
	Elev. Terreno Pto. C	959.61									
	Elev. Terreno Pto. D	938.30									
	Elev. Terreno Descarga	978.04									
1	Q=231.4 lps; E=0.025	20.75	988.89	21.06	988.88	26.23	985.84	42.34	980.64	0.91	978.95
2	Q=230.0 lps; E=0.42	18.51	986.65	18.82	986.64	22.94	982.55	37.30	975.60	-4.65	973.39
3	Q=231.4 lps; E=0.491	18.20	986.34	18.51	986.33	22.45	982.06	36.52	974.82	-5.49	972.55
4	Q=223.0 lps										
	E=0.025	21.09	989.23	21.40	989.22	26.77	986.38	43.18	981.48	1.75	979.79
5	E=0.050	20.92	989.06	21.23	989.05	26.50	986.11	42.75	981.05	1.27	979.37
6	E=0.070	20.80	988.94	21.11	988.93	26.31	985.92	42.43	980.73	0.92	978.96
7	E=0.090	20.68	988.82	21.00	988.82	26.12	985.73	42.14	980.44	0.59	978.63
8	E=0.159	20.34	988.48	20.65	988.47	25.58	985.19	41.24	979.54	-0.41	977.63
9	E=0.420	19.40	987.54	19.71	987.53	24.07	983.68	38.79	977.09	-3.16	974.88
Simulación											
	Concepto	Punto 1 (km 10+150.5)		Punto 2 (km 14+358.8)		Punto 3 (km 16+697.2)		Punto 4 (km 20+076.3)		Descarga (km 27+048.7)	
	Comparación con la mediciones de Campo en época de estiaje de 1997	Carga	Elev. Piez.	Carga	Elev. Piez.	Carga	Elev. Piez.	Carga	Elev. Piez.	Carga	Elev. Piez.
Campo	Q=188.0 lps	21.99	990.13	28.14	987.75	36.74	986.43	51.59	984.52		
	Elev. Terreno Pto. 1	968.14									
	Elev. Terreno Pto. 2	959.61									
	Elev. Terreno Pto. 3	949.69									
	Elev. Terreno Pto. 4	932.93									
	Elev. Terreno Descarga	978.04									
10	Q=188.0 lps Gasto en época de estiaje										
11	E=0.090	21.41	989.55	27.71	987.32	36.39	986.08	51.35	984.28	2.54	980.58
12	E=0.050	21.17	989.31	27.56	987.17	36.28	985.97	51.32	984.25	2.66	980.70
	E=0.159	21.99	990.13	28.14	987.75	36.74	986.43	51.59	984.52	2.54	980.58

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:

$$1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \log \left(\frac{ED}{3.7} + \frac{2.51}{Re} \left(\frac{f}{6} \right)^{1/4} \right)$$

DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
Q=	321.40
Qcum=	321.40
D=	0.61
E=	0.025
L=	1.589.56
V=	0.0100
R=	483.0E+3
V=	79.18
f=	0.01580
A=	2.922.47

GALERIA	8.51	=	8.51
NORIA VII	8.51	=	8.51
NORIA IV	8.51	=	8.51
STA BARBARA I	8.51	=	8.51
STA BARBARA II	8.51	=	8.51
DERIVACION	8.27	=	8.27



PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISSBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMOS (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /seg)	f Darcy	S hidráulica	hf	OBSERVACIONES
								(m)	(pulg)									

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO PAREDES

Simulación 1. Condiciones Actuales; Q=231.4 lps; ε=0.025

0+000.00	1000.00	1000.00	997.20	1060.00	-2.80	-2.80	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0138	0.000725	0.074224	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
0+102.34	999.95	999.95	997.13	1049.95	-2.82	-2.75	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0138	0.000725	0.005311	INC. NORIA VII (Descarga libre)
1+002.05	997.05	996.47	996.47	1047.05	-0.58	1.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0138	0.000725	0.433357	
1+096.98	995.42	996.04	1045.42	1045.42	0.82	2.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0138	0.000725	0.261888	
1+860.65	994.81	995.78	1044.81	1044.81	0.97	4.46	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0138	0.000725	0.286098	
2+355.12	992.74	995.49	1042.74	1042.74	2.75	1.87	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0138	0.000725	0.002901	INC. NORIA IV (Descarga libre)
2+892.97	992.87	994.54	1042.87	1042.87	1.67	5.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0138	0.000725	0.165517	Registro a superficie libre
2+614.91	991.81	994.35	1041.81	1041.81	2.54	6.10	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0138	0.000725	0.181318	Noria III
2+864.91	991.10	994.17	1041.10	1041.10	3.07	8.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0138	0.000725	0.190739	Noria II (Registro sup. libre)
3+127.90	990.48	993.08	1040.48	1040.48	3.60	3.50	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0138	0.000725	0.369685	Noria II (Registro sup. libre)
3+127.90	990.48	993.08	1040.48	1040.48	3.60	29.77	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0138	0.000725	0.780867	Estación A Inc. Pozo Sta. Barbara I
9+074.10	984.21	989.87	1014.21	1014.21	25.46	3.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0138	0.000725	0.006722	Estación B
10+150.45	983.14	988.80	1013.14	1013.14	20.75	7.80	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0138	0.000725	0.002118	Inc. Pozo Sta. Barbara II
10+158.37	982.87	988.53	1012.87	1012.87	21.06	33.13	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0138	0.000725	0.452279	Estación C
11+221.84	980.85	988.11	1010.85	1010.85	27.28	29.30	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0138	0.000725	0.159748	
11+442.10	984.68	987.95	1014.68	1014.68	23.27	220.26	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0138	0.000725	0.197136	Derivación a Rebombao Malvinas I
11+445.80	984.67	987.94	1014.67	1014.67	28.28	791.88	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0138	0.000725	0.054477	Estación D
20+613.13	930.67	981.30	1000.67	1000.67	50.63	63.31	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0146	0.00366	0.038705	Planta de Bombeo Tipo Booster
20+685.00	929.36	981.28	999.36	999.36	51.92	64.62	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0146	0.00366	0.054777	
23+643.81	930.30	980.84	999.84	999.84	49.34	79.82	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0146	0.00366	0.018959	
23+667.81	930.91	980.82	1000.81	1000.81	40.71	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0146	0.00366	0.028847	
24+086.85	970.82	990.04	1020.82	1020.82	23.16	100.82	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0146	0.00366	0.016276	
24+214.90	977.64	978.98	1027.64	1027.64	2.34	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0146	0.00366	0.038705	
24+351.09	973.68	979.93	1023.68	1023.68	6.25	136.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0146	0.00366	0.054477	
26+777.08	974.05	979.05	1024.05	1024.05	5.00	19.93	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0146	0.00366	0.048780	
26+964.68	974.78	978.98	1024.78	1024.78	4.20	187.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0146	0.00366	0.012407	
27+968.24	975.94	978.98	1025.94	1025.94	3.81	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0146	0.00366	0.068583	
SUMA PARCIAL 23,920.84																		
SUMA TOTAL 27,048.74																		

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
Q=	251.46
Qcum=	251.46
D=	0.61
E=	0.481
L=	1.599.56
V=	0.0100
R=	483.0E+3
Va=	79.18
Pa=	0.2183
A=	2.922.47

DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
Q=	0.00
Qcum=	251.46
D=	0.61
E=	0.481
L=	9.391.29
V=	0.0100
R=	483.0E+3
Va=	79.18
Pa=	0.2183
A=	2.922.47

DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
Q=	0.00
Qcum=	251.46
D=	0.61
E=	0.481
L=	6.435.61
V=	0.0100
R=	483.0E+3
Va=	79.18
Pa=	0.2183
A=	2.922.47

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1/f \cdot (1/2) = -2 \log ((ED)/3.7 + (2.51/Re) \cdot (f \cdot (1/2)))$



DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	PIEZ	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		ANCHO (m2)	PERIMETRO (m)	RHD (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	S Hidraulica	hf	OBSERVACIONES
								(m)	(pulg)									
0+000.00	1000.00	997.20		1040.00	-2.80													
0+102.34	999.95	997.10		1049.95	-2.85	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.104046	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
1+699.66	985.42	985.67		1046.42	0.16	887.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.807488	INC. NORIA VII (Descarga libre)
1+960.65	994.81	995.21		1044.81	0.40	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.367108	
2+355.12	992.74	994.81		1042.74	2.07	394.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.401044	
2+369.12	992.67	994.26		1042.67	1.69	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.004087	INC. NORIA IV (Descarga libre)
2+614.91	991.81	994.00		1041.81	2.19	255.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.260053	Registro a superficie libre
2+864.91	991.10	993.75		1041.10	2.65	250.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.254166	Noria III
3+127.90	990.48	993.48		1040.48	3.00	262.99	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.267373	Noria II (Registro sup. libre)
SUMA PARCIAL 3,127.90																		

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO PAREDES

Simulación 3. Condiciones Actuales (Calibrando con datos medidos en la Estación "B" Q=231.40 lps; Presión=18.5 mca)

0+000.00	1000.00	997.20		1040.00	-2.80														
3+127.90	990.48	993.48		1040.48	3.00	321.27	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.326624		
3+449.17	991.23	993.15		1041.23	1.92	2.25	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	1.094316	INC. POZO STA. BARBARA I (Est. A)	
10+160.46	985.14	985.24		1016.14	13.20	25.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.006021	Estación B	
10+168.27	987.92	988.34		1018.92	20.98	7.98	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.553188		
10+702.49	983.68	985.78		1013.68	22.10	29.80	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.002988	INC. POZO STA. BARBARA II	
11+221.94	960.86	968.28		1010.86	24.40	32.83	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.223931	Estación C	
11+442.10	964.68	965.03		1014.68	20.35	28.80	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.023410	Derivación a Reb. Malinas I	
14+356.95	969.63	962.06		1009.63	32.45	33.97	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.774171		
14+442.02	969.51	961.98		1009.51	22.47	33.97	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.086640		
20+613.13	930.67	935.70		1000.67	46.03	62.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.276340		
20+695.00	929.36	935.68		999.36	46.32	64.12	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1996	0.0196	0.000490	0.023417		
22+417.81	933.30	933.30		1003.30	36.32	78.92	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0196	0.000490	0.039673	Estación D	
22+487.81	938.91	934.78		1008.91	34.88	63.67	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1696	0.0196	0.000490	0.024501	PLANTA TIPO BOOSTER	
22+683.15	943.63	934.74		993.63	31.11	49.85	A-C Clase A-6	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0196	0.000490	0.058519		
24+214.90	977.84	973.84		1027.84	-3.70	16.84	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0196	0.000490	0.073033		
24+351.09	973.68	973.67		1023.68	0.19	19.80	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0196	0.000490	0.066736		
27+948.74	978.04	972.85		1028.04	-5.19	16.24	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0196	0.000490	0.041201		
SUMA PARCIAL 23,920.84																			
SUMA TOTAL 27,048.74																			

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:

1 / f = (1/2) * (-2 log ((ED)/5.74 * 2.51 / (Re * f^(1/2))))



Table with 2 columns: Parameter (GALERIA, NORIA VI, etc.), Value (8.491, etc.)

PERDIDAS = NF = (L/D) * (V^2/2g) SEGUN DARCY-WEISSBACH

DATOS POR OBRA DE CAPTACION table with columns: Q, Qacum, D, L, V, R, Vc, A

Main data table with columns: DISTANCIA AL ORIGEN, ELEVACION DE TERRENO, ELEVACION DE PLANTILLA, PIEZ MAXIMA, PRESSION, CARGA DE TRABAJO ESTATICA, LONGITUD, TIPO DE TUBERIA, DIAMETRO, AHID, PERMO, RHID, VEL, GASTO, F, S, M, OBSERVACIONES


CALIBRACION DEL ACUEDUCTO PAREDES

Simulación 4. Condiciones Actuales (época de lluvia) Operando solo la Galería Filtrante y derivando al Rebombío Malvinas I

Main data table for Simulación 4 with columns: DISTANCIA AL ORIGEN, ELEVACION DE TERRENO, ELEVACION DE PLANTILLA, PIEZ MAXIMA, PRESSION, CARGA DE TRABAJO ESTATICA, LONGITUD, TIPO DE TUBERIA, DIAMETRO, AHID, PERMO, RHID, VEL, GASTO, F, S, M, OBSERVACIONES

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $f = \frac{1}{(R \cdot (1/2))} = -2 \cdot \log \left(\frac{(ED) \cdot 7.14 \cdot (2.51)}{R \cdot (1/2)} \right)$



ITEM	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD
Q	223.00	l.p.s.	8.347	
Qacum	223.00	l.p.s.	8.347	
D	0.61	m	8.347	
E	0.060	mm	8.347	
L	1,599.56	m	8.347	
V	0.0100	m/s	8.347	
R	465.5E+3	cm ² seg.	8.347	
V	76.31	cm/seg.	8.168	
A	2,922.47	cm ²		

PERDIDAS = MF = f (L/D) (V²/2g) SEGUN DARCY-WEISBACH

ORIGEN	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTATICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	DIAMETRO (pulg)	AHID (m ²)	PERMOJ (m)	RHD (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S	M	OBSERVACIONES
0+000.00	1000.00	1900.00	997.20	1060.00	-2.80	-2.80	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701		INICIO EN GALERIA FILTRAN.
0+102.34	999.95	989.95	997.13	1049.95	-2.82	-2.75	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701		INC. NORIA VII (Descarga libre)
1+002.05	997.05	987.05	996.50	1047.05	-0.55	0.15	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701		INC. NORIA IV (Descarga libre)
1+099.66	995.42	985.42	996.08	1045.42	0.66	1.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701		INC. NORIA III (Registro sup. libre)
1+950.65	994.81	984.81	995.63	1044.81	1.02	2.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701		INC. NORIA II (Registro sup. libre)
2+305.12	992.74	982.74	995.55	1042.74	2.81	4.46	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701		
2+398.12	992.87	982.87	994.52	1042.87	1.65	1.85	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701		
2+614.91	991.81	981.81	994.34	1041.81	2.53	5.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701		
2+854.91	991.10	981.10	994.17	1041.10	3.07	6.10	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701		
3+127.90	990.48	980.48	993.98	1040.48	3.50	8.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701		
SUMA PARCIAL 3,127.90																		

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO PAREDES

Simulación 5. Condiciones Actuales (época de lluvia) Operando solo la Galería Filtrante y derivando al Rebombéo Malvinas I

3+127.90	990.48	980.48	993.98	1040.48	3.50	8.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701		Noria II (Registro sup. libre)
9+074.10	984.21	974.21	989.81	1014.21	25.60	29.77	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701		Noria I (Registro sup. libre)
10+150.48	983.14	973.14	989.04	1013.14	25.64	29.82	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701		Estación A Inc. Pozo Sta. Barbara I
10+150.37	987.82	977.82	989.60	1017.82	26.18	29.88	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701		Estación B
11+221.84	990.85	980.85	988.31	1010.85	27.48	33.13	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701		Inc. Pozo Sta. Barbara II
11+442.10	984.68	974.68	988.15	1014.68	23.47	29.30	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701		Estación C
14+356.90	999.61	989.61	996.11	1009.61	36.86	34.37	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701		Derivación a Rebombéo Malvinas I
20+613.13	930.67	920.67	981.73	1000.67	51.06	63.31	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1696	0.0150	0.000376		Estación D
20+685.00	929.36	919.36	981.71	999.36	52.35	64.62	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0150	0.000376		Planta de Bombeo Tipo Booster
23+417.81	936.30	926.30	984.08	1006.30	62.76	65.88	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0150	0.000376		
24+487.81	938.91	928.91	981.03	1008.91	41.12	54.07	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0150	0.000376		
24+065.86	970.82	960.82	980.43	1020.82	9.61	23.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0150	0.000376		
24+214.90	977.64	967.64	980.38	1027.64	2.74	16.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0150	0.000376		
24+351.09	973.68	963.68	980.32	1023.68	6.64	20.30	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0150	0.000376		
26+777.08	974.06	964.06	979.41	1024.06	5.36	19.93	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0150	0.000376		
26+984.66	974.78	964.78	979.34	1024.78	4.56	19.20	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0150	0.000376		
27+444.74	973.04	963.04	979.31	1023.04	1.27	16.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0150	0.000376		
SUMA PARCIAL 23,920.84																		
SUMA TOTAL 27,048.74																		

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $f = (1/f' - (1/2)) = -2 \log \left(\frac{(E/D) \cdot 2.71 + (2.51/f') \cdot (Re)^{-1.74}}{1} \right)$

DAIOS POR OBRA DE CAPTACION

Q=	223.00	9.00	0.00	0.00	83.60 l.p.s.
Qactum=	223.00	223.00	223.00	223.00	148.00 l.p.s.
D=	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61 m
E=	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078 mm
L=	1,589.56	759.56	1,063.47	9,391.29	6,436.61 m
V=	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100 cm/seg.
R=	465.5E+3	465.5E+3	465.5E+3	465.5E+3	333.1E+3
V=	76.31	76.31	76.31	76.31	54.61 cm/seg.
f=	0.0187	0.0187	0.0187	0.0187	0.0187
A=	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47 cm ³



PERDIDAS = hf = f(L/D)(V²/g) SEGUN DARCY-WEISBACH

DISTANCIAS AL ORIGEN (Km)	ELEVACION TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA (m)	LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA (m)	DIAMETRO (m)	AHID (m ²)	PERMO. (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidráulica	hf	OBSERVACIONES
0+000.00	1000.00	900.00	967.20	1060.00	-2.80	-2.80											
0+102.34	898.95	898.95	997.13	1049.95	-2.82	-2.75	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000718	0.073479	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
1+002.05	997.05	997.05	996.48	1047.05	-0.57	0.15	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000718	0.006258	
1+899.66	995.42	995.42	996.08	1045.42	0.63	1.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000718	0.429005	INC. NORIA VII (Descarga libre)
1+980.85	994.81	994.81	995.79	1044.81	0.98	3.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000718	0.258258	
2+355.12	992.74	992.74	995.51	1042.74	2.77	4.46	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000718	0.283224	
2+389.12	992.87	992.87	994.53	1042.87	1.66	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000718	0.002872	INC. NORIA IV (Descarga libre)
2+614.91	991.81	991.81	994.35	1041.81	2.54	5.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000718	0.183654	Registro a superficie libre
2+864.91	991.10	991.10	994.17	1041.10	3.07	6.10	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000718	0.179497	Noria III
3+127.90	990.48	990.48	993.98	1040.48	3.50	6.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000718	0.188824	Noria II (Registro sup. libre)
3+127.90	990.48	990.48	993.98	1040.48	3.50	6.72											
3+074.10	964.21	964.21	969.71	1014.21	25.50	29.77	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000718	0.365973	Noria II (Registro sup. libre)
10+150.48	965.14	965.14	998.94	1018.14	26.90	25.84	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000718	0.772827	Estación A Inc. Pozo Sta. Barbara I
10+150.37	967.82	967.82	998.83	1017.82	31.11	26.18	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000718	0.005865	Estación B
11+221.84	960.86	960.86	998.17	1010.86	27.32	33.13	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000718	0.002097	Inc. Pozo Sta. Barbara II
11+442.10	964.68	964.68	998.01	1014.68	23.33	29.30	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000718	0.158144	
14+356.96	959.63	959.63	998.82	1009.63	46.81	34.87	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000718	0.546733	Estación C
20+613.13	930.67	930.67	981.43	1000.67	50.76	63.31	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000718	0.195156	Derivación a Rebombes Malvinas I
20+685.00	929.36	929.36	981.41	999.36	52.05	64.62	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000383	0.019887	
22+437.81	935.30	935.30	980.79	1005.30	43.43	65.08	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000383	0.030257	Estación D
22+487.81	938.91	938.91	980.71	1008.91	46.80	54.07	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000383	0.0380257	Planta de Bombeo Tipo Booster
24+085.86	970.82	970.82	980.10	1020.82	9.28	23.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000383	0.019170	
24+214.90	977.84	977.84	980.04	1027.84	2.40	18.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000383	0.038900	
24+351.09	973.68	973.68	979.99	1023.68	6.31	20.30	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000383	0.057141	
26+777.08	974.05	974.05	979.06	1024.05	5.01	19.03	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000383	0.052214	
26+964.68	974.78	974.78	978.99	1024.78	4.21	19.20	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000383	0.013014	
27+048.74	975.04	975.04	979.86	1024.04	0.92	16.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2230	0.0147	0.000383	0.071916	
					SUMA PARCIAL												
					23,920.84												
					27,048.74												
																	16.02

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

GASTO A CONDUCIR		Q=	223.00	0.00	0.00	0.00	83.40 l.p.s.
GASTO CONDUCCION ACUM.		Qacum=	223.00	223.00	223.00	223.00	193.60 l.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA		D=	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61 m
RUGOSIDAD "E"		E=	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000 mm
LONGITUD TOTAL		L=	1,509.56	7,759.25	1,053.47	9,391.29	6,435.61 m
VISCOSIDAD CINEMATICA		V=	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100 cm ² /seg.
NUMERO DE REYNOLDS		R=	465.5E+3	465.5E+3	465.5E+3	465.5E+3	333.1E+3
VELOCIDAD		V=	76.31	76.31	76.31	76.31	54.61 cm/seg.
COEF. DE FRICCION "f"		f=	0.0150	0.0150	0.0150	0.0150	0.0150
AREA DE SECCION		A=	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47 cm ²
OBRA DE CAPTACION		GALERIA	NORIA VII	NORIA IV	STA B I	STA B II	DERIVACION

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \log ((E/D)/3.71 + (2.51 / (Re \cdot (1/2))))$



GALERIA	8.164	=	8.164
NORIA VII	8.164	=	8.164
NORIA IV	8.164	=	8.164
STA BARBARA I	8.164	=	8.164
STA BARBARA II	8.164	=	8.164
DERIVACION	8.000	=	8.000

PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/2g) SEGUN DARCY - WEISBACH

DISTANCIA AL ORIGEN KI	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESSION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTATICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	DIAMETRO (pulg)	AHID (m ²)	PERMOJ. (m)	RHID (m)	VEL. (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidráulica	hf	OBSERVACIONES
0-1000.00	1000.00	1000.00	987.20	1050.00	-2.80	-2.80	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.075127	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
0-102.34	999.95	999.95	997.12	1049.95	-2.83	-2.75	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.065376	
1-1002.05	997.05	997.05	996.46	1047.05	-0.59	0.15	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.436629	INC. NORIA VII (Descarga libre)
1-1099.66	995.42	995.42	995.03	1045.42	0.61	1.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.265074	
1-1360.65	994.81	994.81	995.76	1044.81	0.95	2.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.289578	
2-1355.12	992.74	992.74	995.47	1042.74	2.73	4.46	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.062936	INC. NORIA IV (Descarga libre)
2-1358.12	992.67	992.67	994.54	1042.67	1.87	1.87	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.187774	Registro a superficie libre
2-1614.91	991.81	991.81	994.35	1041.81	2.54	5.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.183524	Noria III
2-1864.91	991.10	991.10	994.17	1041.10	3.07	6.10	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.183060	Noria II (Registro sup. libre)
3-127.90	990.48	990.48	993.98	1040.48	3.60	6.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.183060	
SUMA PARCIAL 3,127.90																		
3-127.90	990.48	990.48	993.98	1040.48	3.60	3.60	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.374183	Noria II (Registro sup. libre)
9-074.10	964.21	964.21	969.61	1014.21	25.40	29.77	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.790165	Estación A Inc. Pozo Sta. Barbara I
10-150.48	968.14	968.14	968.82	1018.14	20.68	25.64	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.065792	Estación B
10-198.37	967.82	967.82	968.82	1017.82	31.90	36.18	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.002144	Inc. Pozo Sta. Barbara II
11-221.84	960.85	960.85	968.04	1010.85	27.18	33.13	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.161892	
11-442.10	964.68	964.68	967.88	1014.68	23.20	29.30	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.358898	Estación C
14-396.90	959.81	959.81	965.74	1009.81	36.13	44.37	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.65	0.1998	0.0168	0.000391	0.207264	Derivación a Rebombos Malvinas I
20-613.13	930.67	930.67	981.14	1000.67	50.47	63.31	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.030832	Estación D
20-685.00	929.36	929.36	981.12	998.36	51.76	64.62	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.019633	Planta de Bombeo Tipo Booster
22-447.81	938.91	938.91	980.42	1008.91	40.81	64.07	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.039231	
24-085.86	970.82	970.82	979.80	1020.82	8.98	23.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.068225	
24-214.90	977.64	977.64	979.74	1027.64	2.10	18.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.063205	
24-381.09	973.68	973.68	979.68	1023.68	6.00	20.30	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.013260	
26-777.08	974.05	974.05	978.74	1024.05	4.69	19.93	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.073280	
26-984.68	974.78	974.78	978.68	1024.78	3.88	19.20	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.032847	
27-998.74	978.04	978.04	979.84	1028.04	1.80	18.84	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	18.38	
SUMA PARCIAL 23,920.84																		
SUMA TOTAL 27,048.74																		

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO PAREDES
Simulación 7. Condiciones Actuales (época de lluvia) Operando solo la Galería Filtrante y derivando al Rebombos Malvinas I

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ENEP - Acetán

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f" se usa la fórmula siguiente:

$$1/f \cdot (v^{1/2}) = -2 \log \left(\frac{K_s}{3.7142 \cdot D} \cdot \frac{v}{Re} \right) \cdot \left(\frac{v}{Re} \right)^{1/4}$$

DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
Q=	32.00
Qcumul	111.00
D=	0.61
E=	0.000
L=	1.599.56
V=	187.9E+3
V=	30.80
f=	0.01660
A=	2.922.47

GALERIA NORIA VI NORIA IV STA B I STA B E DERIVACION	
Q	0.00
Qcumul	188.00
D	0.61
E	0.000
L	9.381.29
V	392.4E+3
V	64.33
f	0.0163
A	2.922.47



PERDIDAS = $h_f = f \cdot L \cdot \frac{V^2}{2g}$ SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN Km	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PREZ. (m)	PREORIN MAXIMA (m)	CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA (m)	LONG. CITUD (m)	TIPO DE TUBERIA (m)	DIAMETRO (m)	AHMD (m ²)	PERIM. (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidráulica	hf	OBSERVACIONES
------------------------	--------------------------	----------------------------	-----------------	--------------------	-------------------------------	-----------------	---------------------	--------------	------------------------	------------	----------	--------------	-----------------------------	---------	--------------	----	---------------

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO PAREDES

Simulación 10. Con datos en Epoca de estiaje 1997

0+000.00	1000.00	1000.00	997.20	1050.00	-2.80		A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0500	0.0169	0.000134	0.080281	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
1+599.66	995.42	995.42	998.89	1045.42	1.57	1.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1150	0.0163	0.000212	0.000846	INC. NORIA VI (Descarga libre)
2+359.12	992.87	992.87	991.84	1042.87	-0.73	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0158	0.000306	0.078240	Registro a superficie libre
2+614.91	991.81	991.81	991.86	1041.81	0.05	5.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0159	0.000306	0.080443	Noria I (Registro sup. libre)
3+127.90	990.48	990.48	991.76	1040.48	1.22	6.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0153	0.000531	0.115232	Noria II (Registro sup. libre)
SUMA PARCIAL 3,127.90																	
3+127.90	990.48	990.48	991.70	1040.48	1.22	1.22	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0159	0.000306	0.098269	Noria II (Registro sup. libre)
3+449.17	991.23	991.23	991.60	1041.23	0.37	0.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0199	0.000306	0.329240	Estación A Inc. Pozo Sta. Barbara I
10+158.37	967.82	967.82	969.55	1017.82	21.73	23.86	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.004188	Estación B
11+221.84	960.85	960.85	968.98	1010.85	28.13	30.85	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.001550	Inc. Pozo Sta. Barbara II
11+918.74	968.54	968.54	968.81	1018.54	22.07	25.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.115232	Estación C
13+291.00	963.34	963.34	967.89	1013.34	24.55	28.36	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.404166	
14+598.89	968.81	968.81	967.92	1008.81	27.21	32.06	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.084110	
14+221.38	953.43	953.43	966.33	1003.43	32.90	38.27	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.233754	
14+661.77	947.98	947.98	966.10	997.98	38.12	43.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.000531	
14+887.22	949.89	949.89	966.06	996.89	36.39	42.01	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.18816	
14+720.16	948.05	948.05	965.53	996.05	39.48	45.65	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.075841	
14+044.43	937.55	937.55	964.83	1007.55	47.28	54.15	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.114778	
20+078.28	932.83	932.83	964.26	1002.83	61.36	68.77	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.067815	
20+613.13	930.67	930.67	964.00	1000.67	53.33	61.03	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.144267	Derivación a Rebombos Malvinas I
22+417.30	938.30	938.30	963.04	1008.30	44.74	53.40	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.041888	Estación D
22+467.81	939.91	939.91	963.01	1009.91	43.10	51.79	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.028538	Planta de Bombeo Tipo Booster
24+065.86	970.82	970.82	962.17	1020.82	11.35	20.88	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.079105	
24+214.90	977.64	977.64	962.09	1027.64	4.45	14.06	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.018016	
26+777.08	974.05	974.05	960.73	1024.05	6.68	17.65	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.018016	
26+964.66	974.78	974.78	960.63	1024.78	5.85	16.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.099569	
27+048.74	978.04	978.04	960.58	1028.04	2.54	13.66	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1890	0.0153	0.000531	0.044627	
SUMA PARCIAL 23,920.84																	
SUMA TOTAL 27,048.74																	

Carga Leída Ajustada

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora



Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1/f = (1/12) \cdot Re^{0.25} = -2 \log \left(\frac{E/D}{3.7} + \frac{2.51f}{Re} \right)$ (12.11)

DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
Q =	80.00
Q promedio	75.00
D =	114.30
E =	0.61
L =	1.599.06
N =	187.9E+3
V =	30.80
f =	0.0100
A =	2.922.47
GALERIA NORIA VI NORIA IV STABI STA BII DERIVACION	

GASTO A CONDUCTOR	
GASTO CONDUCTOR ACUM.	7.80
DIAMETRO DE LA TUBERIA	7.96
LONGITUD TOTAL	8.08
VELOCIDAD CINEMATICA	8.25
NUMERO DE REYNOLDS	8.25
VELOCIDAD	8.25
COEF. DE FRICCION "f"	8.25
AREA DE SECCION	8.25
OBRA DE CAPTACION	8.25

PERDIDAS = M = f (L/D) (V/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	AMH (m ²)	PERIMETRO (m)	RHD (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidráulica	M	OBSERVACIONES	Carga Ajustada	
																			DIAMETRO (pulg.)
0+000.00	1000.00	987.20	1050.00	-2.80	-2.80														
1+000.56	995.42	995.99	1045.42	1.57	1.78	597.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0165	0.000131	0.078143	INCIO EN GALERIA FILTRAN.		
2+358.12	992.87	991.81	1042.87	-1.06	4.00	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1150	0.0158	0.000205	0.000820	INC. NORIA VI (Descarga libre)		
2+614.91	991.81	991.53	1041.81	-0.28	5.39	255.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0153	0.000294	0.075288	Registro a superficie libre		
3+127.90	990.48	991.38	1040.48	0.90	6.72	262.99	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0153	0.000294	0.077407	Noria II (Registro sup. libre)		
3+127.90	990.48	991.38	1040.48	0.90	3.127.90	SUMA PARCIAL													
3+449.17	991.23	991.29	1041.23	0.06	0.15	321.27	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0153	0.000294	0.094561	Noria II (Registro sup. libre)	S=0.000582	
4+150.48	988.34	988.31	1018.14	21.47	23.34	1876.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0153	0.000294	0.316816	Estación A Inc. Pozo Sta. Barbara I	16.37	
10+158.37	967.82	989.31	1017.82	21.49	23.56	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.004024	Estación B	21.99	
11+221.84	960.85	968.77	1010.85	27.92	30.53	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.001489	Inc. Pozo Sta. Barbara II	22.77	
11+918.74	966.54	988.41	1016.54	21.87	24.84	230.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.117651		22.59	
13+291.00	963.34	987.71	1013.34	24.37	28.04	217.11	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.110713		25.02	
14+566.90	960.81	987.17	1008.81	27.96	31.77	761.85	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.368317		28.14	
16+221.36	953.43	988.22	1003.43	32.78	37.95	158.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.080812		33.27	
16+661.77	947.98	985.99	997.98	38.01	43.40	440.41	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.224587		37.81	
16+897.22	948.88	985.87	998.88	38.28	41.89	35.45	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.018078		41.82	
17+720.16	948.05	985.45	996.05	39.40	45.33	142.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.072867		48.12	
19+044.43	937.55	984.78	1007.55	47.23	53.83	216.25	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.110277		51.37	
20+878.26	932.83	984.26	1002.83	51.32	58.45	127.56	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.065252		51.59	
20+613.13	930.67	983.98	1000.67	53.31	53.08	271.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.138609	Derivación a Rebombes Malvinas I		
22+417.81	938.30	983.06	1008.30	44.76	53.08	78.92	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.040245	Estación D		
22+467.81	939.91	983.03	1009.91	43.12	51.47	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.025497	Planta de Bombeo Tipo Booster		
24+065.86	970.82	982.22	1020.82	11.40	20.56	100.42	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.051209			
24+214.90	977.64	982.14	1027.64	4.50	13.74	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.076003			
26+777.08	974.05	980.83	1024.05	6.78	17.33	33.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.017309			
26+964.66	974.78	980.74	1024.78	5.96	16.60	187.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.095655			
27+048.74	978.04	980.79	1028.04	2.86	13.34	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.042877			
			SUMA PARCIAL	23.820.84														0.00	2.54
			SUMA TOTAL	27.048.74															10.88

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

GASTO A CONDUCIR	Qc	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00
GASTO CONDUCIDO ACUMIL	Qacum	114.00	148.00	182.00	216.00	250.00
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
RUGOSIDAD "E"	E	0.159	0.159	0.159	0.159	0.159
LONGITUD TOTAL	L	1.589.56	7.799.25	1.083.47	9.391.29	6.435.61
VELOCIDAD CINEMATICA	Vc	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
NUMERO DE REYNOLDS	R	187.9E+3	240.0E+3	392.4E+3	392.4E+3	392.4E+3
VELOCIDAD	V	30.80	39.35	47.90	64.33	84.33
COEF. DE FRICCIÓN "f"	f	0.01702	0.01702	0.01702	0.01702	0.01702
AREA DE SECCION	A	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47

GALERIA NORIA VI NORIA IV STA B I DERIVACION

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:

$$1/f \cdot (V/12)^2 = -2 \log \left(\frac{E/D}{3.71 + 2.51f} \right) \left[\frac{Re}{f} \cdot \left(\frac{1}{2} \right) \right]$$



PERDIDAS = hf = f(L/D)(V/2g) SEGUN "DARCY - WEISSBACH"

DISTANCIAS AL ORIGEN KM	ELEVACION TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV PEZ (m)	PRENSION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTATICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (mm)	ANCHO (m2)	PERIMETRO (m)	RHD (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	S hidráulica	Nf	OBSERVACIONES
-------------------------	-----------------------	----------------------------	--------------	-------------------------------	-------------------------------	--------------	-----------------	---------------	------------	---------------	---------	-------------	----------------	---------	--------------	----	---------------

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO PAREDES
Simulación 12. Con datos en Epoca de estiaje 1997

0+000.00	1000.00	1009.00	997.20	1050.00	-2.80	-2.80	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0176	0.000140	0.083677	INICIO EN GALERIA FILTRAM.	
1+596.56	995.42	995.42	998.98	1045.42	1.56	1.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1150	0.0171	0.000222	0.000888	INC. NORIA VI (Descarga libre)	
2+398.12	992.87	992.87	992.64	1042.87	-0.03	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0187	0.000322	0.082325	Registro a superficie libre	
2+614.91	991.61	991.61	992.56	1041.61	0.75	5.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0187	0.000322	0.082325	Noria II (Registro sup. libre)	
3+127.90	990.48	990.48	992.39	1040.48	1.91	5.14	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0187	0.000322	0.082325	Noria III (Registro sup. libre)	
3+127.90	990.48	990.48	992.39	1040.48	1.91	5.14	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0187	0.000322	0.082325	Noria III (Registro sup. libre)	
3+449.17	991.23	991.23	992.29	1041.23	1.06	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0187	0.000322	0.082325	Noria III (Registro sup. libre)	
10+199.89	996.54	996.54	999.13	1018.34	21.99	24.57	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0187	0.000322	0.082325	Estación A Inc. Pozo Sta. Barbara I	
967.82	987.82	987.82	990.13	1017.82	22.31	24.57	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0187	0.000322	0.082325	Estación B	
960.85	980.85	980.85	989.52	1010.85	28.67	31.54	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0187	0.000322	0.082325	Inc. Pozo Sta. Barbara II	
11+221.84	986.54	986.54	988.13	1018.54	22.59	25.95	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0187	0.000322	0.082325	Estación C	
13+291.00	993.34	993.34	998.36	1013.34	25.02	28.05	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0187	0.000322	0.082325	Derivación a Rebombeo Malvinas I	
14+356.80	995.81	995.81	997.35	1008.81	28.14	32.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0187	0.000322	0.082325	Estación D	
16+221.38	993.43	993.43	998.70	1003.43	33.27	38.98	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0187	0.000322	0.082325	Planta de Bombeo Tipo Booster	
16+651.77	947.98	947.98	956.45	997.98	38.47	44.41	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0187	0.000322	0.082325	Plantación de Bombeo Tipo Booster	
16+972.22	946.08	946.08	956.43	998.08	38.74	42.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0187	0.000322	0.082325	Derivación a Rebombeo Malvinas I	
17+720.18	948.05	948.05	958.85	999.05	39.90	46.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0187	0.000322	0.082325	Estación D	
18+044.43	937.55	937.55	955.10	1007.55	47.55	54.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0187	0.000322	0.082325	Plantación de Bombeo Tipo Booster	
20+079.39	933.93	933.93	944.82	1002.93	51.99	59.86	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0163	0.000565	0.122205	Derivación a Rebombeo Malvinas I	
20+613.13	930.67	930.67	944.22	1000.67	53.55	61.72	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0163	0.000565	0.122205	Estación D	
22+417.81	938.30	938.30	953.20	1008.30	44.90	54.09	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0163	0.000565	0.122205	Plantación de Bombeo Tipo Booster	
22+467.81	939.91	939.91	953.17	1009.91	43.26	52.48	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0163	0.000565	0.122205	Derivación a Rebombeo Malvinas I	
24+065.86	970.82	970.82	982.27	1020.82	11.45	21.57	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0163	0.000565	0.122205	Estación D	
24+214.90	977.64	977.64	982.18	1027.64	4.54	14.75	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0163	0.000565	0.122205	Plantación de Bombeo Tipo Booster	
26+777.08	974.05	974.05	980.73	1024.05	6.68	18.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0163	0.000565	0.122205	Derivación a Rebombeo Malvinas I	
26+984.66	974.78	974.78	980.63	1024.78	5.85	17.61	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0163	0.000565	0.122205	Estación D	
27+048.74	978.04	978.04	980.59	1028.04	2.54	14.35	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0163	0.000565	0.122205	Plantación de Bombeo Tipo Booster	
SUMA PARCIAL	23,920.84	SUMA TOTAL	27,048.74															

0.00 2.54

**DIAGNOSTICO DE LA LINEA DE CONDUCCION A GRAVEDAD
CAPTACION PAREDES - TANQUE SUP. PORTEZUELOS
EN LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA**

AJUSTE DE LA LINEA PIEZOMETRICA DE ACUERDO AL METODO DE REGRESION LINEAL

ANALISIS, TOMANDO COMO BASE LA TOPOGRAFIA LEVANTADA EN 1997

No DE MEDICION	KILOMETRAJE	ELEV. DE TERRENO	ELEV. DE PLANTILL	AJUSTE PIEZOM	ELEV. PIEZOM.	CARGA LEIDA	CARGA AJUSTADA
1	10+150.48	968.14	968.14	990.13	984.51	16.37	21.99
2	11+919.74	966.54	966.54	989.13	989.31	22.77	22.59
3	13+291.00	963.34	963.34	988.36	990.26	26.92	25.02
4	14+356.80	959.61	959.61	987.75	990.20	30.59	28.14
5	16+221.36	953.43	953.43	986.70	986.90	33.47	33.27
6	16+697.22	949.69	949.69	986.43	987.50	37.81	36.74
7	17+720.16	946.05	946.05	985.85	987.87	41.82	39.80
8	19+044.43	937.55	937.55	985.10	985.67	48.12	47.55
9	20+076.26	932.93	932.93	984.52	984.30	51.37	51.59
10	27+048.74	978.04	978.04	980.58	978.04	0.00	2.54

X	Y	y = mx + b
		CASO 1
10+150.48	984.5	990.131
11+919.74	989.3	989.131
13+291.00	990.3	988.356
14+356.80	990.2	987.754
16+221.36	986.9	986.700
16+697.22	987.5	986.431
17+720.16	987.9	985.853
19+044.43	985.7	985.104
20+076.26	984.3	984.521
27+048.74	978.0	980.580

$$-0.000565 = m$$

$$995.87 = b$$

$$-0.000565 = \text{Tendencia}$$

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

DIAGNÓSTICO DEL ACUEDUCTO PAREDES

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

Table with 2 columns: Parameter (e.g., GASTO A CONDUCIR, DIAMETRO DE LA TUBERIA) and Value (e.g., 223.00, 0.61, 759.58).

Para encontrar e valor del coeficiente de fricción "f" se usa la formula siguiente: 1 / (f^(1/2)) = -2 log ((ED)/3.71 + 2.51 / (Re * (f/2)))

Summary table for GALERIA, NORIA, STA BARBARA I, STA BARBARA II, DERIVACION with columns for parameters like Q, V, f, S, etc.



PERDIDAS = hf = f (L/D) (V^2/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

Main data table with columns: DISTANCIA AL ORIGEN, ELEVACION DE TERRENO, ELEVACION DE PLANTILLA, PIEZA, PRESSION MAXIMA, CARGA DE TRABAJO ESTADICA, LONGITUD, TIPO DE TUBERIA, DIAMETRO, AHID, PERMOJ, RHID, VEL, GASTO, f, S, hf, OBSERVACIONES.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

PARA ENCONTRAR EL VALOR DEL COEFICIENTE DE Fricción "f", se usa la fórmula siguiente:

$$1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \log \left((E/D) / 3.71 + (2.61 / Re) \cdot (f \cdot (1/2)) \right)$$

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

Q=	223.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Qocum=	223.00	223.00	223.00	223.00	223.00	223.00	223.00
D=	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
E=	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
L=	1.598.56	758.56	1.083.47	9.361.29	6.455.81	m	m
V=	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	cm/s	cm/s
R=	485.5E+3	485.5E+3	485.5E+3	485.5E+3	485.5E+3	333.1E+3	333.1E+3
V=	78.31	78.31	78.31	78.31	78.31	54.61	54.61
f=	0.01504	0.01504	0.01504	0.01504	0.01504	0.01504	0.01504
A=	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47
		GALERIA	NORIA VI	NORIA IV	STA B I	STA B II	DERIVACION

GALERIA 8.15 = 8.15
NORIA VII 8.15 = 8.15
NORIA IV 8.15 = 8.15
STA BARBARA I 8.15 = 8.15
STA BARBARA II 8.15 = 8.15
DERIVACION 8.00 = 8.00



PERDIDAS = NF = f (L/D) (V2/2g) SEGUN "DARCY - WEISSBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELRY PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADICA (m)	LONGITUD (m)	GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMEO (m)	RUID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S Hidráulica	hf	OBSERVACIONES
									(m)	(pulg)									
21+583.54	932.65	932.65	980.76	1002.65	48.11	61.33	38.72	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.015121	
21+767.77	931.36	931.36	980.88	1001.36	49.32	62.82	184.23	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.071945	
22+131.27	927.35	927.35	980.54	997.35	53.19	66.63	363.50	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.141953	
22+284.38	926.47	928.47	980.46	996.47	54.02	67.51	133.11	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.051982	
22+338.98	934.13	930.13	980.46	1004.13	46.33	58.85	74.51	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.028098	
22+417.81	938.30	936.30	980.43	1008.30	42.13	55.68	78.92	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.030820	
22+467.81	939.91	939.91	980.41	1009.91	40.50	54.07	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.019526	
22+563.15	943.63	943.63	980.37	993.63	36.74	50.35	115.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.045042	
22+712.73	948.27	948.27	980.32	998.27	32.05	45.71	128.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.050603	
22+868.47	950.94	950.94	980.25	1000.94	29.31	43.04	155.74	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.060819	
22+934.08	950.87	950.87	980.23	1000.87	29.36	43.11	85.59	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.025614	
23+028.68	952.02	952.02	980.19	1002.02	28.17	41.98	94.82	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.037029	
23+055.28	946.78	946.78	980.18	996.78	33.40	47.20	26.41	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.010314	
23+182.05	954.05	954.05	980.13	1004.05	26.08	38.93	126.76	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.049502	
23+246.14	956.63	956.63	980.11	1006.63	23.48	37.35	66.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.025809	
23+284.52	955.07	955.07	980.10	1005.07	25.03	38.91	18.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.006387	
23+395.08	960.19	960.19	980.05	1010.19	19.88	33.79	130.56	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.050986	
23+444.92	957.11	957.11	980.03	1007.11	22.92	36.87	49.84	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.018463	
23+659.66	952.60	952.60	979.95	1002.60	27.35	41.38	214.74	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.083960	
23+780.47	955.45	955.45	978.91	1005.45	24.46	38.53	100.81	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.039588	
23+869.63	959.53	959.53	978.83	1009.53	20.33	34.45	128.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.050439	
23+965.44	962.65	962.65	978.83	1012.65	17.18	31.33	75.81	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.029605	
24+065.86	970.82	970.82	978.79	1020.82	8.97	23.16	100.42	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.039216	
24+214.90	977.64	977.64	979.73	1027.64	2.09	16.34	148.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.058203	
24+351.09	973.68	973.68	979.68	1023.68	6.00	20.30	136.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.053185	
24+497.70	964.47	964.47	978.62	1014.47	15.15	29.51	146.61	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.031784	
24+578.09	967.19	967.19	978.59	1017.19	12.40	26.79	81.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.057254	
24+716.99	956.10	956.10	978.51	1013.67	15.84	37.86	137.90	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.031784	
24+783.04	963.67	963.67	978.51	1013.67	15.84	37.86	137.90	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.053185	
24+879.42	950.95	950.95	979.47	1000.95	26.52	43.03	96.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.035794	
24+895.70	953.65	953.65	979.46	1003.65	25.81	40.33	16.28	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.037638	
25+010.44	949.05	949.05	979.42	999.05	30.37	44.93	114.74	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.006358	
25+120.82	949.28	949.28	979.38	999.28	30.10	44.70	10.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.044807	

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

GASTO A CONDUCIR	Q=	223.00	0.00	0.00	9.00	63.40	l.p.s.
GASTO CONDUCIDO ACUM.	Qacum=	223.00	223.00	223.00	223.00	199.00	l.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D=	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	m
RUGOSIDAD "E"	E=	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	mm
LONGITUD TOTAL	L=	1,598.56	750.56	1,063.47	9,391.29	9,435.81	m
VISUOSO CINEMATICA	V=	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	cm ² /seg.
MUCOSIDAD DE REYNOLDS	R=	485.5E+3	485.5E+3	485.5E+3	485.5E+3	333.1E+3	
VELOCIDAD	V=	76.31	76.31	76.31	76.31	54.81	cm/ség.
COEF. DE FRICCION "f"	f=	0.01508	0.0151	0.0151	0.0151	0.0156	
AREA DE SECCION	A=	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	cm ²

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $1/f \cdot (1/2) = -2 \log (ED)/(3.71 + (2.51 / (Re \cdot (f \cdot (1/2)))))$

GALERIA	8.15	=	8.15
NORIA VII	8.15	=	8.15
NORIA IV	8.15	=	8.15
STA BARBARA I	8.15	=	8.15
STA BARBARA II	8.15	=	8.15
DERIVACION	8.00	=	8.00



PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ. (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTATICA		LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMIO (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S Hidraulica	hf	OBSERVACIONES
					(m)	(m)			(m)	(pulg)									
25+276.13	949.75	949.75	979.31	999.75	28.56	44.23	155.31	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.080681	
25+405.12	955.33	955.33	979.28	1005.33	23.93	36.65	128.99	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.050373	
25+486.81	952.50	952.50	979.24	1002.50	26.74	41.48	81.69	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.024091	
25+503.69	955.77	955.77	979.23	1005.77	23.46	36.21	36.88	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.014402	
25+704.11	960.03	960.03	979.15	1010.03	19.12	33.95	200.42	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.078288	
25+757.33	964.84	964.84	979.13	1014.84	14.49	29.34	53.22	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.020783	
25+787.11	960.24	960.24	979.12	1010.24	18.88	33.74	28.78	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.011630	
25+845.14	960.70	960.70	979.05	1010.70	18.35	33.28	158.03	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.061714	
26+012.17	969.26	969.26	979.03	1019.26	9.77	24.72	67.03	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.028176	
26+123.91	965.44	965.44	978.98	1015.44	13.54	28.54	111.74	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.043636	
26+227.18	972.21	972.21	978.94	1022.21	6.73	21.77	103.27	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.040329	
26+303.40	969.60	969.60	978.91	1019.60	9.31	24.36	78.22	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.028765	
26+393.75	968.88	968.88	978.88	1018.88	10.00	25.10	90.35	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.035283	
26+531.51	970.86	970.86	978.82	1020.86	8.16	23.32	137.76	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.053798	
26+656.67	972.89	972.89	978.78	1022.89	5.89	21.09	125.16	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.048877	
26+743.14	972.00	972.00	978.74	1022.00	6.74	21.98	86.47	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.033768	
26+777.08	974.05	974.05	978.73	1024.05	4.68	19.93	33.94	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.013255	
26+964.66	974.78	974.78	978.66	1024.78	3.88	19.20	187.58	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.073252	
27+048.74	978.04	978.04	978.62	1028.04	0.58	15.94	84.08	A-C Clase A-5	0.810	0.810	24	0.2819	1.92	0.1524	0.1598	0.0156	0.000391	0.032835	
SUMA PARCIAL															23,920.84				15.36
SUMA TOTAL															27,048.74				

Notas:

- El gasto transitado se toma a partir de las mediciones pitométricas realizadas en campo. Al momento de la medición la única fuente que estaba trabajando es la Galería Filtrante; las Norias VII y IV y los pozos Santa Barbara I y II no trabajaban.
- La Noria VII y IV descargan a una caja a superficie libre, por lo tanto en estos puntos se tiene una presión atmosférica.
- El análisis en condiciones actuales se inició en el km 3+127.90 debido a que existe una caja que se encuentra a presión atmosférica con una h=3.50 m (frente a Noria II).
- La rugosidad de la tubería es la que se obtuvo de la Calibración del Acueducto.
- El presente análisis considera que en el km 20+613.13 se derivan 63.40 lps al Acueducto Mascareñas.

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

CALIBRACIÓN DEL ACUEDUCTO MASCAREÑAS

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción T, se usa la fórmula siguiente:
 $1/(f^{1/2}) = -2 \log \left(\frac{ED}{3.7} + \frac{1.49 S}{12.5} \right) \text{Re} \left(\frac{v}{\nu} \right)^{-1/4}$

DAIOS POR OBRA DE CAPTACION

Q=	40.80	0.00	0.00	100.78	0.00	26.14	28.78	0.00	l.p.s.
Qacumulo	40.80	40.80	40.80	100.78	100.78	100.78	100.78	100.78	l.p.s.
D=	0.41	0.41	0.41	0.61	0.76	0.76	0.76	0.76	m
C=	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	mm
L=	221.32	537.75	90.33	120.20	347.03	394.57	530.54	615.95	264.00
V=	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	cm/s
R=	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3	cm/s
V=	31.59	31.59	31.59	31.59	31.59	31.59	31.59	31.59	cm/s
A=	1.294.62	1.294.62	1.294.62	1.294.62	1.294.62	1.294.62	1.294.62	1.294.62	cm ²

NORIA I NORIA ALAMITO CASITA I R. MALVINAS I POZO 8 POZO 3 POZO 5 P. BUENAVISTA



DISTANCIA AL ORIGEN (KM)	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION DE PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA (m)		LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)		AHQ (m ²)	PERIMETRO (m)	RHD (m)	VEL V (m/s)	CASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	f s hidráulica	hf	OBSERVACIONES	
					ESTÁTICA	TRABAJO			(m)	(m)										
0+000.00	928.37	928.37	933.87	978.37	4.50	4.50	221.32	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0506	Inc. Noria I	
0+221.32	928.37	928.37	933.82	978.37	5.45	5.45	28.88	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0066	Noria I (Fuera de Servicio)	
0+759.07	929.41	929.41	933.70	979.41	4.29	4.29	96.33	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0218	Pozo Alamito (Fuera de Servicio)	
0+854.40	929.56	929.56	933.67	979.56	4.11	4.11	120.20	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0275	Pozo Casitas 2 (Fuera de Servicio)	
0+974.60	930.07	930.07	933.65	980.07	3.68	3.68	25.54	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0275	Pozo Casitas 1 (Fuera de Servicio)	
1+321.83	928.24	928.24	933.57	979.24	4.33	4.33	1.321.83	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0058	Rebombeo Malvinas I	
1+321.83	928.24	928.24	988.24	979.24	57.00	57.00												0.3024		
1+673.44	926.79	926.79	966.18	976.79	59.39	59.45	361.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.35	0.1007	0.0188	0.000165	0.0581	Reb. Malvinas I (Estación E)	
1+708.30	926.31	926.31	966.18	976.31	58.87	58.93	32.86	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.35	0.1007	0.0188	0.000165	0.0054		
2+236.64	937.48	937.48	948.15	947.48	48.69	48.78	24.75	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.22	0.1007	0.0170	0.000055	0.0014	Pozo 8 (Fuera de Servicio)	
2+832.79	970.88	970.88	988.08	1020.88	15.20	15.35	212.05	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.28	0.1268	0.0164	0.000085	0.0180	Inc. Pozo 3	
3+479.06	985.68	985.68	985.68	1020.88	20.54	20.54	87.44	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0108	Inc. Pozo 5	
4+373.37	982.31	982.31	985.91	1032.31	3.60	3.60	101.28	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0125	Estación F	
4+503.00	985.60	985.60	985.89	1035.60	0.29	0.64	129.63	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0161	Cima del Cero	
4+561.99	983.81	983.81	978.88	1033.81	-4.93	2.43	58.99	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0073		
4+586.18	978.19	978.19	978.88	1028.19	-0.31	7.05	24.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0030	Inicio Tunnel	
4+673.37	988.19	979.19	978.87	1028.19	-0.32	7.05	87.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0108		
4+780.28	978.17	978.17	978.86	1028.17	-0.31	7.07	49.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0062	Termina Tunnel	
4+793.54	973.19	973.19	978.85	1023.19	5.66	13.05	33.26	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0041		
4+887.27	968.77	968.77	978.85	1018.77	10.08	17.47	73.73	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0091	Cambio de Clase de tubería	
6+282.22	978.04	978.04	978.88	1028.04	8.20	8.20	135.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0167		
					SUMA PARCIAL		4,970.59												0.5713	
					SUMA TOTAL		6,292.32													

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO MASCAREÑAS
Simulación 1. Condiciones Actuales considerando la derivación del Acueducto Paredes. Rugosidad ε=0.090

- Notas:**
- La Noria II, Noria I, Pozos Alamito y Casitas 1 se encuentran conectados al acueducto y descargan en el Rebombeo Malvinas I.
 - El Rebombeo Malvinas I, bombea el gasto producido por las fuentes antes mencionadas y el gasto derivado del acueducto Paredes, mas adelante se incorporan al mismo acueducto el Pozo 8, Pozo 3 y Pozo 5.
 - El gasto transilado se tomo a partir de las mediciones pitométricas realizadas en campo. Al momento de la medición las unicas fuentes que estaban trabajando son la Noria II, Pozo 3 y Pozo 5.
 - El presente análisis considera que el Acueducto Paredes deriva un Q=63.4 lps al Acueducto Mascareñas, los cuales se incorporan al Rebombeo Malvinas I.
 - El Acueducto Mascareñas pasa por un tunnel, el cual tiene su inicio en el km 4+586.18 y termina en el km 4+746.72.
 - El tramo del km 4+561.99 al 4+760.28 trabaja como canal, es decir no trabaja a tubo lleno.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $f = \frac{1}{Re^{1.75}} \left(\frac{10.67}{Re} + 0.000147 Re^{0.926} \right)$

OBRA DE CAPTACION	Q= (lps)	Q _{capac} (lps)	Q _{max} (lps)	Q _{min} (lps)	Q _{opt} (lps)	Q _{max} (lps)	Q _{min} (lps)	Q _{opt} (lps)
GASTO A CONDUCIR	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
GASTO CONDUCCION ACUM.	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
DIAMETRO DE LA TUBERIA	40.30	40.30	40.30	40.30	40.30	40.30	40.30	40.30
RUGOSIDAD "e"	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
LONGITUD TOTAL	221.32	537.75	95.33	120.20	347.03	384.67	530.54	615.95
VISCOSIDAD CINEMATICA	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
NUMERO DE REYNOLDS	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3
VELOCIDAD	31.59	31.59	31.59	31.59	31.59	31.59	31.59	31.59
COEF. DE FRICCION "f"	0.01816	0.01816	0.01816	0.01816	0.01816	0.01816	0.01816	0.01816
AREA DE SECCION	1.294.62	1.294.62	1.294.62	1.294.62	1.294.62	1.294.62	1.294.62	1.294.62
OBRA DE CAPTACION	NORIA I	NORIA I	ALAMITO	CASITA I	R. MALVINAS I	POZO 8	POZO 5	P. BUENAVISTA

PERDIDAS = $h_f = f \frac{L}{D^5} (V^2/g)$ SEGUN D'ARCY - WEISBACH

DISTANCIA AL OMBEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PREZ (m)	PRESSION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTATICA (m)	LONGITUD CTUD (m)	TIPO DE TUBERIA (m)	DIAMETRO (m)		AHND (m ²)	PERMIOJ (m)	RHO (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	s Hidraulica	hf	OBSERVACIONES		
								(m)	(pulg)											
0-000.00	929.37	933.87	978.37	4.50	4.50	221.32	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0181	0.000238	0.0527	Inc. Noria I		
0-221.32	928.37	933.82	978.37	5.45	5.90	221.32	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0181	0.000238	0.0527	Noria I (Fuera de Servicio)		
0-759.07	929.41	933.69	978.41	4.28	4.46	28.88	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0181	0.000238	0.0227	Pozo Alamito (Fuera de Servicio)		
0-854.40	929.56	933.67	979.56	4.11	4.31	95.33	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0181	0.000238	0.0227	Pozo Castilas 2 (Fuera de Servicio)		
0-974.60	930.07	933.64	980.07	3.57	3.80	120.20	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0181	0.000238	0.0286	Pozo Castilas 1 (Fuera de Servicio)		
1-321.63	929.24	933.56	978.24	4.32	4.83	25.54	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0191	0.000238	0.0061	Rebombeo Malvinas I		
1-321.63	929.24	933.56	978.24	4.50	5.00	57.00	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0191	0.000238	0.0061	Rebombeo Malvinas I		
1-673.44	926.79	936.18	976.79	59.39	59.45	351.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.35	0.1007	0.0173	0.000172	0.0605	Reb. Malvinas I (Estación E)		
1-706.30	926.31	936.18	976.31	59.83	59.83	32.86	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.35	0.1007	0.0173	0.000172	0.0605	Reb. Malvinas I (Estación E)		
2-236.84	937.46	946.14	987.46	48.68	48.68	24.75	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.22	0.1007	0.0175	0.000057	0.0014	Pozo 8 (Fuera de Servicio)		
2-462.78	970.89	986.09	1020.89	15.20	15.35	212.05	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.28	0.1268	0.0170	0.000088	0.0186	Inc. Pozo 3		
3-478.04	966.88	986.01	1036.88	20.86	20.86	87.44	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1566	0.0165	0.000128	0.0112	Inc. Pozo 5		
4-373.37	982.31	985.69	1032.31	3.58	3.93	101.28	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1566	0.0165	0.000128	0.0130	Estación F		
4-503.00	985.60	985.88	1035.60	0.28	0.64	129.63	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1566	0.0165	0.000128	0.0130	Cima del Cerro		
4-561.99	983.81	978.87	1033.81	-4.94	2.43	58.99	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1566	0.0165	0.000128	0.0076	Inc. Tunel		
4-586.18	978.19	978.87	1028.19	-0.32	7.05	24.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1566	0.0165	0.000128	0.0031	Inc. Tunel		
4-673.37	979.19	978.86	1028.19	-0.33	7.05	87.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1566	0.0165	0.000128	0.0031	Inc. Tunel		
4-760.28	978.17	978.84	1028.17	-0.33	7.07	49.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1566	0.0165	0.000128	0.0064	Termina Tunel		
4-793.54	973.19	978.84	1023.19	5.65	13.05	33.26	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1566	0.0165	0.000128	0.0043	Termina Tunel		
4-867.27	968.77	978.83	1018.77	10.06	17.47	73.73	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1566	0.0165	0.000128	0.0095	Cambio de Clase de tubería		
4-992.22	978.04	978.69	1028.04	0.82	8.20	135.16	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1566	0.0166	0.000128	0.0174	Cambio de Clase de tubería		
						SUMA PARCIAL														
						SUMA TOTAL														

- Notas:**
- La Noria II, Noria I, Pozos Alamito y Casitas 1 se encuentran conectados al acueducto y descargan en el Rebombeo Malvinas I.
 - El Rebombeo Malvinas I, bombea el gasto producido por las fuentes antes mencionadas y el gasto derivado del acueducto Paredes, mas adelante se incorporan al mismo acueducto el Pozo 8, Pozo 3 y Pozo 5
 - El gasto transitado se tomo a partir de las mediciones pitométricas realizadas en campo. Al momento de la medicion las unicas fuentes que estaban trabajando son la Noria II, Pozo 3 y Pozo 5
 - El presente analisis considera que el Acueducto Paredes deriva un Q=63.4 lps al Acueducto Mascareñas, los cuales se incorporan al Rebombeo Malvinas I.
 - El Acueducto Mascareñas pasa por un tunel, el cual tiene su inicio en el km 4+586.18 y termina en el km 4+746.72
 - El tramo del km 4+561.99 al 4+760.28 trabaja como canal, es decir no trabaja a tubo lleno.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION			
GASTO A CONDUCTOR	Q _{con}	3.38	0.86
GASTO CONDUCTO ACUM.	Q _{acum}	40.90	40.90
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D _m	40.90	106.70
RUGOSIDAD "e"	e	0.41	0.41
LONGITUD TOTAL	L	221.32	537.75
VISCOSIDAD CINEMATICA	v	0.1000	0.1000
NUMERO DE REYNOLDS	R _n	128.3E+3	128.3E+3
VELOCIDAD	V	31.59	31.59
CORF. DE FRICCIÓN "f"	f	0.02186	0.02186
AREA DE SECCION	A	1.29462	1.29462
OBRA DE CAPTACION	NORIA I	CASITA I	R. MALVINAS I
	NORIA II	ALAMITO	CASITA II
	R. MALVINAS II	POZO 3	POZO 5 P. BUENAVISTA



Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $f = 0.02 + 0.0018(1.76 + 0.0112) Re^{0.25}$

PERDIDAS = hf = r (L/D) (V/2.2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PEZ (m)	PREMION MAQUINA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA		LON- GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (pulg)	AHMD (m2)	PERMOJ (m)	RHIO (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	f Hidraulica	S	hf	OBSERVACIONES		
					(m)	(m)															
0+000.00	928.37	928.37	933.87	979.37	4.50	4.50															
1+321.63	928.24	928.24	933.87	979.37	5.00	5.00	221.32	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.0408	0.0216	0.000269	0.0596	0.0078	Inc. Noria II		
1+673.44	926.79	926.79	933.87	979.41	4.26	4.26	28.88	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.0409	0.0216	0.000269	0.0064	0.0078	Noria I (Fuera de Servicio)		
2+236.84	937.46	937.46	933.64	979.56	4.08	4.31	95.33	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.0409	0.0216	0.000269	0.0016	0.0064	Pozo Alamoito (Fuera de Servicio)		
2+452.78	970.88	970.88	933.61	980.07	3.54	3.80	120.20	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.0409	0.0216	0.000269	0.0027	0.0257	Pozo Casitas 2 (Fuera de Servicio)		
3+478.06	965.88	965.88	933.51	979.24	4.27	4.63	25.54	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.0409	0.0216	0.000269	0.0324	0.0324	Pozo Casitas 1 (Fuera de Servicio)		
4+373.37	982.31	982.31	933.51	979.24	57.00	57.00	1321.63												Rebombeo Malvinas I		
4+503.00	985.80	985.80	933.51	979.24	59.45	59.45	351.81												Reb. Malvinas I (Estación E)		
4+561.99	983.81	983.81	933.81	979.37	4.98	2.43	32.96	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1007	0.0195	0.000194	0.0683	0.0064	Noria II		
4+730.37	998.19	998.19	978.82	1028.19	-0.37	7.05	24.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.1007	0.0189	0.000063	0.0016	0.0064	Pozo 8 (Fuera de Servicio)		
4+780.28	979.17	979.17	978.80	1028.17	-0.37	7.07	49.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.1007	0.0189	0.000068	0.0207	0.0207	Inc. Pozo 3		
4+783.54	973.19	973.19	978.79	1028.19	5.60	13.05	33.25	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.1007	0.0185	0.000144	0.0126	0.0126	Inc. Pozo 5		
4+887.27	968.77	968.77	978.78	1018.77	17.47	17.47	73.73	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.1007	0.0185	0.000144	0.0048	0.0048	Estación F		
6+292.22	978.04	978.04	978.59	1028.04	0.55	8.20	135.15	A-C Clase A-5	0.762	36	0.4560	2.39	0.1905	0.1007	0.0185	0.000144	0.106	0.106	Clima del Cerro		
					SUMA PARCIAL	4.870.59															
					SUMA TOTAL	6.282.22															

- Notas:**
- La Noria II, Noria I, Pozos Alamoito y Casitas 1 se encuentran conectados al acueducto y descargan en el Rebombeo Malvinas I.
 - El Rebombeo Malvinas I, bombea el gasto producido por las fuentes antes mencionadas y el gasto derivado del acueducto Paredes, mas adelante se incorporan al mismo acueducto el Pozo 8, Pozo 3 y Pozo 5
 - El gasto trasladado se tomo a partir de las mediciones pitometricas realizadas en campo. Al momento de la medición las unicas fuentes que estaban trabajando son la Noria II, Pozo 3 y Pozo 5.
 - El presente análisis considera que el Acueducto Paredes deriva un Q=63.4 lps al Acueducto Mascareñas, los cuales se incorporan al Rebombeo Malvinas I
 - El Acueducto Mascareñas pasa por un tunel, el cual tiene su inicio en el km 4+586.18 y termina en el km 4+746.72
 - El tramo del km 4+561.99 al 4+760.28 trabaja como canal, es decir no trabaja a tuba lleno.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la C.d. de Nogales, Sonora

GASTO A CONDUCTOR		DAIOS POR OBRA DE CAPTACION	
Q=	46.80	Q=	46.80
Qacum=	46.80	Q=	46.80
D=	0.41	D=	0.41
C=	1.000	C=	1.000
L=	221.32	L=	221.32
V=	0.0100	V=	0.0100
R=	128.3E+3	R=	128.3E+3
V=	31.59	V=	31.59
A=	1.204.62	A=	1.204.62



Para encontrar el valor del coeficiente de fricción T, se usa la fórmula siguiente:
 $1/(f \cdot (12)) = -2 \log \left(\frac{K}{3.7} + \frac{2.5}{Re} \sqrt{\frac{K}{3.7}} \right)$ (12)

NORIA I 6.21
 NORIA II 6.21
 ALAMITO 6.21
 CASITA I 6.21
 CASITA II 6.21
 R. MALVINAS I 6.57
 POZO 8 6.89
 POZO 5 6.75
 P. BUENAVISTA 6.75

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PREZ. (m)	PRESION MAXIMA (kg/cm2)	CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA (m)	LOH. GTUD (m)	TIPO DE TUBERIA (m)	DIAMETRO (m)		PERMISO (m)	RINDO (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	S Hidráulica	Hf	OBSERVACIONES
								(m)	(pulg)								

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO MASCAREÑAS																	
Simulación 4. Condiciones Actuales considerando la derivación del Acueducto Paredes. Rugosidad $\epsilon=0.1.000$																	
0+000.00	928.37	933.87	979.37	4.50													
0+221.32	928.37	933.87	979.37	5.43	221.32	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0259	0.000323	0.0715	Inc. Noria II
0+759.07	929.41	933.62	979.41	4.21	28.88	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0259	0.000323	0.0083	Noria I (Fuera de Servicio)
0+854.40	929.56	933.59	979.56	4.03	4.31	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0259	0.000323	0.0308	Pozo Alamito (Fuera de Servicio)
0+974.60	930.07	933.56	980.07	3.49	3.80	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0259	0.000323	0.0388	Pozo Casitas 2 (Fuera de Servicio)
1+321.83	929.24	933.44	979.24	4.20	4.63	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0259	0.000323	0.0082	Pozo Casitas 1 (Fuera de Servicio)
1+321.83	929.24	986.39	979.24	57.15	SUMA PARCIAL												Rebombeo Malvinas I
1+457.44	926.79	986.31	976.79	59.52	351.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.35	0.1007	0.0232	0.000231	0.0812	Reb. Malvinas I (Estacion E)
1+706.30	926.31	986.30	976.31	59.99	32.86	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.35	0.1007	0.0232	0.000231	0.0076	Pozo 8 (Fuera de Servicio)
2+236.84	937.46	986.26	987.46	48.83	24.75	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.22	0.1007	0.0224	0.000073	0.0018	Inc. Pozo 3
2+852.78	970.89	986.19	1020.89	15.30	15.59	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.28	0.1268	0.0222	0.000115	0.0243	Inc. Pozo 5
3+475.06	985.88	986.08	1015.88	20.40	87.44	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0220	0.000171	0.0149	Estación F
4+373.37	982.31	985.93	1032.31	3.62	4.08	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0220	0.000171	0.0173	Cima del Cerro
4+503.00	985.80	985.81	1035.80	0.31	0.79	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0220	0.000171	0.0101	Inicio Tunnel
4+561.99	983.81	978.90	1033.81	-4.91	2.58	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0220	0.000171	0.0041	Termina Tunnel
4+586.18	979.19	978.80	1029.19	-0.28	7.20	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0220	0.000171	0.0149	Cambio de Clase de tubería
4+673.37	988.19	978.88	1028.19	-0.31	7.20	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0220	0.000171	0.0085	
4+780.28	979.17	978.87	1029.17	-0.30	7.22	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0220	0.000171	0.0057	
4+793.54	973.19	978.86	1023.19	5.67	13.20	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0220	0.000171	0.0126	
4+887.27	968.77	978.85	1018.77	10.08	17.62	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0220	0.000171	0.0231	
6+292.22	978.84	978.82	1028.84	0.98	135.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0220	0.000171	0.0231	
					SUMA PARCIAL												0.7859
					SUMA TOTAL												

Notas:

- La Noria II, Noria I, Pozos Alamito y Casitas 1 se encuentran conectados al acueducto y descargan en el Rebombeo Malvinas I.
- El Rebombeo Malvinas I, bombea el gasto producido por las fuentes antes mencionadas y el gasto derivado del acueducto Paredes, mas adelante se incorporan al mismo acueducto el Pozo 8, Pozo 3 y Pozo 5.
- El gasto trasladado se tomo a partir de las mediciones pitométricas realizadas en campo. Al momento de la medición las unicas fuentes que estaban trabajando son la Noria II, Pozo 3 y Pozo 5.
- El presente analisis considera que el Acueducto Paredes deriva un Q=63.4 lps al Acueducto Mascareñas, los cuales se incorporan al Rebombeo Malvinas I.
- El Acueducto Mascareñas pasa por un tunel, el cual tiene su inicio en el km 4+586.18 y termina en el km 4+746.72.
- El tramo del km 4+561.99 al 4+760.28 trabaja como canal, es decir no trabaja a tubo lleno.

Universidad Nacional Autónoma de México
 ENEF - Acañán

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

DIAGNÓSTICO DEL ACUEDUCTO MASCAREÑAS

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

**ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL ACUEDUCTO PAREDES
(ÉPOCA DE ESTIAJE)**

Cuadro 5.3 Alternativas de Operación para los Acueductos Paredes y Mascareñas en Época de Estiaje

Alternativa	Obras de Captación del Acueducto Paredes										Aortación propia Paredes Ips	Derivación a Mascareñas Ips	Gasto Total Ips	Pérdidas en línea (fricción) m	Rebombeo Requerido m
	Galería Filtrante Ips	Noria VII Ips	Noria IV Ips	Sta. Bárbara I Ips	Sta. Bárbara II Ips	Sta. Bárbara III Ips	Sta. Bárbara IV Ips	Sta. Bárbara V Ips	Sta. Bárbara VI Ips	Sta. Bárbara VII Ips					
1	90.00	30.00	32.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	302.00	167.50	302.00	17.36	0.00
2	90.00	30.00	32.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	352.00	201.50	352.00	18.69	0.00
3	90.00	30.00	32.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	402.00	235.00	402.00	19.69	0.00
4	90.00	30.00	32.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	240.00	0.00	240.00	15.12	0.00

Alternativa	Obras de Captación del Acueducto Mascareñas										Aortación propia Mascareñas Ips	Derivación de Paredes Ips	Gasto Total Ips	Pérdidas en línea (fricción) m	Rebombeo Requerido m
	Noria II Ips	Noria I Ips	Intercon. C/Paredes Ips	Pozo 8 Ips	Pozo 3 Ips	Pozo 5 Ips	Pozo 5 Ips	Pozo 5 Ips	Pozo 5 Ips	Pozo 5 Ips					
1	34.00	20.50	0.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	27.00	131.50	167.50	131.50	2.10	0.00
2	34.00	20.50	0.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	27.00	131.50	201.50	131.50	2.62	0.00
3	34.00	20.50	0.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	27.00	131.50	235.00	131.50	3.05	0.00

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la C.d. de Nogales, Sonora

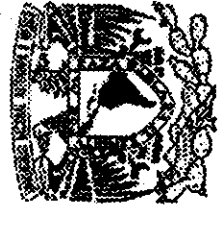
DATOS POR OBRA DE CAPTACION

GASTO A CONDUCIR	Q = 963.00	30.00	32.00	75.00	90.00	0.00	0.00	167.50	l.p.s.
GASTO CONDUCIDO ACUM.	Qacum = 963.00	120.00	152.00	222.00	302.00	302.00	302.00	34.30	l.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D = 0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	m
RUGOSIDAD "e"	e = 0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	mm
LONGITUD TOTAL	L = 1,589.56	759.56	7,761.36	1,071.36	6,810.48	1,012.11	818.04	7,088.27	m
VISCOSIDAD CINEMATICA	v = 0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	cm ² /seg.
NUMERO DE REYNOLDS	R = 187.9E+3	250.5E+3	317.3E+3	463.4E+3	630.4E+3	630.4E+3	630.4E+3	280.7E+3	
VELOCIDAD	V = 30.80	41.06	52.01	75.98	103.34	103.34	103.34	48.02	cm/seg.
COEF. DE FRICCIÓN "f"	f = 0.01690	0.01623	0.01870	0.01505	0.01458	0.01458	0.01458	0.01588	
AREA DE SECCION	A = 2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	cm ²
OBRA DE CAPTACION	GALERIA NORIA VII	NORIA IV	STA B I	STA B II	POZO P 1	POZO P 2	UNION ACU.		

Para encontrar e valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:

$$1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \log \left(\frac{ED}{3.71 + (2.51 / Re)} \left(\frac{f}{8} \right)^{1/4} \right)$$

GALERIA	7.69	=	7.69
NORIA VII	7.85	=	7.85
NORIA IV	7.98	=	7.98
STA BARBARA I	8.15	=	8.15
STA BARBARA II	8.28	=	8.28
POZO P 1	8.28	=	8.28
POZO P 2	8.28	=	8.28
UNION ACU	7.91	=	7.91



PERDIDAS = M = f (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA		LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMOS (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	M	OBSERVACIONES
					(m)	(m)			(m)	(m)									
0+000.00	1000.00	1000.00	996.00	1050.00	-4.00	-4.00													
0+102.34	999.95	999.95	995.99	1049.95	-3.96	-3.96	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.013750	
0+311.84	998.66	998.66	995.96	1048.66	-2.70	-2.66	209.50	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.028148	
0+520.39	998.33	998.33	995.83	1048.33	-2.40	-2.33	208.55	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.028021	
0+758.05	997.36	997.36	995.90	1047.36	-1.46	-1.36	238.66	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.032066	
0+984.73	997.73	997.73	995.87	1047.73	-1.86	-1.73	235.68	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.031665	
1+002.05	997.05	997.05	995.87	1047.05	-1.18	-1.05	7.32	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.080281	INC. NORIA VII
1+399.56	995.42	995.42	995.79	1045.42	0.37	0.58	597.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.41	0.1200	0.0162	0.000229	0.090488	
1+960.65	994.81	994.81	995.70	1044.81	0.89	1.19	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.41	0.1200	0.0162	0.000229	0.081068	
2+355.12	992.74	992.74	995.61	1042.74	2.87	3.26	394.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.41	0.1200	0.0162	0.000229	0.080006	
2+614.91	991.81	991.81	995.52	1041.81	3.71	4.19	255.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.093631	
2+864.91	991.10	991.10	995.43	1041.10	4.33	4.80	250.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.114390	
3+127.90	990.48	990.48	995.34	1040.48	4.86	5.52	262.99	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.081068	
3+449.17	991.23	991.23	995.22	1041.23	3.99	4.77	321.27	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.080006	
3+490.34	990.58	990.58	995.21	1040.58	4.63	5.42	41.17	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.114390	
3+774.21	992.83	992.83	995.11	1042.83	2.28	3.17	283.87	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.014658	
4+582.75	996.25	996.25	994.82	1036.25	8.57	9.75	808.54	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.101085	
5+070.08	997.79	997.79	994.65	1037.79	6.86	8.21	487.33	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.287861	
5+630.94	984.82	984.82	994.45	1034.82	9.63	11.18	560.86	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.173502	
6+223.51	984.53	984.53	994.24	1034.53	9.71	11.47	592.57	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.189681	
6+247.04	982.57	982.57	994.23	1032.57	11.66	13.43	23.53	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.210970	
6+540.14	978.60	978.60	994.12	1028.60	14.52	16.40	293.10	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.200458	
7+107.65	980.94	980.94	993.92	1030.94	12.98	15.06	567.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.202048	
7+501.02	977.01	977.01	993.78	1027.01	16.77	18.99	393.37	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.140050	
7+805.20	962.93	962.93	993.67	1012.93	30.74	33.07	304.18	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.108298	
8+190.11	966.24	966.24	993.53	1016.24	27.29	28.76	384.91	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.137038	
8+500.73	962.66	962.66	993.42	1012.66	30.76	33.34	310.62	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.110589	
8+564.38	967.02	967.02	993.40	1017.02	26.38	28.98	63.65	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.022661	
9+074.10	964.21	964.21	993.22	1014.21	29.01	31.79	509.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.181473	
10+150.48	968.14	968.14	992.84	1018.14	24.70	27.86	1,076.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.383219	INC. POZO STA. BARBARA I

Propuesta de Solución Epoca de Estiaje. Acueducto Paredes

Alternativa 1. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, Noria VII, Noria IV, los pozos Santa Barbara I y II. Derivando un Q=167.50 lps al acueducto Mascareñas.

INCIO EN GALERIA FILTRAN.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

GASTO A CONDUCIR	Q _m	30.00	32.00	70.00	90.00	167.00	i p.s.
GASTO CONDUCCION ACUM.	Q _{acum}	90.00	120.00	222.00	302.00	502.00	134.86 l.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D _m	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61 m
LONGITUD TOTAL	L _t	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090 mm
VISCOSIDAD CINEMATICA	ν	1,569.56	759.56	7,791.36	1,071.36	6,810.48	7,086.27 m
NUMERO DE REYNOLDS	R _n	187.9E+3	250.5E+3	317.3E+3	463.4E+3	630.4E+3	830.4E+3
VELOCIDAD	V _m	30.80	41.06	52.01	75.96	103.34	103.34
COEF. DE FRICCION "f"	f	0.01690	0.01623	0.01570	0.01506	0.01456	0.01458
AREA DE SECCION	A _m	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47 cm ²
OBRA DE CAPTACION		GALERIA	NORIA VII	NORIA IV	STA B I	STA B II	POZO P 1
							POZO P 2 UNION ACU.

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $f = \frac{1}{(f' \cdot (1/2))} = -2 \log \left(\frac{K}{3.71 + 2.51 \sqrt{Re}} \left(\frac{f'}{Re} \right)^{1/4} \right)$



PERDIDAS = hf = f(L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISSBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEY PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (MPs)	CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA		TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERIM. (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S Hidraulica	hf	OBSERVACIONES
					LONGITUD (m)	TRABAJO ESTÁTICA (m)		(m)	(pulg)									
10+156.37	967.82	967.82	992.83	1017.82	25.01	28.16	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2220	0.0151	0.000728	0.005744	
11+216.92	959.46	959.46	992.06	1009.46	32.80	36.54	358.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2220	0.0151	0.000728	0.261472	
11+221.84	960.85	960.85	992.06	1010.85	31.21	35.15	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2220	0.0151	0.000728	0.002126	
11+442.10	964.68	964.68	991.77	1014.68	27.09	31.32	220.28	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.267476	
12+871.27	962.58	962.58	989.77	1012.58	27.18	33.41	519.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.678112	
13+073.89	963.74	963.74	989.64	1013.74	25.90	32.26	102.82	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.133936	
13+281.00	963.34	963.34	989.38	1013.34	28.02	32.66	217.11	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.283359	
14+356.80	959.61	959.61	987.87	1009.61	28.36	36.49	761.48	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.993658	
14+442.02	959.51	959.51	987.85	1009.51	28.34	36.49	85.22	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.283359	
14+889.17	954.13	954.13	987.27	1004.13	33.14	41.87	447.15	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.111226	
15+775.58	952.95	952.95	986.11	1002.95	33.16	43.05	417.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.545285	
16+042.42	950.79	950.79	985.77	1000.79	34.98	45.21	266.84	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.348271	
16+848.31	948.20	948.20	984.71	998.20	36.51	47.80	122.93	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.29827	
17+720.16	946.05	946.05	983.58	996.05	37.53	49.95	142.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.186495	
17+801.94	940.66	940.66	983.34	990.66	42.68	55.34	181.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.237253	
17+883.25	943.73	943.73	983.23	993.73	39.50	52.27	81.31	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.106123	
18+032.32	941.32	941.32	983.17	991.32	41.85	54.68	49.07	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.064045	
18+097.03	941.57	941.57	983.08	991.57	41.51	54.43	64.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.084457	
18+130.16	945.06	945.06	983.04	995.06	37.98	50.94	33.13	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.043240	
18+488.56	941.95	941.95	982.58	991.95	40.63	54.05	356.40	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.465161	
18+530.00	941.52	941.52	982.52	991.52	41.00	54.48	43.44	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.056696	
18+597.28	940.85	940.85	982.43	990.85	41.58	55.15	67.28	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.087812	
18+633.48	936.24	936.24	982.38	1006.24	46.14	59.76	36.21	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.047260	
18+720.09	938.53	938.53	982.27	1008.53	43.74	57.47	86.60	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.113027	
18+828.18	937.52	937.52	982.13	1007.52	44.61	58.48	108.09	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.141075	
19+044.43	937.55	937.55	981.85	1007.55	44.30	58.45	216.25	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.282242	
19+606.88	936.06	936.06	981.11	1006.06	45.05	59.94	562.45	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.734091	
19+691.15	931.34	931.34	981.00	1001.34	49.66	64.66	84.27	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.109988	
19+853.33	929.94	929.94	980.79	999.94	50.85	66.06	162.16	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.211672	
19+948.30	928.56	928.56	980.67	998.56	52.09	67.42	94.97	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.123952	
19+982.47	927.62	927.62	980.65	997.62	53.03	68.38	14.17	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.019484	
20+034.95	930.43	930.43	980.63	1000.43	50.20	65.57	72.48	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.3020	0.0146	0.001305	0.020585	

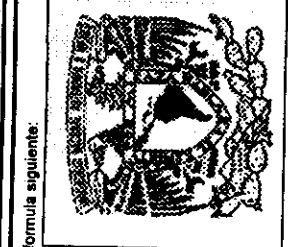
Inc. Pozo Sta. Barbara II

Pozo de Proyecto No. 1

Pozo de Proyecto No. 2

Interconexión A Mascareñas

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora



Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \cdot \log ((ED)/3.71 + (2.61 / (Re \cdot (f \cdot (1/2))))$
 GALERIA 7.69 = 7.69
 NORIA VII 7.85 = 7.85
 NORIA IV 7.98 = 7.98
 STA BARBARA I 8.15 = 8.15
 STA BARBARA II 8.28 = 8.28
 POZO P 1 8.28 = 8.28
 POZO P 2 8.28 = 8.28
 UNION ACU. 7.91 = 7.91

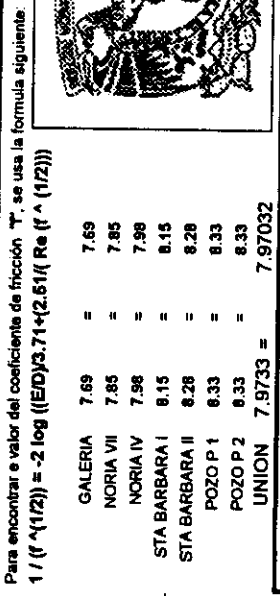
DATOS POR OBRA DE CAPTACION
 Q= 90.00 30.00 70.00 90.00
 Qcum= 90.00 120.00 190.00 280.00
 D= 0.61 0.61 0.61 0.61
 e= 0.090 0.090 0.090 0.090
 L= 1,598.56 759.56 7,791.36 1,071.36
 V= 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100
 R= 187.9E+3 250.5E+3 317.3E+3 483.4E+3
 V= 30.80 41.06 52.01 75.96
 f= 0.01690 0.01623 0.01570 0.01565
 A= 2,922.47 2,922.47 2,922.47 2,922.47

PERDIDAS = hf = f (L/D) (V/2g)
 SEGUN "DARCY - WEISBACH"
 GALERIA NORIA VII NORIA IV STA B I POZO P 1 POZO P 2 UNION ACU.
 STA B II

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA		LONG. TUBERIA (m)	TIPO DE TUBERIA		DIAMETRO (pulg)	AHID (m ²)	PERMEO (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S Hidraulica	hf	OBSERVACIONES																		
					(m)	(m)		(m)	(m)											(m)	(m)																
20+119.33	933.09	933.09	980.80	1003.08	47.51	82.91	84.38	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.023942																			
20+245.54	931.15	931.15	980.57	1001.15	49.42	84.85	126.21	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.035810																			
20+341.32	931.70	931.70	980.54	1001.70	48.84	84.30	95.78	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.027178																			
20+613.13	930.87	930.87	980.46	1000.67	49.79	85.33	271.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.077123	Der. R. Malvinas I (cancelada)																		
20+865.00	929.36	929.36	980.45	999.36	51.09	86.64	51.87	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.014717																			
20+824.94	928.71	928.71	980.40	998.71	51.69	87.29	159.94	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.045381																			
20+846.12	928.25	928.25	980.37	998.25	52.12	87.75	121.18	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.034383																			
21+107.67	927.67	927.67	980.32	997.67	52.65	88.33	161.55	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.045638																			
22+338.89	934.13	934.13	979.97	1004.13	45.84	81.87	74.51	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.021141																			
22+417.81	938.30	938.30	979.95	1008.30	41.85	57.70	78.92	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.022393																			
22+467.81	939.91	939.91	979.94	1009.91	40.03	56.09	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.014187																			
22+583.15	943.63	943.63	978.91	993.63	38.28	52.37	115.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.032726	P.B. Tipo Booster																		
23+182.05	954.05	954.05	979.74	1004.05	25.69	41.95	126.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.035966																			
23+889.63	959.53	959.53	979.53	1009.53	20.00	38.47	129.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.036647																			
24+085.44	962.65	962.65	978.51	1012.65	16.86	33.35	75.81	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.021510																			
24+085.86	970.82	970.82	979.48	1020.82	6.66	25.18	100.42	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.028493																			
24+214.90	977.64	977.64	979.44	1027.64	1.80	18.36	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.042288																			
24+351.09	973.68	973.68	979.40	1023.68	5.72	22.32	136.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.038642																			
26+743.14	972.00	972.00	978.73	1022.00	6.73	24.00	86.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.024535																			
26+777.08	974.05	974.05	978.72	1024.05	4.67	21.95	33.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.009631																			
26+984.66	974.78	974.78	978.66	1024.78	3.88	21.22	187.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.053223																			
27+048.74	978.04	978.04	978.64	1028.04	0.60	17.96	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.023457																			
SUMA TOTAL																			27,048.74																		17.36

- La rugosidad de la tubería se calculó a partir de las mediciones de campo.
- En el presente análisis se considera que la línea piezométrica tiene inicio en el km 0+000.
- El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 90 lps (gasto teórico que produce la Galería en época de estiaje) y los gastos recomendados de las Norias VII y IV (30 lps y 32 lps respectivamente) y de los pozos Santa Barbara I (70 lps) y Santa Barbara II (80 lps).
- Para este análisis se considera que en el km 19+962.47 se derivan 167.50 lps al Acueducto Mascareñas (km 0+773.34)
- Para esta condición de funcionamiento no se necesita operar la Planta de Bombeo Tipo Booster.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora



Para encontrar e valor del coeficiente de fricción T, se usa la formula siguiente:
 $1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \log ((ED)/3.71 + (2.61 / Re) \cdot (f \cdot (1/2)))$

Table with 2 columns: Parameter (GALERIA, NORIA VII, etc.) and Value (7.69, 7.85, etc.)

PERDIDAS = hf = f(L/D) (V2/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

Table with 2 columns: Parameter (GASTO A CONDUCCIR, GASTO CONDUCCIDO ACUM., etc.) and Value (30.00, 32.00, etc.)

Main data table with columns: DISTANCIA AL CURIEN KM, ELEVACION DE TERRENO (m), ELEVACION DE PLANTILLA (m), ELEY PIEZ (m), PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m), CARGA DE TRABAJO ESTATICA (m), LONGITUD GITUD (m), TIPO DE TUBERIA, DIAMETRO (m), ANID (m2), PERMOJ (m), RHID (m), VEL V (m/s), GASTO Q (m3/s), f Darcy, S Hidraulica, hf, OBSERVACIONES

Propuesta de Solución Epoca de Estaje. Acueducto Paredes

Alternativa 2. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, Noria VII, Noria IV, los pozos Santa Barbara I y II y pozo de proyecto No. 1. Derivando un Q=201.50 lps al acueducto Mascareñas.

Main data table for Alternative 2, continuing the columns from the previous table. Includes values for distance, elevation, pressure, flow, and velocity for various infrastructure points.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

GASTO A CONducIR	36.00	30.00	33.00	30.00	30.50	30.50	301.56	l.p.s.
GASTO CONducIDO ACUM.	96.00	130.00	155.00	222.00	302.00	392.00	600.00	l.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	m
RUGOSIDAD "e"	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	mm
LONGITUD TOTAL	1,598.58	759.58	7,781.36	1,071.38	6,810.48	1,012.11	918.04	m
VISCOSIDAD CINEMATICA	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	cm ² /seg.
NUMERO DE REYNOLDS	187.8E+3	250.5E+3	317.3E+3	463.4E+3	630.4E+3	734.7E+3	734.7E+3	
VELOCIDAD	30.80	41.08	52.01	75.98	103.34	120.45	120.45	m/s
COEF. DE FRICCIÓN "f"	0.01890	0.01623	0.01570	0.01505	0.01458	0.01440	0.01440	
AREA DE SECCION	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	cm ²

Para encontrar e valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $1/f \cdot (L/D) = -2 \log \left((ED)/3.71 + (2.51/f) \cdot \text{Re} \cdot (1/12) \right)$

GALERIA 7.69 = 7.69
 NORIA VII 7.85 = 7.85
 NORIA IV 7.98 = 7.98
 STA BARBARA I 8.15 = 8.15
 STA BARBARA II 8.28 = 8.28
 POZO P 1 8.33 = 8.33
 POZO P 2 8.33 = 8.33
 UNION 7.9733 = 7.97032



PERDIDAS = hf = f(L/D)(V²/2g) SEGUN DARCY - WEISBACH

GALERIA NORIA VII NORIA IV STA B I POZO P 1 POZO P 2 UNION ACU. STA B II

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV PIEZ. (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA		LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (pulg)		AHID (m ²)	PERMO. (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES
					(m)	(m)			(m)	(m)									
10+158.37	967.82	967.82	984.19	1017.82	28.37	28.54	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.76	0.2220	0.0151	0.000728	0.005744	
11+218.92	959.48	959.48	993.42	1009.48	33.96	37.90	359.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.76	0.2220	0.0151	0.000728	0.261472	
11+221.84	960.85	960.85	993.42	1010.85	32.57	36.51	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.76	0.2220	0.0151	0.000728	0.002128	
11+442.10	984.66	984.66	993.13	1014.68	28.45	32.68	220.26	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287478	
12+871.27	982.59	982.59	991.13	1012.59	28.54	34.77	519.56	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.678112	
13+073.89	983.74	983.74	991.00	1013.74	27.26	33.62	102.62	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.133936	
13+281.00	983.34	983.34	990.72	1013.34	27.38	34.02	217.11	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.893558	
14+358.80	959.61	959.61	989.33	1009.61	29.72	37.75	781.48	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.283359	
14+442.02	959.51	959.51	989.21	1009.51	29.70	37.85	85.22	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.112228	
14+889.17	954.13	954.13	988.63	1004.13	34.50	43.23	447.15	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.583605	
15+775.58	952.95	952.95	987.47	1002.95	34.52	44.41	417.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.348271	
16+042.42	950.79	950.79	987.13	1000.79	38.34	46.57	266.84	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.029927	
16+849.31	948.20	948.20	986.07	998.20	37.67	49.16	22.93	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.186495	
17+720.16	946.05	946.05	984.94	996.05	38.89	51.31	142.88	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.237253	
17+901.94	940.66	940.66	984.70	990.66	44.04	56.70	181.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.108123	
17+883.25	943.73	943.73	984.59	993.73	40.86	53.63	81.31	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.064045	Pozo de Proyecto No. 1
18+032.32	941.32	941.32	984.53	991.32	43.21	56.04	49.07	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3520	0.0144	0.001751	0.113322	
18+097.03	941.57	941.57	984.41	991.57	42.84	55.79	64.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.058018	
18+130.18	945.08	945.08	984.36	995.08	39.30	52.30	33.13	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.0624137	
18+488.58	941.95	941.95	983.73	991.95	41.78	55.41	358.40	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.076073	
18+530.00	941.52	941.52	983.66	991.52	42.14	55.84	43.44	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.117822	
18+597.28	940.85	940.85	983.54	1010.85	42.69	56.51	67.28	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.063412	
18+633.49	936.24	936.24	983.48	1006.24	47.24	61.12	36.21	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.151656	
18+720.08	938.53	938.53	983.32	1008.53	44.79	58.83	86.60	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.189290	
18+828.18	937.52	937.52	983.13	1007.52	45.61	59.84	108.09	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.378703	
19+044.43	937.55	937.55	982.76	1007.55	45.21	59.81	216.25	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.984977	
19+608.88	936.06	936.06	981.77	1006.06	45.71	61.30	562.45	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.147576	
19+691.15	931.34	931.34	981.62	1001.34	50.28	66.02	84.27	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.284014	
19+853.33	929.94	929.94	981.34	999.94	51.40	67.42	162.18	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.186314	
19+848.30	928.58	928.58	981.17	998.58	52.59	68.78	94.97	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.166314	
19+962.47	927.62	927.62	981.15	997.62	53.53	69.74	14.17	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.024815	
20+074.95	930.43	930.43	981.12	1000.43	50.69	66.93	72.48	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0157	0.000350	0.025346	Interconexión a A. Mascareñas

Inc. Pozo Sta. Barbara II
 Pozo de Proyecto No. 1
 Pozo de Proyecto No. 2

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

Q=	90.00	30.00	62.00	70.00	90.00	50.00	201.50 l.p.s.
Qcaum=	90.00	130.00	190.00	222.00	300.00	353.00	560.00 l.p.s.
D=	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61 m
L=	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090 mm
W=	1.598.56	759.56	7,781.36	1,071.36	6,810.48	1,012.11	918.04
R=	187.9E+3	250.5E+3	317.3E+3	483.4E+3	650.4E+3	734.7E+3	734.7E+3
V=	30.80	41.06	52.01	75.96	103.34	120.45	120.45
A=	0.01680	0.01623	0.01570	0.01505	0.01458	0.01440	0.01440
A=	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \log ((ED)/3.71 + 2.51 / (Re \cdot (f \cdot (1/2))))$



PERDIDAS = Hf = f (L/D) (V²/2g) SEGUN DARCY-WEISBACH

GASTO A CONDUCIR	ELEVACION DE TERRENO	ELEVACION DE PLANTILLA	ELEVACION PIEZ	PRESION MAXIMA TUBERIA	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA	LON. GITUD	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID	PERMIO	RHID	VEL. V	GASTO Q	f Darcy	S hidraulica	Hf	OBSERVACIONES
								(m)	(m)									
20+119.33	933.09	933.09	981.09	1003.09	48.00	84.38	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.029508	
20+245.54	931.15	931.15	981.05	1001.15	49.80	126.21	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.044136	
20+341.32	931.70	931.70	981.02	1001.70	49.32	95.78	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.033494	
20+613.13	930.67	930.67	980.92	1000.67	50.25	66.69	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.085052	Der. R. Malvinas (cancelada)
20+665.00	929.36	929.36	980.90	999.36	51.54	88.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.018139	
20+824.94	928.71	928.71	980.85	998.71	52.14	86.65	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.055931	
20+848.12	928.25	928.25	980.80	998.25	52.55	69.11	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.042377	
21+107.67	927.67	927.67	980.75	997.67	53.08	69.69	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.056494	
22+338.89	934.13	934.13	980.32	1004.13	46.18	83.23	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.028056	
22+417.81	938.30	938.30	980.29	1008.30	41.99	59.06	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.027598	
22+467.81	939.91	939.91	980.27	1009.91	40.36	57.45	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.017485	
22+583.15	943.63	943.63	980.23	993.63	36.80	53.73	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.040334	P.B Tipo Booster
23+182.05	954.05	954.05	980.02	1004.05	25.97	43.31	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.044328	
23+889.63	959.53	959.53	978.77	1009.53	20.24	37.83	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.045167	
23+865.44	962.85	962.85	979.75	1012.85	17.10	34.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.028511	
24+065.86	970.82	970.82	979.71	1020.82	8.89	26.54	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.035117	
24+214.90	977.64	977.64	979.66	1027.64	2.02	18.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.052119	
24+351.09	973.68	973.68	979.61	1023.68	5.93	23.66	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.047626	
26+743.14	972.00	972.00	978.78	1022.00	6.78	25.36	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.030239	
26+777.06	974.05	974.05	978.76	1024.05	4.71	23.31	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.011870	
26+964.66	974.78	974.78	978.70	1024.78	3.92	22.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.065596	
27+048.74	978.04	978.04	978.67	1028.04	0.63	19.32	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.029403	
SUMA TOTAL																	27.048.74	18.69

Notas:

- La rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo.
- En el presente análisis se considera que la línea piezométrica tiene inicio en el km 0+000.
- El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 90 lps (gasto teórico que produce la Galería en época de estiaje) y los gastos recomendados de las Norrias VII y IV (30 lps y 32 lps respectivamente) y de los pozos Santa Barbara I (70 lps) y Santa Barbara II (80 lps), además se incluyen una fuente adicional (Pozo de Proyecto No. 1) con un Q=50 lps.
- Para este análisis se considera que en el km 19+962.47 se derivan 201.50 lps al Acueducto Mascareñas (km 0+773.34).
- Para esta condición de funcionamiento no se necesita operar la Planta de Bombeo Tipo Booster.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

Q _o	36.00	30.00	32.00	70.00	90.00	90.00	30.00	90.00	30.00	30.00	50.00	255.00	i.p.s.
GASTO A CONDUCIR	36.00	30.00	32.00	70.00	90.00	90.00	30.00	90.00	30.00	30.00	50.00	255.00	i.p.s.
GASTO CONDUCCION ACUM.	36.00	120.00	192.00	228.00	352.00	382.00	402.00	492.00	576.00	660.00	750.00	840.00	i.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	m
RUGOSIDAD "e"	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	mm
LONGITUD TOTAL	1,598.56	758.56	7,791.36	1,071.36	6,810.48	1,012.11	918.04	7,086.27	0.090	0.090	0.090	0.090	mm
VISCOSIDAD CINEMATICA	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	cm ² /seg.
NUEMRO DE REYNOLDS	187.9E+3	250.5E+3	317.3E+3	463.4E+3	630.4E+3	734.7E+3	839.1E+3	348.6E+3	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	cm ² /seg.
VELOCIDAD	30.80	41.08	52.01	75.98	103.34	120.45	137.55	57.14	0.61	0.61	0.61	0.61	cm/seg.
COEF. DE FRICCION "f"	0.01690	0.01623	0.01570	0.01505	0.01458	0.01440	0.01424	0.01385	0.01458	0.01440	0.01424	0.01385	cm/seg.
AREA DE SECCION	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	cm ²
OBRA DE CAPTACION	GALERIA	NORIA VII	NORIA IV	STA B I	STA B II	POZO P 1	POZO P 2	UNION ACU.					

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:

$$1/f \cdot (1/2) = -2 \log \left(\frac{ED}{3.7D} + \frac{2.61f}{Re} \right) / \text{Re} \cdot (1/2)$$

	GALERIA	NORIA VII	NORIA IV	STA BARBARA I	STA BARBARA II	POZO P 1	POZO P 2	UNION ACU.
f	7.69	7.85	7.98	8.15	8.28	8.33	8.38	8.02



PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/2g)

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA		LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (mm)		PERIM. (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES			
					(m)	(m)			(mm)	(mm)											
10+158.37	967.82	967.82	995.18	1017.82	27.38	30.53	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.78	0.2220	0.0151	0.000728	0.005744			
11+218.92	959.46	959.46	994.41	1008.46	34.95	38.88	359.18	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.76	0.2220	0.0151	0.000728	0.281472			
11+221.84	960.86	960.86	994.41	1010.86	33.56	37.50	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.76	0.2220	0.0151	0.000728	0.002126	Inc. Pozo Sta. Barbara II		
11+442.10	964.68	964.68	994.12	1014.68	28.44	33.67	220.28	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287478			
12+871.27	962.59	962.59	992.12	1012.59	29.53	35.78	519.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.678112			
13+073.89	963.74	963.74	991.99	1013.74	28.25	34.61	102.62	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305				
13+291.00	963.34	963.34	991.71	1013.34	28.37	35.01	217.11	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305				
14+358.80	959.61	959.61	990.32	1009.61	30.71	38.74	761.48	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.283359			
14+442.02	959.51	959.51	990.20	1009.51	30.69	38.84	85.22	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.983858			
14+888.17	954.13	954.13	989.62	1004.13	35.49	44.22	417.15	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.111228			
15+775.58	952.95	952.95	988.46	1002.95	35.51	45.40	447.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.583605			
16+042.42	950.79	950.79	988.12	1000.79	37.33	47.56	266.84	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.545285			
16+849.31	948.20	948.20	987.06	998.20	38.86	50.15	22.93	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.348271			
17+720.16	946.05	946.05	985.93	996.05	39.88	52.30	142.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.029927			
17+801.94	940.66	940.66	985.69	990.66	45.03	57.69	181.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.186495			
17+883.25	943.73	943.73	985.58	983.73	41.85	54.62	81.31	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.237253			
18+032.32	941.32	941.32	985.52	981.32	44.20	57.03	49.07	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.106123			
18+087.03	941.57	941.57	985.40	981.57	43.83	56.78	64.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.064045	Pozo de Proyecto No. 1		
18+130.16	945.06	945.06	985.35	985.06	48.23	62.11	36.21	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.113322			
18+496.56	941.95	941.95	984.72	981.95	42.77	56.40	33.13	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.058018			
18+530.00	941.52	941.52	984.65	981.52	43.13	56.83	356.40	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.624137			
18+597.28	940.85	940.85	984.53	1010.85	43.68	57.50	67.28	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.076073			
18+633.49	936.24	936.24	984.47	1006.24	48.23	62.11	36.21	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.117822			
18+720.09	938.53	938.53	984.31	1008.53	45.78	59.82	66.60	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.063412			
18+828.18	937.52	937.52	984.12	1007.52	46.60	60.83	108.09	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.151656			
18+044.43	937.55	937.55	983.75	1007.55	46.20	60.80	216.25	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.378703			
18+608.88	936.06	936.06	982.48	1006.06	46.42	62.29	562.45	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.189280			
18+691.15	931.34	931.34	982.28	1001.34	50.94	67.01	84.27	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.378703	Pozo de Proyecto No. 2		
18+853.33	929.94	929.94	981.92	999.94	51.98	68.41	162.18	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4020	0.0142	0.002259	1.270400			
18+948.30	928.58	928.58	981.70	998.58	53.12	69.77	94.97	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4020	0.0142	0.002259	0.190340			
19+962.47	927.62	927.62	981.67	997.62	54.05	70.73	141.17	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4020	0.0142	0.002259	0.368314			
20+034.95	930.43	930.43	981.64	1000.43	51.21	67.92	72.48	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4020	0.0142	0.002259	0.214508	Interconexión a A. Mascareñas		
																	0.1670	0.0156	0.000426	0.030851	

Tests Profesionales: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

Q _{max}	30.00	33.00	70.00	95.00	95.00	95.00	235.00	235.00	1.p.s.
Q _{acum}	90.00	120.00	195.00	222.00	302.00	352.00	402.00	487.00	1.p.s.
D _{max}	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	m
L _{max}	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	mm
V _{max}	1,598.56	759.56	7,761.36	1,071.36	6,810.48	1,012.11	918.04	7,066.27	m
R _{max}	187.8E+3	250.5E+3	317.3E+3	463.4E+3	630.4E+3	734.7E+3	839.1E+3	348.6E+3	cm ² /seg.
V _{max}	30.80	41.08	52.01	75.98	103.34	120.45	137.55	57.14	cm/seg.
A _{max}	0.01690	0.01623	0.01570	0.01505	0.01458	0.01440	0.01424	0.01655	
A _{min}	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	cm ⁵

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción T, se usa la formula siguiente:

$$1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \log ((E/D)/3.71 + (2.51 / (Re \cdot (f \cdot (1/2))))$$

GALERIA	7.69	=	7.69
NORIA VII	7.85	=	7.85
NORIA IV	7.98	=	7.98
STA BARBARA I	8.15	=	8.15
STA BARBARA II	8.28	=	8.28
POZO P 1	8.33	=	8.33
POZO P 2	8.38	=	8.38
UNION ACU.	8.02	=	8.02



PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/g) SEGUN "DARCY - WEISSBACH"

DISTANCIA AL OMBRENO KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA		LONG. SITUD (m)	TIPO DE TUBERIA (m)	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMOU (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES
					(m)	(m)			(m)	(pulg)									
20+119.33	933.09	933.09	981.61	1003.09	46.52	65.26	84.36	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.035917	
20+245.54	931.15	931.15	981.55	1001.15	50.40	67.20	126.21	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.053722	
20+341.32	931.70	931.70	981.51	1001.70	49.81	66.95	95.78	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.040769	
20+613.13	930.67	930.67	981.40	1000.67	50.73	67.68	271.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.115697	Der. R. Malvinas I (cancelada)
20+665.00	929.36	929.36	981.37	998.36	52.01	66.99	51.87	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.022079	
20+824.94	928.71	928.71	981.31	998.71	52.60	66.64	159.94	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.068079	
20+846.12	928.25	928.25	981.25	998.25	53.00	70.10	121.18	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.051581	
21+107.67	927.67	927.67	981.18	997.67	53.51	70.68	161.55	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.068765	
22+338.89	934.13	934.13	980.66	1004.13	46.53	64.22	74.51	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.031716	
22+417.81	938.30	938.30	980.63	1008.30	42.33	60.05	78.92	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.033593	
22+467.81	939.91	939.91	980.61	1009.91	40.70	58.44	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.021283	
22+583.15	943.63	943.63	980.56	993.63	36.93	54.72	115.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.049095	P. B. Tipo Booster
23+182.05	954.05	954.05	980.30	1004.05	26.25	44.30	128.76	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.053956	
23+889.63	959.53	959.53	980.00	1009.53	20.47	38.82	129.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.054978	
23+965.44	962.85	962.85	979.97	1012.65	17.32	35.70	75.81	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.032289	
24+065.86	970.82	970.82	979.93	1020.82	9.11	27.53	100.42	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.042744	
24+214.90	977.64	977.64	979.86	1027.64	2.22	20.71	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.063440	Cima del Cerro
24+351.09	973.68	973.68	979.80	1023.68	6.12	24.67	136.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.057970	
26+743.14	972.00	972.00	978.79	1022.00	6.79	26.35	86.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.036906	
26+777.08	974.05	974.05	978.77	1024.05	4.72	24.30	33.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.014448	
26+964.66	974.78	974.78	978.69	1024.78	3.91	23.57	187.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.079843	
27+048.74	978.04	978.04	978.66	1028.04	0.62	20.31	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.035789	
SUMA TOTAL													27,048.74			19.69			

- Notas:
- La rugosidad de la tubería se calculó a partir de la mediciones de campo.
 - En el presente análisis se considera que la línea piezométrica tiene inicio en el km 0+000.
 - El gasto transifido en la Galeria Filtrante es de 90 lps (gasto teórico que produce la Galeria en época de estiaje) y los gastos recomendados de las Norias VII y IV (30 lps y 32 lps respectivamente) y de los pozos Santa Barbara I (70 lps) y Santa Barbara II (80 lps), ademas se incluyen dos fuentes adicionales (Pozo de Proyecto No. 1 y No. 2) con un Q=50 lps cada una.
 - Para este análisis se considera que en el km 19+962.47 se derivan 235.00 lps al Acueducto Mascareñas (km 0+773.34).
 - Para esta condición de funcionamiento no se necesita operar la Planta de Bombeo Tipo Booster.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las galerías de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

Q =	93.38	3.00	0.03	70.00	93.38	0.00	l.p.s.
Q _{acum} =	93.38	99.00	93.38	190.00	340.38	240.98	l.p.s.
D =	0.81	0.81	0.81	0.81	0.61	0.61 m	
e =	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090 mm	
L =	1.599.56	759.56	7.799.25	1.063.47	9.391.29	6.435.61 m	
V =	0.01000	0.01000	0.01000	0.01000	0.01000	0.01000 cm2/seg.	
R =	187.9E+3	187.9E+3	334.0E+3	500.9E+3	500.9E+3	500.9E+3	
V _a =	30.80	30.80	30.80	54.75	82.12	82.12 cm/seg.	
f =	0.01690	0.01690	0.01690	0.01561	0.01490	0.01490	
A =	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47 cm3	

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $f = 1 / (1.49 \sqrt{Re})^5 = -2 \log \left(\frac{e/D}{3.7} + \frac{5.74}{Re \sqrt{1.49}} \right) / (Re \sqrt{1.49})^5$



GASTO A CONDUCIR	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PREZ (m)	ELEVACION MAXIMA (TUBERIA) (m)	PRESION (m)	CARGA DE TRABAJO ESTATICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m2)	PERMEOJ (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	S Hidraulica	M	OBSERVACIONES		
									(m)	(pulg)											
0+000.00	1000.00	1000.00	993.70	1050.00	-6.30	-6.30															
0+102.34	999.95	999.95	993.69	1049.95	-6.26	-6.25	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.144621	INC. EN GALERIA FILTRAN.		
1+539.56	995.42	995.42	993.49	1045.42	-1.93	-1.72	597.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.080281	INC. NORIA VII		
1+660.65	994.81	994.81	993.44	1044.81	-1.37	-1.11	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.048516			
2+355.12	992.74	992.74	993.38	1042.74	0.64	0.96	394.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.053001			
2+399.12	992.67	992.67	993.38	1042.67	0.71	1.03	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.000537	INC. NORIA IV		
2+614.81	991.81	991.81	993.35	1041.81	1.54	1.89	255.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.034368			
10+150.48	968.14	968.14	962.34	1018.14	24.20	25.56	1,076.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.144621	Estación A Inc. Pozo Sta. Barbara I		
10+158.37	967.82	967.82	962.33	1017.82	24.51	25.88	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1600	0.0156	0.000392	0.003095	Estación B		
11+221.84	960.85	960.85	991.92	1010.85	31.07	32.95	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.82	0.2400	0.0149	0.000842	0.001145	Inc. Pozo Sta. Barbara II		
11+442.10	964.68	964.68	991.73	1014.68	27.05	29.02	220.26	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.82	0.2400	0.0149	0.000842	0.185541			
14+356.80	959.61	959.61	989.28	1009.61	29.87	34.09	761.48	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.82	0.2400	0.0149	0.000842	0.641448	Estación C		
20+665.00	930.67	930.67	984.01	1000.67	53.34	63.03	271.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.82	0.2400	0.0149	0.000842	0.228965	Der. a Reb. Malvinas I (cancelada)		
20+665.00	929.36	929.36	983.96	999.36	54.60	64.34	51.87	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.82	0.2400	0.0149	0.000842	0.043694			
22+417.81	936.30	936.30	982.44	1008.30	44.18	55.40	78.92	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.82	0.2400	0.0149	0.000842	0.066480	Estación D		
22+467.81	939.91	939.91	982.44	1009.91	42.53	53.79	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.82	0.2400	0.0149	0.000842	0.0427119	Planta de Bombeo Tipo Booster		
22+583.15	943.63	943.63	982.35	993.63	38.72	50.07	115.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.82	0.2400	0.0149	0.000842	0.087159			
24+065.86	970.82	970.82	981.10	1020.82	10.28	22.88	100.42	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.82	0.2400	0.0149	0.000842	0.084591			
24+214.90	977.64	977.64	980.97	1027.64	3.33	16.06	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.82	0.2400	0.0149	0.000842	0.125547			
24+351.09	973.68	973.68	980.86	1023.68	7.18	20.02	136.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.82	0.2400	0.0149	0.000842	0.114722			
26+777.08	974.05	974.05	978.81	1024.05	4.78	19.65	33.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.82	0.2400	0.0149	0.000842	0.028593			
26+964.66	974.78	974.78	978.65	1024.78	3.67	18.92	187.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.82	0.2400	0.0149	0.000842	0.158009			
27+048.74	978.04	978.04	978.58	1028.04	0.54	15.66	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.82	0.2400	0.0149	0.000842	0.070827			
SUMA TOTAL																		27.048.74	15.12		

Propuesta de Solución Epoca de Estiaje. Acueducto Paredes
Alternativa 4. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, y pozos Santa Barbara I y II. No es necesario derivar al acueducto Mascareñas.

Notas:

- La rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo
- En el presente análisis se considera que la línea piezométrica tiene inicio en el km 0+000
- El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 90 lps (gasto teórico que produce la Galería en época de estiaje) y los gastos recomendados de los pozos Santa Barbara I (70 lps) y Santa Barbara II (80 lps). Se considera que no halla derivación de gasto al Acueducto Mascareñas, y que las Norias VII y IV no operen.
- Para esta condición de funcionamiento no es necesario que trabaje la Planta de Bombeo Booster
- Para este análisis del km 0+000 al km 1+960.65 la tubería trabaja como canal.

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

**ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL ACUEDUCTO MASCAREÑAS
(ÉPOCA DE ESTIAJE)**

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
GASTO A CONDUCIR	Q = 20.30
GASTO DE CONSUMO ACUM.	Q _{acum} = 24.00
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D = 0.41
ROGUSIDAD "e"	e = 0.090
LONGITUD TOTAL	L = 221.32
VISCOSIDAD CINEMATICA	v = 0.0100
NUMERO DE REYNOLDS	Re = 106.6E+3
VELOCIDAD	V = 26.28
COEF. DE FRICCIÓN "f"	f = 0.01890
AREA DE SECCION	A = 1.284.62
OBRA DE CAPTACION	NORIA I UNION ACU. POZO 8
	NORIA II UNION ACU. POZO 5

Para encontrar e valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \log ((EP/D) \sqrt{3.71 + (2.61 / Re)} (f \cdot (1/2)))$



NORIA II	7.27	=	7.27
NORIA I	7.54	=	7.54
UNION ACU.	8.12	=	8.12
POZO 8	8.18	=	8.18
POZO 3	8.22	=	8.22
POZO 5	8.27	=	8.27

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA		LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMOL. (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S Hidraulica	hf	OBSERVACIONES
					TRABAJO (m)	ESTATICA (m)			(m)	(pulg)									
4+178.28	978.00	978.00	979.51	1028.00	1.51	2.56	28.07	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0118	
4+224.37	980.90	979.19	979.49	1029.19	0.30	1.37	45.09	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0190	
4+272.09	983.48	979.19	979.47	1029.19	0.28	1.37	47.72	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0201	
4+373.37	982.31	979.19	979.42	1029.19	0.23	1.37	101.28	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0426	
4+503.00	985.60	979.19	979.37	1029.19	0.18	1.37	129.63	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0545	
4+581.99	983.81	979.19	979.34	1029.19	0.15	1.37	58.99	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0248	Cima en el Cerro
4+586.18	979.19	979.19	979.33	1029.19	0.14	1.37	24.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0102	Inicia Tunel
4+673.37	989.19	979.19	979.30	1029.19	0.11	1.37	87.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0387	
4+710.32	993.68	979.19	979.28	1029.19	0.09	1.37	36.95	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0155	
4+760.28	979.17	979.17	979.26	1029.17	0.09	1.39	49.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0210	
4+793.54	973.19	973.19	979.25	1023.19	6.06	7.37	33.26	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0140	Termina Tunel
4+867.27	988.77	988.77	979.22	1018.77	10.45	11.79	73.73	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0310	Cambio de Clase de tubería
4+920.20	987.15	987.15	979.19	1017.15	12.04	13.41	52.93	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0223	
5+006.39	984.08	984.08	979.16	1014.08	15.10	16.50	86.18	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0363	
5+900.16	972.89	972.89	978.81	1022.89	5.92	7.87	125.16	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0526	
5+980.40	972.00	972.00	978.79	1022.00	6.78	8.56	60.24	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0253	
6+020.57	974.05	974.05	978.76	1024.05	4.71	6.51	60.17	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0253	
6+157.07	974.78	974.78	978.70	1024.78	3.92	5.78	136.50	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0574	
6+292.22	978.04	978.04	978.55	1028.04	0.81	2.52	135.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0569	
							SUMA												1.9639

- Notas:
- La rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo.
 - Es necesario abrir un tajo sobre el acueducto del km 4+224.37 al km 4+586.18. El Acueducto pasa por un tunel que inicia en el km 4+586.18 y termina en el km 4+746.72.
 - Se debe construir un tramo del acueducto con un diámetro de 30" entre los km 0+773.34 y 1+932.48.
 - La solución al acueducto Mascareñas considera sacar de funcionamiento los Pozos Alarmito, Casitas 2 y Casitas 1, además del Rebombao Malvinas I.
 - Para esta condición de funcionamiento se incorpora en el km 0+773.34 un Q=167.50 lps del acueducto Paredes.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

GASTO A CONDUCIR	Q=	34.00	20.30	201.80	25.00	27.00	i.p.s.
GASTO CONDUCCION ACUM.	Qacum=	34.00	84.30	239.00	281.00	306.00	333.00 i.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D=	0.41	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76 m
RUGOSIDAD "e"	e=	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090 mm
LONGITUD TOTAL	L=	221.32	90.74	1,159.14	304.36	615.95	3,439.43 m
VISCOSIDAD CINEMATICA	v=	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100 cm ² /seg.
NUMERO DE REYNOLDS	R=	106.8E+3	170.8E+3	428.8E+3	470.8E+3	512.8E+3	557.8E+3
VELOCIDAD	V=	26.26	42.10	56.43	61.94	67.45	73.41 cm/seg.
COEF. DE FRICCION "f"	f=	0.01890	0.01760	0.01489	0.01473	0.01460	0.01445
AREA DE SECCION	A=	1,294.62	1,294.62	4,536.47	4,536.47	4,536.47	4,536.47 cm ²
OBRA DE CAPTACION		NORIA II	NORIA I	UNION ACU.	POZO 8	POZO 3	POZO 5

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1 / (f \cdot L / (2g)) = -2 \log \left(\frac{e/D}{3.7} + \frac{5.74}{Re} \sqrt{\frac{e}{D}} \right) / \left(\frac{V}{2g} \right)^{1/4}$ (1721)



PERDIDAS = M = f (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

INSTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PREZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA		LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMIO. (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES	
					TRABAJO (m)	ESTATICA (m)			(m)	(pulg)										(m)
4+178.28	978.00	978.00	979.72	1028.00	1.72	3.03	28.07	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0145		
4+224.37	980.90	979.19	979.69	1029.19	0.50	1.84	45.09	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0232		
4+272.09	983.48	979.19	979.67	1029.19	0.48	1.84	47.72	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0246		
4+373.37	982.31	979.19	979.62	1029.19	0.43	1.84	101.28	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0522		
4+503.00	985.60	979.19	979.55	1029.19	0.36	1.84	129.63	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0522		
4+561.99	983.81	979.19	979.52	1029.19	0.33	1.84	58.99	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0688	Cima en el Cerro	
4+586.18	979.19	979.19	979.51	1029.19	0.32	1.84	24.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0304	Inicia Tunel	
4+673.37	999.19	979.19	979.46	1029.19	0.27	1.84	87.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0449		
4+710.32	983.68	979.19	979.44	1029.19	0.25	1.84	36.95	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0190		
4+760.28	979.17	979.17	979.42	1029.17	0.25	1.86	49.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0190		
4+793.54	973.19	973.19	979.40	1023.19	6.21	7.84	33.26	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0257	Termina Tunel	
4+867.27	968.77	968.77	979.36	1018.77	10.59	12.26	73.73	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0171		
4+920.20	987.15	987.15	979.33	1017.15	12.18	13.86	52.93	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0380	Cambio de Clase de tubería	
5+006.39	984.06	984.06	979.29	1014.06	15.23	16.97	86.19	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0273		
5+900.16	972.89	972.89	978.87	1022.89	5.98	8.14	125.16	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0444		
5+960.40	972.00	972.00	978.84	1022.00	6.84	9.03	60.24	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0645		
6+020.57	974.05	974.05	978.80	1024.05	4.75	6.98	60.17	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0310		
6+157.07	974.78	974.78	978.73	1024.78	3.95	6.25	136.50	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0310		
6+292.22	978.04	978.04	978.66	1028.04	0.62	2.39	135.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0703		
							SUMA												2.4321	

- Notas:
- La rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo.
 - Es necesario abrir un tajo sobre el acueducto del km 4+224.37 al km 4+586.18. El Acueducto pasa por un tunel que inicia en el km 4+586.18 y termina en el km 4+746.72.
 - Se debe construir un tramo del acueducto con un diametro de 30" entre los km 0+773.34 y 1+932.48.
 - La solución al acueducto Mascareñas considera sacar de funcionamiento los Pozos Alamito, Casitas 2 y Casitas 1, además del Rebombao Malvinas 1.
 - Para esta condición de funcionamiento se incorpora en el km 0+773.34 un Q=201.50 lbs del acueducto Paredes.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION		25.00		31.00 l.p.s.	
GASTO A CONDUCCIR		Q =	20.00	25.00	25.00
GASTO CONDUCCION ACUM.		Qacum =	34.00	295.00	366.00 l.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA		D =	0.41	0.76	0.76 m
RUGOSIDAD "e"		e =	0.090	0.090	0.090 mm
LONGITUD TOTAL		L =	221.32	1,159.14	304.36
VISCOSIDAD CINEMATICA		v =	0.0100	0.0100	0.0100 cm ² /seg.
NUMERO DE REYNOLDS		Re =	108.0E+3	170.8E+3	568.8E+3
VELOCIDAD		V =	26.28	42.10	63.82
COEF. DE FRICCIÓN "f"		f =	0.01690	0.01760	0.01440
AREA DE SECCION		A =	1,294.82	4,538.47	4,538.47 cm ²

Para encontrar e valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $1/f = (1/2) \left(2.3 \log \left(\frac{VD}{3.71 + 2.51f \text{Re}} \right) \right) \text{Re} \left(f \right)^{1/2}$



DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PIEZ (m)	ELEVACION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA		LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMOL (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidráulica	M	OBSERVACIONES
					TRABAJO (m)	ESTATICA (m)			(m)	(pulg)									

PERDIDAS = hf = f(LD) (V ² /2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"																			
0+461.28	929.37	929.37	981.74	979.37	52.37	52.37	221.32	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.26	0.0340	0.0189	0.000193	0.0360	Inc. Noria II
0+692.60	928.37	928.37	981.70	978.37	53.33	53.33	90.74	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.42	0.0545	0.0176	0.000390	0.0354	Inc. Noria I
0+773.34	927.62	927.62	981.67	977.62	54.05	54.05	25.23	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0100	Interconexión a A. Paredes
0+798.57	928.23	928.23	981.66	978.23	53.43	53.43	48.60	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0193	
0+847.17	930.43	930.43	981.64	980.43	51.21	51.21	39.95	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0158	
0+887.12	932.93	932.93	981.62	982.93	48.89	48.89	43.07	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	
0+930.20	933.09	933.09	981.61	983.09	48.52	48.52	126.21	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0500	
1+056.41	931.15	931.15	981.58	981.15	50.41	50.41	95.78	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0360	
1+152.19	931.70	931.70	981.52	981.70	49.82	49.82	271.81	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.1078	
1+424.00	930.67	930.67	981.41	980.67	50.74	50.74	51.07	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0206	
1+475.87	929.36	929.36	981.39	979.36	52.03	52.03	51.87	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0634	
1+635.81	928.71	928.71	981.33	978.71	52.62	52.62	159.84	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0206	
1+756.98	928.25	928.25	981.28	978.25	53.03	53.03	121.18	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0634	
1+919.54	927.67	927.67	981.21	977.67	53.54	53.54	161.56	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0480	
1+932.48	927.14	927.14	981.21	977.14	54.07	54.07	13.94	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0641	
2+018.51	927.94	927.94	981.17	977.94	53.23	53.23	84.03	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0055	
2+212.09	936.19	936.19	981.06	986.19	44.89	44.89	195.58	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.69	0.3145	0.0146	0.000463	0.0389	Inc. Pozo B
2+236.84	937.46	937.46	981.07	987.46	43.61	43.61	24.75	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.69	0.3145	0.0146	0.000463	0.0906	
2+287.39	947.40	947.40	981.04	997.40	33.64	33.64	50.55	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.74	0.3395	0.0144	0.000534	0.0115	Inc. Pozo 3
2+640.74	954.58	954.58	980.85	1004.58	26.27	26.27	353.35	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.74	0.3395	0.0144	0.000534	0.1886	
2+852.79	970.89	970.89	980.74	1020.89	9.85	10.85	212.05	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.74	0.3395	0.0144	0.000534	0.1132	Inc. Pozo 5
3+093.09	951.86	951.86	980.59	1001.86	28.73	29.68	240.30	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.1485	
3+136.79	945.29	945.29	980.56	995.29	35.27	36.45	43.70	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0270	
3+189.61	951.00	951.00	980.52	1001.00	29.52	30.74	62.62	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0388	
3+479.06	965.68	965.68	980.35	1015.68	14.67	16.06	87.44	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0540	
3+589.55	949.48	949.48	980.28	999.48	30.60	32.04	110.49	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0693	

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar e valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:

$$1/f \text{ (1/2)} = -2 \log \left(\frac{K}{3.71 + 2.51 \sqrt{Re}} \left(\frac{f}{8} \right)^{1/4} \right)$$



DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
GASTO A CONDUCIR	Q = 34.00
GASTO CONDUCCION ACUM.	236.90
DIAMETRO DE LA TUBERIA	20.00
RUGOSIDAD "e"	0.041
LONGITUD TOTAL	L = 221.32
VISCOSIDAD CINEMATICA	ν = 0.0100
NUMERO DE REYNOLDS	R = 106.6E+3
VELOCIDAD	V = 26.28
COEF. DE FRICCION "f"	f = 0.01890
AREA DE SECCION	A = 1.284.62
OBRA DE CAPTACION	NORIA I UNION ACU. POZO 8
	NORIA II UNION ACU. POZO 3
	POZO 5

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA		LOH-OTIDUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	DIAMETRO (pulg)	AHID (m2)	PERMIO. (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	S hidraulica	Mf	OBSERVACIONES
					TRABAJO (m)	ESTATICA (m)													

4+178.28	978.00	978.00	978.92	1028.00	1.92	3.52	28.07	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0173		
4+224.37	980.90	978.19	978.89	1028.19	0.70	2.33	45.09	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0279		
4+272.09	983.48	979.19	979.86	1029.19	0.67	2.33	47.72	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0295		
4+373.37	982.31	979.19	979.80	1029.19	0.61	2.33	101.28	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0826		
4+503.00	985.60	979.19	979.72	1029.19	0.53	2.33	129.83	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0801		
4+586.16	983.81	979.19	979.68	1029.19	0.49	2.33	58.99	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0384	Cima en el Cerro	
4+673.37	979.19	979.19	979.67	1029.19	0.48	2.33	24.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0149	Inicia Tunel	
4+710.32	983.68	979.19	979.81	1029.19	0.42	2.33	87.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0539		
4+780.28	979.17	979.17	979.59	1029.19	0.40	2.33	36.95	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0228		
4+783.54	973.19	979.17	979.56	1029.17	0.39	2.35	49.86	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0309		
4+867.27	968.77	979.49	979.49	1018.77	0.35	8.33	33.28	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0205		
4+920.20	967.15	968.77	979.49	1018.77	10.72	12.75	73.73	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0455	Cambio de Clase de tubería	
5+006.39	964.06	967.15	979.46	1017.15	12.31	14.37	52.93	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0327		
5+800.16	972.89	972.89	978.90	1022.89	6.01	17.46	86.19	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0532		
5+880.40	972.00	972.00	978.88	1022.00	6.86	8.63	125.16	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0773		
6+020.57	974.05	974.05	978.83	1024.05	4.78	9.52	60.24	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0372		
6+157.07	974.78	974.78	978.74	1024.78	3.96	6.74	60.17	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0372		
6+292.22	978.04	978.04	978.66	1028.04	0.62	3.48	136.50	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0843		
							135.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0835		
							5.830.34												2.9420	

- Notas:
- La rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo.
 - Es necesario abrir un tajó sobre el acueducto del km 4+224.37 al km 4+586.18. El Acueducto pasa por un túnel que inicia en el km 4+586.18 y termina en el km 4+746.72
 - Se debe construir un tramo del acueducto con un diámetro de 30" entre los km 0+773.34 y 1+932.48.
 - La solución al acueducto Mascareñas considera sacar de funcionamiento los Pozos Alamilto, Casitas 2 y Casitas 1, además del Rebombéo Malvinas i
 - Para esta condición de funcionamiento se incorpora en el km 0+773.34 un Q=235.00 lps del acueducto Paredes

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

**ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL ACUEDUCTO PAREDES
(ÉPOCA DE LLUVIAS)**

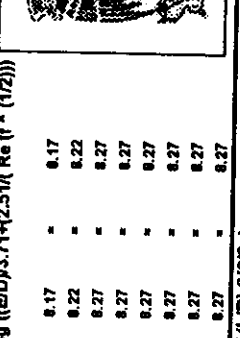
Cuadro 5.4 Alternativas de Operación para los Acueductos Paredes y Mascareñas en Época de Lluvias

Alternativa	Obras de Captación del Acueducto Paredes										Aortación propia Paredes Ips	Derivación a Mascareñas Ips	Gasto Total Ips	Pérdidas en línea (fricción) m	Rebombeo Requerido m
	Galería Filtro	Noria VII	Noria IV	Sta. Bárbara I	Sta. Bárbara II	Sta. Bárbara III	Sta. Bárbara IV	Sta. Bárbara IV							
	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips					
1	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	293.40	543.40	32.53	11.10	
2	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00						301.40	301.40	29.99	8.60	
3	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00						311.40	311.40	30.74	9.35	
4	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00						393.40	393.40	40.44	19.05	
5	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00						401.40	401.40	38.06	16.70	
6	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00						411.40	411.40	39.06	17.70	
7	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00						413.40	413.40	49.10	27.80	
8	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00						413.40	413.40	47.81	26.40	
9	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00						423.40	423.40	48.87	27.50	
10	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00						431.40	431.40	46.09	24.70	
11	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00						513.40	513.40	59.62	38.25	
12	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00						543.40	543.40	67.92	46.55	
13	235.00										235.00	235.00	21.89	0.00	
14	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00						443.40	443.40	56.86	35.50	

Alternativa	Obras de Captación del Acueducto Mascareñas							Aortación propia Mascareñas Ips	Derivación de Paredes Ips	Gasto Total Ips	Pérdidas en línea (fricción) m	Rebombeo Requerido m
	Noria II	Noria I	Intercon. C/Paredes	Pozo 8	Pozo 3	Pozo 5	Pozo 5					
	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips					
UNICA	34.00	20.50	0.00	25.00	25.00	25.00	27.00	131.50	131.50	0.37	0.00	

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $f = 0.000183 \cdot (Re)^{1.85} / (D^4.75)$



DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
Q = 281.40	0.00
Qmax = 331.40	0.00
D = 0.61	0.61
f = 0.090	0.090
L = 1,599.56	7,791.36
V = 0.0100	0.0100
R = 483.0E+3	612.4E+3
Vc = 79.18	89.44
f = 0.01498	0.01498
A = 2,922.47	2,922.47

GALERIA NORIA VII NORIA IV STA B I POZO P 1 POZO P 2 UNION ACU.
 GALERIA NORIA VI NORIA IV STA B I POZO P 1 POZO P 2 UNION ACU.

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	PIEZ. (m)	ELEV. (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA		LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		ANCHO (m2)	PERIMETRO (m)	RHID (m)	VEL (m/s)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	S hidraulica	Hf	OBSERVACIONES		
						TRABAJO (m)	ESTADISTICA (m)			(m)	(pulg)											
0+000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.060571	INICIO EN GALERIA FILTRAN.		
0+102.34	998.95	999.92	1049.95	-0.03	0.05	102.34	0.00	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.470412	INC. NORIA VII		
1+588.56	995.42	998.74	1046.42	3.32	4.98	597.51	4.98	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2614	0.0148	0.000893	0.358412			
1+960.65	994.81	998.38	1044.81	3.57	5.19	361.09	5.19	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2614	0.0148	0.000893	0.003970	INC. NORIA IV		
2+358.12	992.87	997.89	1042.87	5.32	7.33	4.00	7.33	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.316186			
2+614.91	991.81	997.67	1041.81	5.96	8.19	265.79	8.19	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	1.330530	Inc. Pozo Sta. Barbara I		
10+150.48	988.14	988.38	1018.14	20.22	31.86	1,078.38	31.86	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.003609	Inc. Pozo Sta. Barbara II		
10+158.37	967.82	968.35	1017.82	20.53	32.18	7.89	32.18	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.272267	Pozo de Proyecto No. 1		
11+221.84	980.85	986.76	1014.85	28.18	39.16	2.92	39.16	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.053697	Pozo de Proyecto No. 2		
11+442.10	964.88	964.88	1014.88	22.08	35.32	220.26	35.32	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.695253	Interconexión a A. Mascareñas		
18+032.32	941.32	978.61	981.32	37.29	58.88	49.07	58.88	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.089594	Der. R. Malvinas I (cancelada)		
18+087.03	941.57	978.53	991.57	36.96	56.43	64.71	56.43	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.061117	P.B. Tipo Booster		
18+630.00	941.52	978.00	991.52	36.48	58.48	43.44	58.48	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.142574			
19+044.43	937.55	977.38	1007.55	38.81	62.45	216.25	62.45	0.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.184231			
19+606.88	936.06	976.67	1006.06	40.61	63.94	562.45	63.94	0.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.231867			
19+982.47	927.62	978.23	997.62	48.81	72.38	14.17	72.38	0.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.103933			
20+034.95	930.43	976.14	1000.43	45.71	69.57	72.48	69.57	0.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.32.53			
20+613.13	930.67	975.42	1000.67	44.75	69.33	271.81	69.33	0.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.089594			
20+665.00	929.36	975.36	999.36	46.00	70.64	51.87	70.64	0.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.335988			
22+487.81	938.91	973.13	1009.91	33.22	80.99	50.00	80.99	0.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.061806			
22+583.15	943.63	972.99	993.63	29.36	56.37	115.34	56.37	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.142574			
24+214.90	977.64	970.87	1027.64	-6.87	22.36	149.04	22.36	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.184231			
26+964.66	974.78	967.57	1024.78	-7.21	25.22	187.58	25.22	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.231867			
27+048.74	978.04	987.47	1028.04	-10.67	21.96	84.08	21.96	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.103933			
										SUMA TOTAL		27,048.74										

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época)
 Alternativa 1. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, Noria VII y Noria IV.

Notas:
 * La rugosidad de la tubería se calculó a partir de las mediciones de campo.
 * El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias), la Noria VII 30.0 lps y la Noria IV 32.0 lps.
 * Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas.
 * Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P.B. Booster eleve la carga 11.10 m.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

OBRA DE CAPTACION	Q _{max}	Q _{min}	Q _{med}	Q _{med}	Q _{med}	Q _{med}	Q _{med}	Q _{med}
GASTO A CONDUCIR	381.48	381.48	381.48	381.48	381.48	381.48	381.48	381.48
GASTO CONDUCCION ACUM.	381.48	381.48	381.48	381.48	381.48	381.48	381.48	381.48
DIAMETRO DE LA TUBERIA	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
RUGOSIDAD "n"	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
LONGITUD TOTAL	1,609.56	759.56	7,791.36	1,071.36	6,810.48	1,012.11	918.04	7,086.27
VISCOSIDAD CINEMATICA	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
NUMERO DE REYNOLDS	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	629.1E+3	629.1E+3	629.1E+3	629.1E+3	629.1E+3
VELOCIDAD	79.18	79.18	79.18	103.13	103.13	103.13	103.13	103.13
COEF. DE FRICCION "f"	0.01498	0.01498	0.01498	0.01480	0.01480	0.01480	0.01480	0.01480
AREA DE SECCION	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47
OBRA DE CAPTACION	GALERIA NORIA VII	NORIA IV	STA B I	STA B II	POZO P 1	POZO P 2	UNION ACU.	

PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1/f = (V^2 / (2g))^{0.25} = -2 \log ((ED)/3.71 + (2.51 / (Re))^{0.25})$

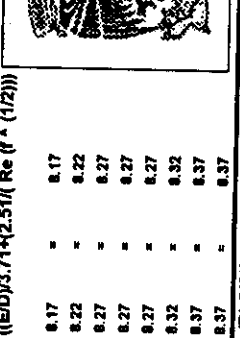


DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	PIEZ. (m)	ELEV. (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (kg)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA		LOW-GTUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (in)	DIAMETRO (mm)	AHID (m ²)	PERMO (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S Hidraulica	hf	OBSERVACIONES
						(m)	(m)													
0+000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1050.00	0.00	0.00	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.080571	INC. NORIA VII	
0+102.34	999.95	999.95	999.92	1049.95	-0.03	0.05	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.470421	INC. NORIA IV	
1+598.66	986.42	986.42	986.74	1045.42	3.32	4.98	597.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.284281	INC. POZO STA. BARBARA I	
1+960.65	994.81	994.81	998.46	1044.81	3.65	5.19	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.003149	INC. POZO STA. BARBARA II	
2+359.12	982.67	982.67	988.14	1042.67	5.47	7.33	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.201380	POZO de Proyecto No. 1	
2+614.91	991.81	991.81	997.94	1041.81	6.13	8.19	255.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.847420	POZO de Proyecto No. 2	
10+150.48	988.14	988.14	982.01	1018.14	23.87	31.86	1,078.98	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.010271	Interconexión a A. Mascareñas	
10+150.37	967.82	967.82	962.00	1017.82	24.18	32.18	7.99	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.003801	Der. R. Malvinas I (cancelada)	
11+221.84	960.85	960.85	960.81	1010.85	28.76	38.15	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.056549	P. B. Tipo Booster	
11+442.10	964.68	964.68	960.33	1014.68	25.65	35.32	220.26	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.194016	Cima del Cerro	
18+092.32	941.32	941.32	941.75	981.32	46.43	58.88	49.07	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.244182		
18+097.03	941.57	941.57	951.66	991.57	40.09	58.43	64.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.109453		
18+530.00	941.52	941.52	951.52	991.52	39.58	58.48	43.44	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.063878		
19+044.43	937.66	937.66	940.43	1007.66	42.88	62.45	63.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.286728		
19+506.88	936.06	936.06	939.70	1006.06	43.64	63.94	582.45	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.063878		
19+862.47	927.82	927.82	929.24	997.82	51.61	72.38	14.17	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.063878		
20+034.95	930.43	930.43	929.14	1000.43	48.71	69.57	72.48	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.063878		
20+613.13	930.57	930.57	928.38	1000.57	47.72	68.33	271.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.063878		
20+665.00	929.36	929.36	928.32	998.36	48.96	70.64	51.87	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.063878		
22+487.84	938.81	938.81	925.87	1008.81	36.06	60.09	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.063878		
22+593.15	943.63	943.63	925.82	993.63	32.19	56.37	115.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.150146		
24+214.80	877.64	877.64	873.70	1027.64	-3.94	22.36	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.194016		
26+964.66	974.78	974.78	970.12	1024.78	-4.66	25.22	187.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.244182		
27+048.74	978.04	978.04	970.01	1028.04	-8.03	21.96	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.109453		
SUMA TOTAL																			27,048.74	29.99

- Notas:
- La rugosidad de la tubería se calculó a partir de las mediciones de campo
 - El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias) y el pozo Santa Barbara I de 70.0 lps
 - Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas.
 - Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P.B. Booster eleve la carga 8.60 m.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1/f = (Re^{1/2})^{0.25} = 2 \log((ED)/3.71 + 2.51/(Re \cdot f))$



DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
Q _m	251.40
Q _{acum}	321.40
D	0.61
L	1.589.56
V	483.0E+3
V ₁	79.18
f	0.01486
A	2.922.47

OBRA DE CAPTACION	Q (l.p.s.)	D (m)	L (m)	V (cm/seg.)	f	A (m ²)
GALERIA	8.17	0.61	0.000	100.39	0.01486	0.01428
NORIA VII	8.22	0.090	6.810.48	1.071.36	0.01486	0.01428
NORIA IV	8.27	0.100	0.0100	0.0100	0.01486	0.01428
STA BARBARA I	8.27	0.100	612.4E+3	612.4E+3	0.01486	0.01428
STA BARBARA II	8.27	0.100	612.4E+3	612.4E+3	0.01486	0.01428
POZO P 1	8.32	0.090	7.086.27	1.071.36	0.01486	0.01428
POZO P 2	8.37	0.090	7.086.27	1.071.36	0.01486	0.01428
UNION ACU	8.37	0.090	7.086.27	1.071.36	0.01486	0.01428

PERDIDAS = hf = f(L/D)(V²/2g) SEGUN DARCY - WEISBACH

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	BIENV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADICA (m)	LON. GFTUO (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMO. (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidráulica	hf	OBSERVACIONES
								(m)	(pulg)									
0+000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1060.00	0.00	0.00	STA B I											
0+102.34	999.95	999.95	999.92	1049.95	-0.03	0.05	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.080571	INCIO EN GALERIA FILTRAN
1+899.56	996.42	996.42	996.74	1045.42	3.32	4.98	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.470412	INC. NORIA VII
1+960.65	994.81	994.81	998.38	1044.81	3.57	5.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2814	0.0148	0.000993	0.358412	
2+369.12	992.87	992.87	997.99	1042.87	5.32	7.33	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2814	0.0148	0.000993	0.003970	INC. NORIA IV
2+614.91	991.81	991.81	997.67	1041.81	5.86	8.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.316186	
10+160.48	988.14	988.14	988.38	1018.14	20.22	31.96	A-C Clase A-5	0.810	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	1.330650	Inc. Pozo Sta. Barbara I
10+156.37	987.82	987.82	988.35	1017.82	20.53	32.18	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.009753	
11+221.84	989.85	989.85	987.03	1010.85	28.18	38.15	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.009753	Inc. Pozo Sta. Barbara II
11+442.10	984.68	984.68	986.76	1014.68	22.08	35.32	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.060656	
18+032.32	941.32	941.32	978.81	991.32	37.29	58.68	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.18	0.3434	0.0145	0.001672	0.108227	Pozo de Proyecto No. 1
18+087.03	941.57	941.57	978.50	991.57	36.93	58.43	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.18	0.3434	0.0145	0.001672	0.072653	
18+030.00	941.52	941.52	977.78	991.52	36.26	58.48	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.18	0.3434	0.0145	0.001672	0.361675	Pozo de Proyecto No. 2
18+044.43	937.85	937.85	976.92	1007.85	39.37	62.45	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	1.220043	Interconexión a A. Mascareñas
19+006.88	936.06	936.06	975.70	1006.06	39.64	63.94	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.599599	Der. R. Malvinas I (cancelada)
19+882.47	927.82	927.82	974.83	997.82	47.31	72.39	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.112514	P.B. Tipo Booster
20+034.95	930.43	930.43	974.77	1000.43	44.34	69.57	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.30737	
20+613.13	930.67	930.67	973.82	1000.67	42.95	69.33	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.157221	
20+865.00	929.36	929.36	973.40	999.36	44.04	70.64	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.599599	
22+467.81	939.91	939.91	969.49	1008.91	29.59	60.09	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.112514	
22+583.15	943.63	943.63	969.24	993.63	25.61	56.37	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.108459	
24+214.90	977.64	977.64	965.70	1027.64	-11.94	22.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.250191	
26+964.66	974.78	974.78	959.74	1024.78	-15.04	25.22	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.323291	Cima del Cerro
27+048.74	978.04	978.04	959.56	1028.04	-18.48	21.96	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.406884	
SUMA TOTAL																	27.048.74	40.44

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época)
Alternativa 4. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, Norias VII y IV y Pozos de Proyecto No. 1 y No. 2.

Nota: La rugosidad de la tubería se calculó a partir de las mediciones de campo.
 El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias), las Norias VII y IV con 30 lps y 32 lps respectivamente y los Pozos de Proyecto 1 y 2 con 50.0 lps cada uno.
 Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas.
 Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P.B. Booster eleve la carga 19.05 m.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Table with columns: GASTO A CONDUCCIR, GASTO CONDUCCIDO ACUM., DIAMETRO DE LA TUBERIA, RUGOSIDAD, LONGITUD TOTAL, VISCOSIDAD CINEMATICA, NUMERO DE REYNOLDS, VELOCIDAD, COEF. DE FRICCIÓN "f", AREA DE SECCION, OBRA DE CAPTACION. Includes a coat of arms and formula for friction coefficient.

Table with columns: DISTANCIA AL ORIGEN KM, ELEVACION DE TERRENO (m), ELEVACION DE PLANTILLA (m), ELEV. PIEZ (m), PRESION MAXIMA (tuberia) (m), CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA (m), LONGITUD GTIUD (m), TIPO DE TUBERIA, DIAMETRO (m), ANID (m2), PERMEO. (m), RHID (m), VEL (m/s), GASTO Q (m3/s), f Darcy, S, M, OBSERVACIONES.

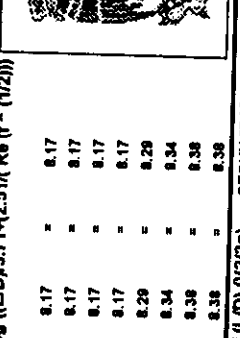
Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época) Alternativa 5. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, Pozo Santa Barbara I y Pozos de Proyecto No. 1 y No. 2.

Main data table with columns: DISTANCIA AL ORIGEN KM, ELEVACION DE TERRENO (m), ELEVACION DE PLANTILLA (m), ELEV. PIEZ (m), PRESION MAXIMA (tuberia) (m), CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA (m), LONGITUD GTIUD (m), TIPO DE TUBERIA, DIAMETRO (m), ANID (m2), PERMEO. (m), RHID (m), VEL (m/s), GASTO Q (m3/s), f Darcy, S, M, OBSERVACIONES. Includes a sub-table for 'DATOS POR OBRA DE CAPTACION'.

Notas: La rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo. El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias), el pozo Santa Barbara I de 70.0 lps y los Pozos de Proyecto 1 y 2 con 50.0 lps cada uno. Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas. Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P.B. Booster eleve la carga 16.70 m.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto 6ptimo de explotaci6n en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricci6n "f", se usa la formula siguiente:
 $1/(f \cdot (1/2)) = -2 \cdot \log((ED)/3.71 + (2.51)/(Re \cdot (f \cdot (1/2))))$



DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
GASTO A CONDUCIR	251.00
GASTO CONDUCCION ACUM.	9.00
DIAMETRO DE LA TUBERIA	251.00
RUGOSIDAD "e"	0.61
LONGITUD TOTAL	0.090
VISCOSIDAD CINEMATICA	1,589.56
NUMERO DE REYNOLDS	7,913.36
VELOCIDAD	0.0100
COEF. DE FRICCION "f"	483.0E+3
AREA DE SECCION	79.18
OBRA DE CAPTACION	0.01488
GALERIA	2,922.47
NORIA VI	2,922.47
NORIA IV	2,922.47
STA B I	2,922.47
STA B II	2,922.47
POZO P 1	2,922.47
POZO P 2	2,922.47
UNION ACU.	8.38

PERDIDAS = hf = f(LD)/(V2/g) SEGUN "DARCY-WEISSBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTATICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m2)	PERMOS (m)	RHID (m)	VEL (m/s)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	S hidraulica	Hf	OBSERVACIONES
								(m)	(pulg)									
0+000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1080.00	0.00	0.00												
0+102.34	999.95	999.95	999.92	1049.95	-0.03	0.05	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.080571	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
1+889.56	995.42	995.42	996.74	1046.42	3.32	4.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.470412	INC. NORIA VII
1+960.65	994.81	994.81	998.46	1044.81	3.65	5.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.284281	
2+359.12	992.87	992.87	998.14	1042.87	6.47	7.33	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.003149	INC. NORIA IV
2+614.91	991.81	991.81	997.94	1041.81	6.13	8.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.201360	Inc. Pozo Sta. Barbara I
10+160.48	968.14	968.14	992.01	1018.14	23.87	31.86	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.006212	Inc. Pozo Sta. Barbara II
10+158.37	967.82	967.82	992.01	1018.14	24.18	32.18	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.002259	
11+221.84	960.85	960.85	991.17	1016.85	30.32	39.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.304812	
11+442.10	964.68	964.68	990.86	1014.68	26.18	35.32	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.002259	
18+032.32	941.32	941.32	981.74	991.32	40.42	66.68	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.07	0.3114	0.0145	0.001384	0.304812	
18+097.03	941.52	941.52	981.62	991.52	40.05	58.43	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.24	0.3814	0.0144	0.001843	0.192869	Pozo de Proyecto No. 1
18+530.00	941.52	941.52	980.82	991.52	39.30	56.48	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.24	0.3814	0.0144	0.001843	0.192869	Pozo de Proyecto No. 2
18+044.43	937.56	937.56	978.87	1007.56	42.32	62.45	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.24	0.3814	0.0144	0.001843	0.396644	Interconexi6n a A. Mascareñas
19+606.88	936.06	936.06	978.54	1006.06	42.48	63.94	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.41	0.4114	0.0142	0.002366	1.390506	Der. R. Malvinas I (cancelada)
18+962.47	927.62	927.62	977.70	987.62	60.08	72.38	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.41	0.4114	0.0142	0.002366	0.171455	P. B. Tipo Booster
20+034.95	930.43	930.43	977.53	1000.43	47.10	69.57	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.41	0.4114	0.0142	0.002366	0.003320	Clima del Cerro
20+613.13	930.67	930.67	976.16	1000.67	45.48	69.33	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.41	0.4114	0.0142	0.002366	0.443724	
20+665.00	929.36	929.36	976.04	999.36	46.68	70.64	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.41	0.4114	0.0142	0.002366	0.122701	
22+487.81	939.91	939.91	971.78	1009.91	31.87	60.09	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.41	0.4114	0.0142	0.002366	0.118278	
22+583.15	943.63	943.63	971.50	993.63	27.87	56.37	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.41	0.4114	0.0142	0.002366	0.272843	
24+214.90	977.64	977.64	967.64	1027.64	-10.00	22.36	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.41	0.4114	0.0142	0.002366	0.162562	
26+964.66	974.78	974.78	961.14	1024.78	-13.64	25.22	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.41	0.4114	0.0142	0.002366	0.443724	
27+048.74	978.04	978.04	960.84	1028.04	-17.10	21.96	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.41	0.4114	0.0142	0.002366	0.198896	
SUMA TOTAL																	27,048.74	

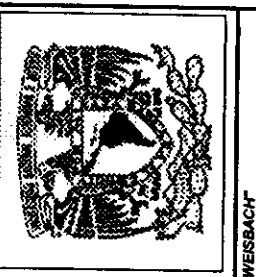
Propuesta de Soluci6n del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta 6poca)
 Alternativa 6. Fuentes funcionando: Galeria Filtrante, Pozo Santa Barbara II y Pozos de Proyecto No. 1 y No. 2.

- Notas:
- La rugosidad de la tubería se calculo a partir de las mediciones de campo
 - El gasto transitado en la Galeria Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en 6poca de lluvias), el pozo Santa Barbara II de 80.0 lps y los Pozos de Proyecto 1 y 2 con 50.0 lps cada uno.
 - Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas.
 - Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P.B. Booster eieve la carga 17.70 m.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
GASTO A CONDUCIR	Q= 251.40
GASTO CONDUCCION ACUM.	Qacum= 251.40
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D= 0.61
RUGOSIDAD "n"	n= 0.090
LONGITUD TOTAL	L= 1,599.56
VISCOSIDAD CINEMATICA	v= 0.0100
NUMERO DE REYNOLDS	R= 483.0E+3
VELOCIDAD	V= 79.16
COEF. DE FRICCIÓN "f"	f= 0.01498
AREA DE SECCION	A= 2,922.47
OBRA DE CAPTACION	GALERIA NORIA VII NORIA IV STA B I

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \log ((ED)/3.71 + (2.51 / (Re \cdot (f \cdot (1/2))))$



DISTANCIA AL ORIGEN (KM)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION DE PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA (m)	LONGITUD GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (pulg)		AHID (m2)	PERMOL (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	s hidráulica	OBSERVACIONES
							(m)	(m)								
0+000.00	1000.00	1000.00	1060.00	0.00	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.080571
0+102.34	999.95	999.92	1049.95	-0.03	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.080571
1+598.66	995.42	995.74	1045.42	3.32	597.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.284281
1+990.65	994.81	995.46	1044.81	3.65	619.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.003149
2+558.12	992.87	998.14	1042.87	6.47	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2634	0.0148	0.01006	0.257793
2+614.91	991.81	997.88	1041.81	6.07	8.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2634	0.0148	0.01006	1.084809
10+150.48	988.14	990.29	1018.14	22.16	31.88	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.14	0.3334	0.0146	0.001580	0.014664
10+158.37	967.82	990.28	1017.82	22.46	32.18	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.14	0.3334	0.0146	0.001580	0.014664
11+221.84	980.85	988.00	1010.85	27.78	39.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.14	0.3334	0.0145	0.001580	0.004613
11+442.10	964.68	988.07	1014.68	23.39	35.32	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.524638
18+032.32	941.32	972.38	991.32	31.06	58.68	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.524638
18+097.03	941.57	972.22	991.57	30.65	58.43	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.524638
18+330.00	941.52	971.19	991.52	29.67	58.48	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.524638
19+044.43	937.55	969.87	1007.55	32.42	62.46	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.524638
19+606.88	936.06	968.63	1006.06	32.57	63.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.524638
19+862.47	927.82	967.78	997.82	40.16	72.38	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.524638
20+034.95	930.43	967.61	1000.43	37.18	69.57	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.524638
20+613.13	930.67	966.23	1000.67	35.56	68.33	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.524638
20+665.00	929.36	956.11	999.36	36.75	70.64	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.524638
22+467.81	939.81	961.61	1009.81	21.80	60.09	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.524638
22+583.15	943.63	961.54	993.63	17.91	56.37	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.524638
24+214.90	977.64	957.66	1027.64	-19.99	22.36	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.524638
26+564.66	974.78	951.10	1024.78	-23.68	25.22	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.524638
27+048.74	978.04	950.90	1028.04	-27.14	21.98	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.524638
SUMA TOTAL 27,048.74																

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época) Alternativa 7. Fuentes funcionamiento: Galería Filtrante, Noria IV y Pozos Santa Barbara I y II.

PERDIDAS = hf = f(L/D)(V2/2g) SEGUN "DARCY-WEISBACH"															
INICIO EN GALERIA FILTRAN															
INC. NORIA VI															
INC. NORIA IV															
Inc. Pozo Sta. Barbara I															
Inc. Pozo Sta. Barbara II															
Pozo de Proyecto No. 1															
Pozo de Proyecto No. 2															
Interconexión a A. Mascareñas															
Der. R. Malvinas I (cancelada)															
P. B. Tipo Booster															
Cima del Cerro															
48 10															

- Notas:
- La rugosidad de la tubería se calculó a partir de las mediciones de campo.
 - El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias), Noria IV con 32.0 lps, los pozos Santa Barbara I y II con 70.0 lps y 80.0 lps respectivamente.
 - Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas
 - Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P. B. Booster eleve la carga 27.80 m

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION		CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA		CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA		CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA	
CH	251.46	32.09	32.09	32.09	32.09	32.09	32.09
CONDUCTIVIDAD ACUM.	381.40	381.40	381.40	381.40	381.40	381.40	381.40
DIAMETRO DE LA TUBERIA	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
RUGOSIDAD TOTAL	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
LONGITUD TOTAL	1,599.56	759.56	1,071.36	6,810.48	1,012.11	918.04	7,086.27
VISCOSIDAD CINEMATICA	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
NUMERO DE REYNOLDS	483.0E+3	545.6E+3	612.4E+3	758.5E+3	862.9E+3	862.9E+3	862.9E+3
VELOCIDAD	79.18	89.44	100.39	124.35	141.46	141.46	141.46
COEF. DE FRICCION "f"	0.01498	0.01460	0.01463	0.01458	0.01458	0.01421	0.01421
AREA DE SECCION	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47
OBRA DE CAPTACION	GALERIA NORIA VII	NORIA IV	STA B I	STA B H	POZO P 1	POZO P 2	UNION ACU.

DISTANCIA AL ORIGEN K/M	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (kg)	CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m2)	PERIM. (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	S Hidraulica	Hf	OBSERVACIONES
								(m)	(pulg)									

0+000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1060.00	0.00	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.080571	INCIO EN GALERIA FILTRAN.
0+102.34	959.95	959.95	959.92	1049.95	-0.03	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.470042	INC. NORIA VII
1+599.56	986.42	986.42	986.74	1045.42	3.32	4.68	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2614	0.0148	0.000993	0.358412	
1+990.65	994.81	994.81	998.38	1044.81	3.57	5.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2614	0.0148	0.000993	0.003970	INC. NORIA IV
2+359.12	992.87	992.87	997.99	1042.87	5.32	7.33	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2834	0.0146	0.001236	0.316186	
2+514.91	991.81	991.81	997.67	1041.81	5.86	8.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2834	0.0146	0.001236	1.330550	INC. POZO Sta. Barbara I
10+150.48	968.14	968.14	988.36	1018.14	20.22	31.86	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.25	0.3634	0.0144	0.001861	0.014686	
11+221.84	960.85	960.85	986.36	1010.85	26.51	39.15	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.25	0.3634	0.0144	0.001861	0.006435	INC. POZO Sta. Barbara II
11+442.10	964.68	964.68	985.95	1014.68	21.27	35.32	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.25	0.3634	0.0144	0.001861	0.009972	
18+032.32	941.32	941.32	973.69	991.32	32.37	59.68	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.25	0.3634	0.0144	0.001861	0.091334	POZO de Proyecto No 1
18+097.03	941.52	941.52	972.50	991.52	30.98	58.48	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.25	0.3634	0.0142	0.002384	0.103543	
18+630.00	941.52	941.52	973.53	991.52	31.96	58.48	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.25	0.3634	0.0142	0.002384	0.103543	
18+044.43	937.55	937.55	971.27	1007.55	33.72	62.45	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002384	0.140644	POZO de Proyecto No 2
19+005.88	936.06	936.06	969.93	1006.06	33.87	63.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002384	0.140644	
19+862.47	927.62	927.62	988.08	997.62	41.46	72.38	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002384	0.033775	Interconexión a A. Mascareñas
20+034.95	930.43	930.43	968.91	1000.43	38.48	69.57	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002384	0.172762	
20+613.13	930.67	930.67	967.53	1000.67	36.96	69.33	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002384	0.0647880	Der. R. Malvinas I (cancelada)
20+665.00	929.36	929.36	967.41	999.36	38.05	70.64	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002384	0.123636	
22+487.81	939.91	939.91	963.11	1008.91	23.20	60.09	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002384	0.119179	P. B. Tipo Booster
22+583.15	943.63	943.63	962.84	993.63	19.21	56.37	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002384	0.274922	
24+214.90	977.64	977.64	958.95	1027.64	-18.69	22.36	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002384	0.155249	Cima del Cerro
26+964.66	974.78	974.78	952.39	1024.78	-22.39	25.22	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002384	0.447104	
27+048.74	978.04	978.04	952.19	1028.04	-25.85	21.96	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002384	0.004111	
SUMA TOTAL																	27,048.74	47.81

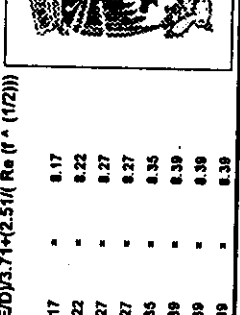
Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $f = \frac{1}{(R/100)^{1.49}} = -2 \log \left(\frac{K}{12.25 R} + \frac{5.74}{R^{0.9}} \right)$

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época)
 Alternativa 8. Fuentes funcionando: Galeria Filtrante, Norias VII y IV, Pozo Santa Barbara I y Pozo de Proyecto No. 1.

Notas:
 • La rugosidad de la tubería se calculo a partir de las mediciones de campo
 • El gasto transitado en la Galeria Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias), las Norias VII y IV con 30 lps y 32 lps respectivamente, pozo Santa Barbara I con 70 lps y el Pozo de Proyecto 1 con 50.0 lps.
 • Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas.
 • Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P B Booster eleve la carga 26.40 m

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $f = 1.49 \log \left(\frac{10.67 \text{ (Re)}^{0.1875}}{\text{D}} \right) + \frac{0.015 \text{ (Re)}^{-1.75}}{\text{D}^{1.4125}}$



DATOS POR OBRA DE CAPTACION									
Q=	281.40	562.80	844.20	1125.60	1407.00	1688.40	1969.80	2251.20	2532.60
Qacum=	331.40	662.80	994.20	1325.60	1658.40	1991.20	2324.00	2656.80	2989.60
D=	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
L=	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
V=	1.599	1.599	1.599	1.599	1.599	1.599	1.599	1.599	1.599
R=	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3
V=	79.16	79.16	79.16	79.16	79.16	79.16	79.16	79.16	79.16
f=	0.01496	0.01496	0.01496	0.01496	0.01496	0.01496	0.01496	0.01496	0.01496
A=	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47
GASTO A CONDUCIR	281.40	562.80	844.20	1125.60	1407.00	1688.40	1969.80	2251.20	2532.60
GASTO CONDUCCION ACUM.	331.40	662.80	994.20	1325.60	1658.40	1991.20	2324.00	2656.80	2989.60
DIAMETRO DE LA TUBERIA	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
RUGOSIDAD "e"	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
LONGITUD TOTAL	1.599	1.599	1.599	1.599	1.599	1.599	1.599	1.599	1.599
MICROSCOPIO CINEMATICA	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3
NUMERO DE REYNOLDS	79.16	79.16	79.16	79.16	79.16	79.16	79.16	79.16	79.16
VELOCIDAD	0.01496	0.01496	0.01496	0.01496	0.01496	0.01496	0.01496	0.01496	0.01496
COEF. DE FRICCION "f"	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47
AREA DE SECCION	GALERIA NORIA VII NORIA IV STA B I								
OBRA DE CAPTACION	GALERIA NORIA VI NORIA IV STA B I								

PERDIDAS = hf = f(L/D)(V/2g) SEGUN DARCY - WEISBACH

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	PIEZOMETRICO (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (kg/cm ²)	CARGA DE TRABAJO ESTADICA (kg)		LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (pulg)		AHILD (m ²)	PERMEO (m)	RHID (m)	VEL V (m/seg)	GASTO Q (m ³ /seg)	f Darcy	S hidráulica	hf	OBSERVACIONES
					(m)	(m)			(m)	(m)									
0+000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1050.00	0.00	0.00													
0+102.34	999.95	999.95	999.92	1049.95	-0.03	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.000571		INICIO EN GALERIA FILTRAN.
1+898.66	995.42	998.74	1045.42	3.32	4.58	597.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.470412		INC. NORIA VII
1+960.65	994.81	998.36	1044.81	3.57	5.19	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2614	0.0148	0.000953	0.356412		
2+359.12	992.87	997.99	1042.87	5.32	7.33	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2614	0.0148	0.000953	0.003970		INC. NORIA IV
2+614.91	991.81	997.67	1041.81	5.86	8.19	255.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.316186		
10+150.48	968.14	988.38	1018.14	20.22	31.96	1,076.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	1.330550		Inc. Pozo Sta. Barbara I
10+158.37	967.92	987.35	1017.92	20.53	32.18	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.009753		
11+221.84	960.85	987.03	1010.85	26.18	38.16	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.003609		Inc. Pozo Sta. Barbara II
11+442.10	964.65	986.60	1014.65	21.92	35.32	220.26	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.432544		
18+032.32	941.32	973.68	991.32	32.34	58.68	49.07	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.28	0.3734	0.0144	0.001964	0.096363		Pozo de Proyecto No. 1
18+097.03	941.57	973.50	991.57	31.93	58.43	64.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.28	0.3734	0.0144	0.001964	0.161680		
18+530.00	941.52	972.41	991.52	30.89	58.48	43.44	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.45	0.4234	0.0142	0.002499	0.540307		Pozo de Proyecto No. 2
18+044.43	937.85	971.13	1007.85	33.59	62.45	216.25	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.45	0.4234	0.0142	0.002499	1.405298		
19+006.88	936.06	969.72	1006.06	33.66	63.94	562.45	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.45	0.4234	0.0142	0.002499	0.35404		Interconexión a A. Mascareñas
19+862.47	927.82	968.83	997.82	41.21	72.38	14.17	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.45	0.4234	0.0142	0.002499	0.181093		
20+034.95	930.43	968.65	1000.43	38.22	69.57	72.48	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.45	0.4234	0.0142	0.002499	0.679125		Der. R. Malvinas I (cancelada)
20+613.13	930.67	967.21	1000.67	36.54	69.33	271.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.45	0.4234	0.0142	0.002499	0.129599		
20+665.00	929.36	967.08	999.36	37.72	70.64	51.87	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.45	0.4234	0.0142	0.002499	0.124926		P. B. Tipo Booster
22+467.81	938.91	962.57	1008.91	22.66	60.09	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.45	0.4234	0.0142	0.002499	0.298180		
22+583.15	943.63	962.29	993.63	18.66	56.37	115.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.45	0.4234	0.0142	0.002499	0.372381		Clima del Cerro
24+214.90	977.64	956.21	1027.64	-19.43	22.36	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.45	0.4234	0.0142	0.002499	0.408667		
26+964.66	974.78	961.34	1024.78	-23.44	25.22	187.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.45	0.4234	0.0142	0.002499	0.21007E		
27+048.74	976.04	951.13	1028.04	-26.91	21.96	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.45	0.4234	0.0142	0.002499	48.87		
SUMA TOTAL															27,048.74				

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Época de Lluvias (No se deriva en esta época)

Alternativa 9. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, Norias VII y IV, Pozo Santa Barbara II y Pozo de Proyecto No. 1.

- Notas:
- La rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo
 - El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias), las Norias VII y IV con 30 lps y 32 lps respectivamente, pozo Santa Barbara II con 80.0 lps y el Pozo de Proyecto 1 con 50.0 lps
 - Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas
 - Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P. B. Booster eleve la carga 27.50 m.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción T, se usa la fórmula siguiente:
 $1 / (f \cdot (L/2)) = -2 \log ((ED)/3.71 + (2.51 / (Re \cdot (f \cdot (L/2))))$



DATOS POR OBRA DE CAPTACION		CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA		CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA		CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA	
Q	Q _{max}	Q	Q _{max}	Q	Q _{max}	Q	Q _{max}
257.48	231.80	231.80	231.80	231.80	231.80	231.80	231.80
3.06	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81
0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
1.599.56	759.56	759.56	759.56	759.56	759.56	759.56	759.56
0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3
79.18	79.18	79.18	79.18	79.18	79.18	79.18	79.18
0.01498	0.01498	0.01498	0.01498	0.01498	0.01498	0.01498	0.01498
2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA)	CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA (m)	CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA (m)	CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA (m)	LONG. TUBERIA (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		ANHD (m ²)	PERIM. (m)	RHD (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidráulica	hf	OBSERVACIONES
										(m)	(pulg)									
0+000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1050.00	0.00	0.00	0.00													
0+102.34	999.95	999.95	999.92	1049.95	-0.03	0.05	102.34	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.090571	INC. NORIA VII
1+690.56	995.42	995.42	996.74	1048.42	3.32	4.88	597.51	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.470412	
1+980.65	994.81	994.81	998.46	1044.81	3.65	5.19	361.09	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.284281	
2+369.12	992.87	992.87	998.14	1042.87	5.47	7.33	4.00	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.003149	
2+614.91	991.81	991.81	997.94	1041.81	6.13	8.19	255.79	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.201360	
10+150.48	988.14	988.14	982.01	1018.14	23.97	31.86	1,078.38	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.78	0.2314	0.0150	0.000787	0.047420	INC. POZO Sta. Barbara I
10+158.37	987.82	987.82	982.00	1017.82	24.18	32.18	7.89	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0148	0.001302	0.010271	
11+221.84	960.85	960.85	960.81	1010.85	29.78	39.15	2.92	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.003801	INC. POZO Sta. Barbara II
11+442.10	964.68	964.68	990.16	1014.68	25.48	35.32	220.26	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.31	0.3814	0.0143	0.002042	0.449705	
19+032.32	941.32	941.32	978.71	991.32	35.39	58.88	49.07	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.31	0.3814	0.0143	0.002042	0.100186	
19+087.03	941.57	941.57	976.58	991.57	35.01	58.43	64.71	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.31	0.3814	0.0143	0.002042	0.088691	POZO de Proyecto No. 1
19+030.00	941.52	941.52	975.69	991.52	34.17	58.48	43.44	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.31	0.3814	0.0143	0.002042	0.132118	
19+044.43	937.56	937.56	974.84	1007.56	37.09	62.45	216.25	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.31	0.3814	0.0143	0.002042	0.088691	
19+006.88	936.06	936.06	973.19	1006.06	37.13	63.94	562.45	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	1.456850	POZO de Proyecto No. 2
19+862.47	927.82	927.82	972.28	997.82	44.64	72.38	14.17	A-C Clase A-7	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	1.456850	Interconexión a A. Mascareñas
20+034.95	930.43	930.43	972.08	1000.43	41.65	69.57	72.48	A-C Clase A-7	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.187737	
20+613.13	930.67	930.67	970.88	1000.67	39.91	69.33	271.81	A-C Clase A-7	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.704038	
20+665.00	929.36	929.36	970.45	999.36	41.09	70.64	51.87	A-C Clase A-7	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.134353	
22+487.81	938.91	938.91	985.78	1008.91	25.87	60.09	50.00	A-C Clase A-7	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.129609	
22+583.15	943.63	943.63	965.48	993.63	21.85	56.37	115.34	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.298752	P B Tipo Booster
24+214.90	977.84	977.84	961.25	1027.84	-18.39	21.36	149.04	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.386041	Cima del Cerro
26+964.66	974.78	974.78	954.13	1024.78	-20.65	25.22	187.58	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.485859	
27+048.74	978.04	978.04	953.91	1028.04	-24.13	21.96	94.08	A-C Clase A-5	0.610	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.217783	
SUMA TOTAL															27.048.74					46.09

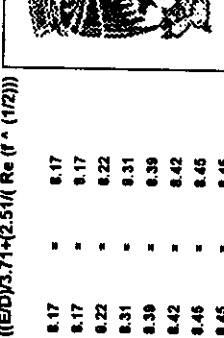
Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época)
 Alternativa 10. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, Pozos Santa Barbara I y II y Pozo de Proyecto No. 2.

Notas:
 • La rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo
 • El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en epoca de lluvias), los pozos Santa Barbara I y II con 70.0 lps y 80.0 lps respectivamente y el Pozo de Proyecto 2 con 50.0 lps.
 • Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas.
 • Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P B Booster eleve la carga 24.70 m

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:

$$f = \frac{1}{(Re)^{1.75}} = -2 \log \left(\frac{ED}{3.71 + 2.511 Re} \right) \quad (Re < 10^5)$$



DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
GASTO A CONDUCIR	Q = 281.46
GASTO CONDUCIDO ACUM	Qcum = 331.46
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D = 0.61
RUGOSIDAD "e"	e = 0.090
LONGITUD TOTAL	L = 1,589.56
VISCOSIDAD CINEMATICA	v = 0.0100
NUMERO DE REYNOLDS	Re = 483.0E+3
VELOCIDAD	V = 79.18
COEF. DE FRICCIÓN "f"	f = 0.01498
AREA DE SECCION	A = 2,922.47
OBRA DE CAPTACION	GALERIA NORIA VI
	NORIA IV
	STA B I
	STA B II
	POZO P 1
	POZO P 2
	UNION ACU.

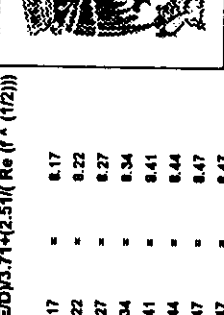
PERDIDAS = hf = f(L/D)(V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISSBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN (KM)	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	PIEZ. (m)	ELEV. (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA)	CARGA DE TRABAJO ESTADICA		LON. (m)	CITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (pulg.)		AHID (m ²)	PERIM. (m)	RHID (m)	VEL (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidráulica	Hf	OBSERVACIONES
						(m)	(m)				(m)	(m)									
0+000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	0.00	0.00	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.00787	0.000571	INC. NORIA VII	
0+102.34	999.95	999.92	1049.95	-0.03	4.58	587.51	0.610	24	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.00787	0.284281	INC. NORIA IV	
1+698.56	995.42	998.74	1045.42	3.32	5.19	361.09	0.610	24	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.00787	0.003149	Inc. Pozo Sta. Barbara I	
1+960.65	994.81	998.46	1044.81	3.65	7.33	4.00	0.610	24	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2634	0.0148	0.001008	1.084809	Inc. Pozo Sta. Barbara II	
2+369.12	992.87	998.14	1042.87	5.07	8.19	255.79	0.610	24	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.14	0.3334	0.0145	0.001580	0.012464	Inc. Pozo Sta. Barbara II	
2+614.91	991.81	997.88	1041.81	6.07	31.86	1,078.38	0.610	24	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.524638	Pozo de Proyecto No. 1	
10+158.37	967.82	990.28	1018.14	22.15	32.16	7.89	0.610	24	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.168880	Interconexión a A. Mascareñas	
11+221.84	960.85	988.80	1010.85	27.75	38.15	2.92	0.610	24	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.59	0.4634	0.0141	0.002972	0.192308	Der R. Malvinas I (cancelada)	
11+442.10	964.58	968.07	1014.68	23.39	35.32	220.26	0.610	24	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.59	0.4634	0.0141	0.002972	0.192308	P B Tipo Booster	
18+032.32	941.32	972.38	991.32	31.06	58.68	49.07	0.610	24	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.76	0.5134	0.0140	0.003622	0.207127	Cima del Cerro	
18+097.03	941.57	972.18	991.57	30.61	58.43	64.71	0.610	24	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.76	0.5134	0.0140	0.003622	0.181094		
18+530.00	941.52	970.90	991.52	29.38	58.48	43.44	0.610	24	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.76	0.5134	0.0140	0.003622	0.181094		
19+044.43	937.56	969.37	1007.69	31.82	63.94	582.45	0.610	24	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.76	0.5134	0.0140	0.003622	0.417748		
19+606.86	936.06	967.33	1006.06	31.27	63.94	582.45	0.610	24	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.76	0.5134	0.0140	0.003622	0.417748		
19+882.47	927.62	966.04	997.62	38.42	72.38	14.17	0.610	24	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.76	0.5134	0.0140	0.003622	0.181094		
20+034.95	930.43	965.78	1000.43	35.35	69.57	72.48	0.610	24	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.76	0.5134	0.0140	0.003622	0.262514		
20+613.13	930.67	963.89	1000.67	33.02	69.33	271.81	0.610	24	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.76	0.5134	0.0140	0.003622	0.984463		
20+665.00	929.36	963.50	999.36	34.14	70.64	51.87	0.610	24	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.76	0.5134	0.0140	0.003622	0.187867		
22+467.81	939.91	956.97	1009.91	17.06	80.09	150.30	0.610	24	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.76	0.5134	0.0140	0.003622	0.187867		
22+583.15	943.63	956.55	993.63	12.92	56.37	115.34	0.610	24	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.76	0.5134	0.0140	0.003622	0.417748		
24+214.90	977.64	950.84	1027.64	-27.00	22.36	149.04	0.610	24	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.76	0.5134	0.0140	0.003622	0.539405		
26+964.66	974.78	940.68	1024.78	-34.10	25.22	187.58	0.610	24	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.76	0.5134	0.0140	0.003622	0.679182		
27+048.74	978.04	940.38	1028.04	-37.66	21.96	84.08	0.610	24	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.76	0.5134	0.0140	0.003622	0.304728		
SUMA TOTAL																					27,048.74

Notas: La rugosidad de la tubería se calculó a partir de las mediciones de campo. El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias), Noria IV con 32.0 lps, los pozos Santa Barbara I y II con 70.0 lps y 80.0 lps respectivamente y los Pozos de Proyecto 1 y 2 con 50.0 lps cada uno. Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas. Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P B Booster eleve la carga 38.25 m.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $f = \frac{1}{(R \cdot 48.7)^2} = -2 \log \left(\frac{e/D}{3.7} + \frac{5.74}{R \cdot 48.7} \right)$ (Re $f < 10^5$)



DATOS POR OBRA DE CAPTACION									
Q _m	287.48	362.08	323.06	378.00	363.00	363.00	363.00	363.00	363.00
Q _{acum}	334.80	391.80	353.48	393.48	393.48	393.48	393.48	393.48	393.48
GASTO A CONDUCIR	287.48	362.08	323.06	378.00	363.00	363.00	363.00	363.00	363.00
GASTO CONDUCIDO ACUM.	334.80	391.80	353.48	393.48	393.48	393.48	393.48	393.48	393.48
DIAMETRO DE LA TUBERIA	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
RUGOSIDAD "e"	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
LONGITUD TOTAL	1,599.56	759.56	7,791.36	1,071.36	6,810.48	1,012.11	918.04	7,086.27	6,810.48
VISCOSIDAD CINEMATICA	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
NUMERO DE REYNOLDS	483.0E+3	545.6E+3	612.4E+3	758.5E+3	925.5E+3	1.0E+6	1.1E+6	1.1E+6	1.1E+6
VELOCIDAD	79.18	89.44	100.39	124.35	151.72	168.83	185.94	185.94	185.94
COEF. DE FRICCION "f"	0.01498	0.01480	0.01483	0.01438	0.01413	0.01403	0.01388	0.01393	0.01393
AREA DE SECCION	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47
OBRA DE CAPTACION	GALERIA NORIA VI	NORIA IV	STA B I	STA B II	POZO P 1	POZO P 2	UNION ACU.		

PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRENSION MAXIMA (TUBERIA)	CARGA DE TRABAJO ESTATICA (m)	LONGITUD GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (pulg)	ANID (m2)	PERIMETRO (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	S Hidraulica	hf	OBSERVACIONES
0+000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1050.00	0.00	0.00											INICIO EN GALERIA FILTRAN
0+102.34	999.95	999.92	1049.95	-0.03	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.080571	
1+589.58	994.42	994.74	1045.42	3.32	597.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.470412	INC. NORIA VI
1+950.65	994.81	998.38	1044.81	3.57	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2614	0.0148	0.000993	0.358412	
2+358.12	992.67	997.90	1042.67	5.32	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2614	0.0148	0.000993	0.003970	INC. NORIA IV
2+614.91	991.81	997.67	1041.81	5.86	8.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2834	0.0146	0.001236	0.316186	Inc. Pozo Sta. Barbara I
10+150.48	968.14	988.36	1018.14	20.22	1,078.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2834	0.0144	0.001864	0.014706	Inc. Pozo Sta. Barbara II
10+158.37	967.82	988.34	1017.82	32.18	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.25	0.3634	0.0144	0.001864	0.014706	
11+221.94	960.85	986.36	1010.85	26.51	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.25	0.3634	0.0144	0.001864	0.014706	
11+442.10	964.68	985.76	1014.68	21.08	35.32	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.25	0.3634	0.0144	0.001864	0.014706	
18+032.32	941.32	967.79	991.32	28.47	58.68	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.52	0.4434	0.0141	0.002727	0.600570	Pozo de Proyecto No. 1
18+057.00	941.57	967.57	991.57	26.00	64.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.52	0.4434	0.0141	0.002727	0.133796	Pozo de Proyecto No. 2
18+430.00	941.52	966.12	991.52	24.60	43.44	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.69	0.4934	0.0140	0.003352	0.145626	Interconexión a A. Mascareñas
18+044.43	937.55	964.40	1007.55	26.85	62.45	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.69	0.4934	0.0139	0.004037	0.292619	Der R Maivinas I (cancelada)
19+606.88	936.06	962.13	1006.06	26.07	63.94	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.208411	P. B. Tipo Booster
18+982.47	927.82	960.89	997.82	33.07	72.38	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.466566	Clima del Cerro
20+034.95	930.43	960.40	1000.43	29.97	72.48	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.208411	
20+613.13	930.67	968.06	1000.67	27.39	69.33	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.208411	
20+665.00	929.36	967.85	999.36	28.49	70.64	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.208411	
22+487.81	938.91	960.58	1008.91	10.67	60.09	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.208411	
22+583.15	943.63	950.11	963.63	6.48	56.37	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.466566	
24+214.80	977.84	943.52	1027.84	-34.12	22.36	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.601711	
26+964.66	974.78	932.42	1024.78	-42.36	25.22	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.757294	
27+048.74	978.04	932.08	1028.04	-45.96	21.96	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.339451	
SUMA TOTAL 27,048.74																	

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Época de Lluvias (No se deriva en esta época)

Alternativa 12. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, Norias VII y IV, Pozos Santa Barbara I y II y Pozos de Proyecto No. 1 y No. 2.

- Notas:**
- El rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo.
 - Los pozos Santa Barbara I y II con 70.0 lps y 80.0 lps respectivamente y los Pozos de Proyecto 1 y 2 con 50.0 lps cada uno
 - Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas
 - Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P. B. Booster eleve la carga 46.55 m.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar e valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente
 $f = \frac{1}{f' \cdot (12z)} = -2 \cdot \log \left(\frac{ED}{3.71} + \frac{2.51f}{Re} \left(\frac{f}{\lambda} \right) \right)$

DATOS POR OBRA DE CAPTACION											
Q=	235.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q=curva	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00
D=	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
C=	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
L=	1.598.56	7.789.25	1.063.47	9.391.29	6.435.61	9.391.29	6.435.61	9.391.29	6.435.61	9.391.29	6.435.61
V=	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
R=	490.5E+3	490.5E+3	490.5E+3	490.5E+3	490.5E+3	490.5E+3	490.5E+3	490.5E+3	490.5E+3	490.5E+3	490.5E+3
V=	80.41	80.41	80.41	80.41	80.41	80.41	80.41	80.41	80.41	80.41	80.41
f=	0.01493	0.01493	0.01493	0.01493	0.01493	0.01493	0.01493	0.01493	0.01493	0.01493	0.01493
A=	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47



GASTO A CONDUCCION		ELEVACION		ELEVACION		ELEVACION		ELEVACION		ELEVACION		
DIAMETRO DE LA TUBERIA	RUOSIDAD "e"	LONGITUD TOTAL	VISUCOSIDAD CINEMATICA	NUMERO DE REYNOLDS	VELOCIDAD	COEF. DE FRICCIÓN "f"	AREA DE SECCION	OBRA DE CAPTACION	PERDIDAS = M = f(L/D)(V/2g)	SEGUN "DARCY - WEISBACH"		
STAB I	STAB II	DERIVACION										

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION DE PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	DIAMETRO (pulg)	AHID (m2)	PERMOJ (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	S Hidraulica	hf	OBSERVACIONES
0+000.00	1000.00	1000.00	1000.50	1050.00	0.50	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.082820	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
0+102.34	989.95	989.95	1000.42	1048.95	0.47	5.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.483543	INC. NORIA VII
1+895.56	995.42	995.42	998.21	1045.42	3.79	5.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.292217	INC. NORIA IV
1+960.65	994.81	994.81	998.91	1044.81	4.10	7.83	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.003237	INC. NORIA IV
2+359.12	992.67	992.67	998.59	1042.67	5.92	8.69	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.207002	INC. NORIA IV
2+614.91	991.81	991.81	998.38	1041.81	6.57	32.36	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.871075	estación A Inc. Pozo Sta. Barbara
10+150.48	968.14	968.14	992.29	1018.14	24.15	32.68	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.006385	Estación B
10+158.37	967.82	967.82	992.28	1017.82	24.46	39.65	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.002363	Inc. Pozo Sta. Barbara II
11+221.84	960.85	960.85	991.42	1010.85	30.57	35.82	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.178248	
11+442.10	964.68	964.68	991.24	1014.68	24.56	58.93	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.039711	
18+032.32	941.32	941.32	985.91	991.32	44.59	58.98	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.052367	
18+087.03	941.57	941.57	985.85	991.57	44.28	62.95	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.35154	
18+530.00	941.52	941.52	985.50	991.52	43.98	64.44	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.455170	
19+044.43	937.55	937.55	985.09	1007.55	47.54	70.07	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.070123	
19+606.88	936.06	936.06	984.63	1006.06	48.57	86.65	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.068286	
20+034.95	930.43	930.43	984.29	1000.43	53.86	67.41	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.129434	
20+119.33	933.09	933.09	984.22	1003.09	51.13	71.14	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.193340	
20+665.00	929.38	929.38	983.78	999.38	54.42	71.79	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.10214	
20+824.94	928.71	928.71	983.65	999.71	54.94	56.87	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.068043	
22+593.15	943.63	943.63	982.22	993.63	38.59	52.23	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.110214	
22+712.73	948.27	948.27	982.12	998.27	33.85	26.82	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.068043	
24+351.09	973.68	973.68	980.79	1023.68	7.11	22.46	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.068043	
27+048.74	978.04	978.04	978.61	1028.04	0.57	27.04874	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.068043	
SUMA TOTAL 27 048.74																		

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época)
Alternativa 13. Fuente funcionando: Galería Filtrante (capacidad máxima, considerando la cancelación de descargas libres en incorporación de norias).

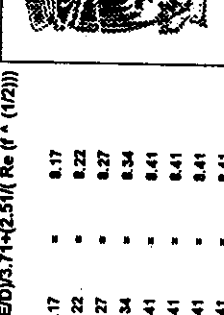
Notas:
 * La rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo.
 * En el presente análisis se considera que la línea piezométrica tiene inicio en el km 0+000
 * El gasto transitado es el máximo que puede conducir el acueducto sin hacer uso de la Planta de Bombeo Booster, considerando que trabaja únicamente la Galería Filtrante y que no halla derivación de gasto al Acueducto Mascareñas.
 * Para estas condiciones de funcionamiento no es necesario que opere la P. B. Booster

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:

$$1/f = (1/12) = -2 \log ((ED)/3.71 + (2.51/(Re^{1/4})))$$

GASTO A CONDUCIR	Q = 231.40	443.40	611.40	781.40	951.40	1121.40
GASTO CONDUCTIVO ACUM.	Qacum = 231.40	462.80	694.20	925.60	1157.00	1388.40
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D = 0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
RUGOSIDAD "n"	n = 0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
LONGITUD TOTAL	L = 1,599.56	7,791.36	1,071.36	6,810.48	1,012.11	918.04
VISCOSIDAD CINEMATICA	v = 0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
NUMERO DE REYNOLDS	R = 483.0E+3	545.6E+3	612.4E+3	758.8E+3	825.5E+3	925.5E+3
VELOCIDAD	V = 78.16	88.44	100.38	124.35	151.72	151.72
COEF. DE FRICCION "f"	f = 0.01498	0.01480	0.01463	0.01458	0.01416	0.01416
AREA DE SECCION	A = 2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47



PERDIDAS = hf = f (L/D) (V2/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN (KM)	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESSION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTATICA			TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	AHMD (m2)	PERMEO (m)	RHID (m)	VEL V (mts)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	S Hidráulica	hf	OBSERVACIONES
					(m)	(m)	(m)											

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época)																		
Alternativa 14. Fuentes funcionando: Galerías Filtrantes, Norias VII y IV y Pozos Santa Barbara I y II (Solo obras de captación existentes)																		
0+000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1050.00	0.00	0.00	0.00	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.2314	0.0150	0.000787	0.060571	INC. NORIA VII
0+102.34	989.95	989.95	989.92	1049.95	-0.03	4.68	597.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.2314	0.0150	0.000787	0.0470412	INC. NORIA VII	
1+689.66	995.42	995.42	996.74	1046.42	3.32	5.19	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.2314	0.0148	0.000993	0.358412	INC. NORIA IV	
1+960.65	994.81	994.81	998.38	1044.81	3.57	7.33	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.2614	0.0148	0.000993	0.003970	INC. NORIA IV	
2+358.12	992.67	992.67	997.99	1042.67	5.32	31.86	255.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.2934	0.0148	0.001236	0.316186	INC. POZO Sta. Barbara I	
2+614.91	991.81	991.81	997.67	1041.81	5.86	32.18	1,078.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.2934	0.0144	0.001864	0.014706	INC. POZO Sta. Barbara II	
10+160.48	988.14	988.14	988.36	1018.14	20.22	39.15	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.3634	0.0144	0.001864	0.005443	POZO de Proyecto No. 1	
10+158.37	987.82	987.82	988.34	1017.82	20.52	58.88	220.26	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.4434	0.0142	0.002731	0.133986	POZO de Proyecto No. 2	
11+221.84	980.85	980.85	988.36	1010.85	25.81	58.48	64.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.4434	0.0142	0.002731	0.590471	Interconexión a A. Mascareñas	
11+442.10	964.68	964.68	985.76	1014.68	21.08	62.45	43.44	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.4434	0.0142	0.002731	0.118613	Der. R. Malvinas I (cancelada)	
18+032.32	941.32	941.32	967.78	981.32	26.44	63.94	562.45	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.4434	0.0142	0.002731	0.136525	P.B. Tipo Booster	
18+097.03	941.57	941.57	967.59	991.57	26.02	72.38	14.17	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.4434	0.0142	0.002731	0.512179	Clima del Cerro	
18+830.00	941.52	941.52	966.40	991.52	24.88	69.57	72.46	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.4434	0.0142	0.002731	0.229580		
18+044.43	937.55	937.55	965.00	1007.55	27.45	69.33	271.61	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.4434	0.0142	0.002731	0.141631		
19+806.88	936.06	936.06	963.46	1006.06	27.40	70.64	51.87	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.4434	0.0142	0.002731	0.136525		
19+802.47	927.82	927.82	962.49	997.82	34.87	60.09	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.4434	0.0142	0.002731	0.314936		
20+034.85	930.43	930.43	962.29	1000.43	31.86	56.37	115.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.4434	0.0142	0.002731	0.406954		
20+813.13	930.67	930.67	960.72	1000.67	30.06	22.36	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.4434	0.0142	0.002731	0.512179		
20+665.00	929.36	929.36	960.57	999.36	31.21	25.22	187.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.4434	0.0142	0.002731	0.229580		
23+487.81	938.91	938.91	965.65	1008.91	16.74	21.96	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.4434	0.0142	0.002731	0.229580		
22+583.15	943.63	943.63	965.34	993.63	11.71	21.96	21.96	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.4434	0.0142	0.002731	0.229580		
24+214.90	977.64	977.64	960.88	1027.64	-28.78	21.96	21.96	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.4434	0.0142	0.002731	0.229580		
26+964.56	974.78	974.78	943.37	1024.78	-31.41	21.96	21.96	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.4434	0.0142	0.002731	0.229580		
27+048.74	978.04	978.04	943.14	1028.04	-34.90	21.96	21.96	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.4434	0.0142	0.002731	0.229580		
SUMA TOTAL														27,048.74				

Notes:

- La rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo.
- El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias), Noria IV con 32.0 lps, los pozos Santa Barbara I y II con 70.0 lps y 80.0 lps respectivamente.
- Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas.
- Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P.B. Booster eleve la carga 35.50 m.

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

**ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL ACUEDUCTO MASCAREÑAS
(ÉPOCA DE LLUVIAS)**

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:

$$1/f = (1/12) \cdot (-2 \log \left(\frac{0.0473 \cdot V}{R \cdot (2.51) \cdot \left(\frac{R}{\epsilon} + \frac{2.51}{R \cdot V} \right)} \right))$$

DATOS POR FUENTE DE ABASTECIMIENTO		NORIA II		NORIA I		UNION ACU.		POZO 3		POZO 5	
Q _{max}	Q _{prom}	Q _{max}	Q _{prom}	Q _{max}	Q _{prom}	Q _{max}	Q _{prom}	Q _{max}	Q _{prom}	Q _{max}	Q _{prom}
34.70	24.90	31.30	21.30	28.90	19.90	26.50	16.50	24.10	14.10	21.70	11.70
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
221.32	90.74	1,159.14	304.36	615.95	3,439.43	175.1E+3	220.3E+3	23.04	28.98	17.52	23.04
106.6E+3	170.9E+3	136.6E+3	133.2E+3	175.1E+3	220.3E+3	0.01800	0.01630	4,536.47	4,536.47	4,536.47	4,536.47
26.26	42.10	26.89	17.52	23.04	28.98	0.01800	0.01630	4,536.47	4,536.47	4,536.47	4,536.47
0.01800	0.01760	0.01790	0.01770	0.01800	0.01630	4,536.47	4,536.47	4,536.47	4,536.47	4,536.47	4,536.47
1,294.62	1,294.62	2,026.83	4,636.47	4,536.47	4,536.47	4,536.47	4,536.47	4,536.47	4,536.47	4,536.47	4,536.47



PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY-WEISSBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (kg/cm ²)	CARGA		LOH- GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (mm)		AHID (m ²)	PERIM. (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES																		
					TRABAJO ESTÁTICA (m)	ESTÁTICA (m)			(m)	(pulg)																											
0+481.28	929.37	929.37	978.57	978.37	60.20	60.20	221.32	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.26	0.0340	0.0189	0.000163	0.0360	Inc. Noria II																		
0+582.80	928.37	928.37	978.63	978.37	51.16	51.20	90.74	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.42	0.0645	0.0178	0.000390	0.0354	Inc. Noria I																		
0+775.34	927.62	927.62	978.60	977.62	51.88	51.86	26.23	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.12	0.0645	0.0179	0.000017	0.0004	Interconexión a A. Paredes																		
0+798.57	928.23	928.23	978.50	978.23	51.27	51.34	13.94	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.12	0.0545	0.0179	0.000017	0.0002	Inc. Pozo 8																		
1+832.48	927.14	927.14	979.48	977.14	52.34	52.43	84.03	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.17	0.0786	0.0177	0.000036	0.0030	Inc. Pozo 3																		
2+016.51	927.94	927.94	978.48	977.94	51.54	51.63	24.75	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.17	0.0795	0.0177	0.000036	0.0030	Inc. Pozo 5																		
2+238.84	937.48	937.48	979.47	987.46	42.01	42.11	50.55	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.23	0.1045	0.0169	0.000059	0.0030																			
2+287.39	947.40	947.40	979.46	987.40	32.06	32.17	212.05	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.29	0.1316	0.0183	0.000091	0.0218																			
2+852.78	970.89	970.89	979.43	1020.89	8.54	8.68	45.08	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0041																			
3+093.09	951.86	951.86	979.41	1001.86	27.55	27.71	47.72	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0041																			
4+224.37	980.90	979.19	979.31	1028.19	0.12	0.30	101.28	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0041																			
4+272.09	983.48	978.19	979.30	1028.19	0.11	0.30	129.63	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0041																			
4+373.37	982.31	978.19	978.29	1028.19	0.10	0.30	58.99	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0041																			
4+603.00	985.60	978.19	978.28	1028.19	0.09	0.30	87.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0041																			
4+681.98	983.81	978.19	978.28	1028.19	0.09	0.30	36.95	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0041																			
4+683.37	999.19	978.19	978.27	1029.19	0.08	0.30	49.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0041																			
4+686.18	978.19	978.19	978.27	1029.19	0.08	0.30	73.73	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0041																			
4+710.32	993.88	978.19	978.26	1029.19	0.07	0.30	136.50	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0041																			
4+873.37	978.17	978.17	978.26	1028.17	0.09	0.32	135.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0041																			
4+780.28	978.17	978.17	978.26	1028.17	10.46	10.72	135.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0041																			
4+887.27	968.77	979.25	1018.77	1048.77	4.36	4.71	135.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0041																			
6+157.07	974.78	979.14	1024.78	1024.78	4.36	4.71	135.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0041																			
6+292.22	978.04	978.13	1028.04	1028.04	1.09	1.45	5,830.84	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0041																			
SUMA																			5,830.84																		

Propuesta de Solución del Acueducto Mascareñas. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época)
 Alternativa Única. Fuentes funcionando: Noria II, Noria I, Pozo 8, Pozo 3, Pozo 5.

- Notas:
- La rugosidad de la tubería se calculó a partir de la mediciones de campo.
 - Es necesario abrir un tajo sobre el acueducto del km 4+224.37 al km 4+586.18. El Acueducto pasa por un túnel que inicia en el km 4+586.18 y termina en el km 4+746.72
 - Se debe construir un tramo del acueducto con un diámetro de 30" entre los km 0+773.34 y 1+932.48.
 - La solución al acueducto Mascareñas considera sacar de funcionamiento los Pozos Alamito, Casitas 2 y Casitas 1, además del Rebombío Malvinas I.
 - Para este análisis no se deriva nada de gasto del acueducto Paredes, registrándose velocidades bajas sobre el acueducto Mascareñas.

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

**PROYECTO: DERIVACIÓN DEL ACUEDUCTO PAREDES A MASCAREÑAS
Y REEMPLAZO DE TUBERÍA EN EL TRAMO DEL km 0+773 AL km 1+932**

- ✓ **Análisis Hidráulico**
- ✓ **Cantidades de Obra**
- ✓ **Cálculo de la Válvula de Admisión y Expulsión de Aire**
- ✓ **Lista de Piezas Especiales**
- ✓ **Presupuesto**

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora



Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:

$$1/f \cdot (1/12) = -2 \log \left(\frac{2.74 + 2.51f \cdot Re}{Re} \right) \cdot (1/12)$$

NORIA II 7.27 = 7.27
 NORIA I 7.54 = 7.54
 UNION ACU. 8.25 = 8.25
 POZO 8 8.28 = 8.28
 POZO 3 8.33 = 8.33
 POZO 5 8.38 = 8.38

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

Q _{cap}	34.00	20.50	235.00	25.00	27.00	l.p.s.
Q _{conduc}	34.00	54.50	289.50	314.50	339.50	366.50
D=	0.41	0.41	0.76	0.76	0.76	0.76
E=	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
L=	221.32	90.74	1,159.14	304.36	615.95	3,439.43
V=	0.01000	0.01000	0.01000	0.01000	0.01000	0.01000
W=	108.8E+3	170.8E+3	495.0E+3	528.9E+3	568.8E+3	814.0E+3
V _{ve}	28.28	42.10	65.82	69.33	74.84	80.79
f _{ve}	0.01890	0.01780	0.01471	0.01487	0.01440	0.01430
A=	1,294.62	1,294.62	4,536.47	4,536.47	4,536.47	4,536.47

OBRA DE CAPTACION

NORIA I	NORIA II	UNION ACU.	POZO 8	POZO 3	POZO 5
---------	----------	------------	--------	--------	--------

PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISSBACH"

DISTANCIA AL OMBRE (m)	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELRVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PREMION MAJORA (TUBERIA) (m)	CARGA TRABAJO ESTATICA (m)	LONG. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA (m)	DIAMETRO (mm)	A.M.D. (m ²)	PERMIOJ (m)	R.M.D. (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	s hidráulica	hf	s rasante	DESINVEL	OBSERVACIONES	
																				30
4+178.28	978.00	978.15	980.55	1048.16	4.40	6.90	28.07	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0173	0.319558	1.85	
4+224.37	960.90	977.70	980.52	1047.70	2.82	4.45	48.09	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0278	0.121535	3.20	
4+272.08	963.48	977.90	980.48	1047.90	2.90	4.25	47.72	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0295	0.029547	5.59	
4+373.37	982.31	978.31	980.43	1048.31	2.12	3.93	101.28	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0628	0.020932	4.00	
4+683.00	986.80	978.85	980.35	1048.85	1.50	3.30	129.83	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0601	0.011571	4.75	Cima en el Cerro
4+681.98	983.81	978.09	980.31	1048.09	1.22	3.06	94.99	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0384	-0.108982	4.72	
4+688.18	978.19	978.19	980.24	1048.19	1.05	2.96	87.19	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0148	0.835900	0.00	Inicia Tunel
4+673.37	998.19	979.19	980.22	1048.19	1.03	2.96	36.95	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0539	0.156189	20.00	
4+710.32	983.68	979.19	980.17	1048.19	1.02	2.98	49.98	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0228	-0.541813	14.49	
4+760.28	973.17	973.17	980.17	1043.17	6.98	8.96	33.28	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0309	-0.410128	0.00	
4+793.54	968.77	968.77	980.12	1038.77	11.35	13.36	73.73	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0455	-0.081921	0.00	Termina Tunel
4+867.27	967.15	967.15	980.09	1037.15	12.94	15.00	82.93	A-C Clase A-5	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0327	-0.088985	0.00	
5+008.39	964.06	964.06	980.04	1034.06	15.98	18.09	86.19	A-C Clase A-5	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0532	-0.047453	0.00	
5+063.16	963.06	963.06	980.00	1033.06	16.94	19.09	56.77	A-C Clase A-5	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0351	-0.044742	0.00	
5+178.45	961.52	961.52	979.93	1031.52	18.41	20.83	113.29	A-C Clase A-5	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0700	-0.000088	0.00	
5+214.00	963.05	963.05	979.92	1033.05	18.87	19.10	17.85	A-C Clase A-5	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0122	0.019319	0.00	
5+293.41	963.43	963.43	979.86	1033.43	18.43	18.72	78.41	A-C Clase A-5	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0481	0.038408	0.00	
5+444.97	964.87	964.87	979.82	1034.87	14.95	17.28	72.28	A-C Clase A-5	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0447	0.001660	0.00	
5+365.68	963.55	963.55	979.84	1033.55	16.29	18.60	36.96	A-C Clase A-5	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0228	0.013258	0.00	
5+444.97	965.36	965.36	979.81	1036.36	14.45	16.78	42.32	A-C Clase A-5	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0281	0.169006	0.00	
5+775.00	970.66	970.66	979.61	1040.66	8.95	11.49	330.03	A-C Clase A-5	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.2039	0.022816	0.00	
5+900.16	972.89	972.89	979.53	1042.89	6.84	9.26	125.16	A-C Clase A-5	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0773	0.017076	0.00	
5+980.40	972.00	972.00	979.49	1042.00	7.49	10.15	80.24	A-C Clase A-5	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0372	0.019256	0.00	
5+020.97	974.05	974.05	979.46	1044.05	5.41	8.10	60.17	A-C Clase A-5	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0372	0.046202	0.00	
6+157.07	974.78	974.78	979.37	1044.78	4.59	7.37	136.50	A-C Clase A-5	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0843	0.000618	0.00	
6+282.22	978.04	978.04	978.29	1048.04	1.25	4.11	135.15	A-C Clase A-5	0.782	30	0.4560	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0835	-7.212579	0.00	
SUMA 5,830.84																				

Nota: * Para esta condición de funcionamiento se incorpora en el km. 0+773.34 un Q=235.00 lps del acueducto Paredes.

Testis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

CANTIDADES DE OBRA

OBRA: Derivación del Acueducto Paredes a Mascareñas y Reemplazo de tubería en el tramo del km 0+773 al km 1+932

No. Tramo	Distancia al Origen (km)	Elevación de Terno		Elevación de Plantilla		Longitud (mts.)	Diam (in)	Diam (mts.)	A (m)	Hm (m)	Datos Zanja		Área de Tubos (m2)	Excavación		Total (m3)	Espesor (m)	Plantilla Vol. (m3)	Acostillado (m3)	Rellenos Compactado (m3)	Total (m3)	Limpieza Trazo (m2)	de Banco (m3)	Acarreo de Tiro (m3)														
		Inicial (mts.)	Final (mts.)	Inicial (mts.)	Final (mts.)						Mat Común (m3)	Mat III (m3)		Mat Común (m3)	Mat III (m3)										Rellenos Compactado (m3)	Rellenos Acostillado (m3)												
1	0+773.34																																					
2	0+798.57	927.62	928.23	926.41	926.38	25.23	30	0.762	1.50	1.53	2.29	0.4560	57.89	0.00	57.89	0.14	5.30	28.68	12.41	41.09	88.3	33.98	45.49															
3	0+847.17	928.23	930.43	928.38	928.58	48.60	30	0.762	1.50	1.85	2.77	0.4560	134.85	0.00	134.85	0.14	10.21	55.28	47.22	102.48	170.1	65.47	87.63															
4	0+887.12	930.43	932.93	928.58	931.08	39.95	30	0.762	1.50	1.85	2.77	0.4560	110.85	0.00	110.85	0.14	8.39	45.43	38.82	84.24	139.8	53.82	72.04															
5	0+930.20	932.93	933.09	931.08	931.24	43.07	30	0.762	1.50	1.85	2.77	0.4560	119.51	0.00	119.51	0.14	9.05	48.97	41.85	90.82	150.8	58.02	77.66															
6	1+056.41	933.09	931.15	931.24	928.30	126.21	30	0.762	1.50	1.85	2.77	0.4560	350.18	0.00	350.18	0.14	26.50	143.50	122.62	266.12	441.7	170.00	227.56															
7	1+162.19	931.15	931.70	929.30	928.85	95.78	30	0.762	1.50	1.85	2.77	0.4560	265.76	0.00	265.76	0.14	20.11	108.90	93.06	201.96	335.2	129.02	172.70															
8	1+424.00	931.70	930.67	929.85	928.82	271.81	30	0.762	1.50	1.85	2.77	0.4560	754.14	0.00	754.14	0.14	57.08	309.03	264.08	573.11	951.3	366.11	490.07															
9	1+475.87	930.67	928.36	928.82	927.51	51.87	30	0.762	1.50	1.85	2.77	0.4560	143.92	0.00	143.92	0.14	10.89	58.97	50.39	109.37	181.5	69.87	93.52															
10	1+635.81	929.36	928.71	927.51	926.86	159.94	30	0.762	1.50	1.85	2.77	0.4560	443.77	0.00	443.77	0.14	33.59	181.85	155.39	337.24	559.8	215.43	288.37															
11	1+756.98	928.71	928.25	926.86	926.37	121.18	30	0.762	1.50	1.87	2.80	0.4560	339.16	0.00	339.16	0.14	25.45	137.77	120.68	258.45	424.1	163.22	218.48															
12	1+918.54	928.25	927.67	926.37	925.71	161.56	30	0.762	1.50	1.92	2.88	0.4560	465.39	0.00	465.39	0.14	33.93	183.68	174.10	357.79	565.4	217.61	291.29															
13	1+932.48	927.67	927.14	925.71	925.29	13.94	30	0.762	1.50	1.90	2.86	0.4560	39.82	0.00	39.82	0.14	2.93	15.85	14.69	30.54	48.8	18.78	25.14															
SUMA:														1,189.14	3,226.23	0.00	3,226.23	243.42	1,317.90	1,136.30	2,453.20	4,056.99	1,561.32	2,089.93														

NOTAS: NO SE ESTA CONSIDERANDO ABUNDAMIENTO EN LOS ACARREOS DE MATERIAL
 SE CONSIDERO QUE HASTA 30cm SOBRE LOMO DEL TOBO EL RELLENO FUESE CON MATERIAL DE BANCO (ACOSTILLADO, COMPACTADO AL 95 % DE SU PESO VOLUMETRICO SECO)
 SE CONSIDERO QUE LA PLANTILLA FUESE DE MATERIAL DE BANCO COMPACTADA AL 95 % DE SU PESO VOLUMETRICO SECO
 PARA EL AREA DE LIMPIEZA Y TRAZO SE ESTA CONSIDERANDO UN ACHO DE 2.00 m ADICIONAL AL ANCHO DE ZANJA

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

**CALCULO DE VÁLVULA DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE.
V.A.E.A.**

OBRA: Derivación del Acueducto Paredes a Mascareñas y Reemplazo de tubería en el tramo del km 0+773 al km 1+932
V.A.E.A. No 1

I.- CONDICIÓN DE LLENADO.

Se considera como gasto de llenado
conversión a Pie3/seg.

Qdis=	289.5	lps
Qdis=	0.289500	m3/seg.
Q=	Qdis*35.31	Pie3/seg.
Q=	10.22	Pie3/seg.

Presión diferencial = 2 PSI. (recomendación por el fabricante)
Entrando con estos valores a la grafica anexa proporcionada por el fabricante obtenemos:

V.E.A. = 76 mm (3") diamatro

2.- CONDICIÓN DE VACIADO.

El diámetro mínimo capaz de admitir aire, está dado por el diámetro de la tubería y la pendiente en metros de altura entre los metros de longitud.
Se pueden tener dos pendientes diferentes, por lo que deberá considerarse la pendiente más severa:

$$PCAS=(0.08665)*((SQR(P*D^5))$$

donde:

P – pendiente	P =	0.01537
D – diámetro en pulgadas	D =	30

PCAS—pies cúbicos de aire por segundo **PCAS = 52.96**

Entrando con estos valores ala grafica adjunta, proporcionada por el fabricante

obtenemos :

V.E.A. = 152 mm (6") diamatro

Comparando los resultados anteriores se decidirá por la de mayor diámetro, si es que fueran diferentes, para expulsar y admitir las cantidades suficientes de aire, al llenar o vaciar un sistema.

POR LO TANTO LA V.E.A. RECOMENDADA ES DE: 152 mm (6") diámetro.

NOTA: Las válvulas de admisión y expulsión de aire podrán llenarse parcial o totalmente de aire,y no expulsarán dicho volumen en cuanto al sistema se encuentre en operación y bajo presión. Para tal fin fueron diseñadas las válvulas eliminadoras de aire.
(Se análisis solamente una válvula con la pendiente mayor ya que es la más desfavorable)

LISTA DE PIEZAS ESPECIALES

SIMBOLO	CONCEPTO	TOTAL	Peso/Pza kg	Peso kg
	PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO			
	Tee de Fo. Fo. de:			
	762 x 762 mm (30" x 30") de diámetro	1	1,134.00	1,134.00
	762 x 254 mm (30" x 10") de diámetro	2	1,017.00	2,034.00
	762 x 152.4 mm (30" x 6") de diámetro	2	999.00	1,998.00
	Reducción de Fo. Fo. de:			
	762 x 406.4 mm (30" x 16") de diámetro	1	490.00	490.00
	762 x 305 mm (30" x 12") de diámetro	1	450.00	450.00
	305 x 203 mm (12" x 8") de diámetro	1	73.00	73.00
	Codo de 90 grados de Fo. Fo. de:			
	406.4 mm (16") de diámetro	1	208.00	208.00
	Codo de 45 grados de Fo. Fo. de:			
	762 mm (30") de diámetro	1	669.00	669.00
	Codo de 22.5 grados de Fo. Fo. de:			
	762 mm (30") de diámetro	1	669.00	669.00
	Extremidades de Fo. Fo. de:			
	762 mm (30") de diámetro	17	402.00	6,834.00
	609.6 mm (24") de diámetro	5	280.00	1,400.00
	406.4 mm (16") de diámetro	2	152.00	304.00
	305 mm (12") de diámetro	1	80.00	80.00
	254 mm (10") de diámetro	2	60.00	120.00
	203 mm (8") de diámetro	1	41.00	41.00
	Juntas Gibault de:			
	762 mm (30") de diámetro	17		
	609.6 mm (24") de diámetro	5		
	406.4 mm (16") de diámetro	2		
	305 mm (12") de diámetro	1		
	203 mm (8") de diámetro	1		
	Tapa Ciega de:			
	609.6 mm (24") de diámetro	1	144.10	144.10
	406.4 mm (16") de diámetro	1	62.50	62.50
	305 mm (12") de diámetro	1	35.80	35.80
	Carrete Corto de Fo. Fo. de:			
	152 mm (6") de diámetro	2	26.00	52.00
	PIEZAS ESPECIALES DE ACERO			16,798.40
	Yee de Acero de:			
	762 x 609.6 mm (30" x 24") de diámetro	1	203.03	203.03
	609.6 x 609.6 mm (24" x 24") de diámetro	1	158.34	158.34
	Brida de Acero de:			
	762 mm (30") de diámetro	2	15.20	30.40
	609.6 mm (24") de diámetro	4	11.32	45.26
	Válvulas de Seccionamiento de:			437.03
	609.6 mm (24") de diámetro	1		
	254 mm (10") de diámetro	2		
	152 mm (6") de diámetro	2		
	Válvula de Admisión y Expulsión de Aire de:			
	152 mm (6") de diámetro	2		
	Empaques de Plomo de:			
	762 mm (30") de diámetro	18		
	609.6 mm (24") de diámetro	6		
	406.4 mm (16") de diámetro	3		
	305 mm (12") de diámetro	1		
	254 mm (10") de diámetro	4		
	203 mm (8") de diámetro	1		
	152 mm (6") de diámetro	6		
	Tornillos con cabeza y tuerca hexagonal			
	Tornillo de 31.8 x 158.8 mm (1 1/4" x 6 1/4")	504		
	Tornillo de 31.8 x 139.7 mm (1 1/4" x 5 1/2")	120		
	Tornillo de 25.4 x 114.3 mm (1" x 4 1/2")	48		
	Tornillo de 22.2 x 95.3 mm (7/8" x 3 3/4")	60		
	Tornillo de 19.1 x 88.9 mm (3/4" x 3 1/2")	8		
	Tornillo de 19.1 x 82.5 mm (3/4" x 3 1/4")	48		
	Caja para operación de válvulas tipo:			
	Caja Tipo Especial (3.0 X 1.8 m)	5		
	Atraques	13		

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

OBRA:

Derivación del Acueducto Paredes a Mascareñas y Reemplazo de tubería en el tramo del km 0+773 al km 1+932

Clave	Conceptos de Obra		Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Importe (\$)
	Descripción					
1	TERRACERIAS.					
1005 01	LIMPIEZA Y TRAZO EN EL AREA DE TRABAJO.		M2	4,056.99	5.13	20,812.38
1100 00	EXCAVACION CON EQUIPO PARA ZANJAS EN MATERIAL COMUN EN SECO, INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, AFINES, TRASPALEOS Y CONSERVACION DE LA EXCAVACION					
1100 01	EN ZONA A DE 0.0 A 6.00 M. DE PROFUNDIDAD.		M3	3,225.23	9.02	29,091.60
1130 00	PLANTILLA APISONADA AL 90% PORTER EN ZANJAS.....					
1130 02	COLOCACION DE PLANTILLA EN ZANJAS A BASE DE MATERIAL DE BANCO (GRAVA-ARENA), HASTA UNA PROF. DE 8M., INCLUYE ACARREOS LOCALES, HERRAMIENTA Y EQUIPO		M3	243.42	64.61	15,727.34
1131 00	RELLENO DE ZANJAS.....					
1131 03	COMPACTADO AL 95% PRUEBA PROCTOR, CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION		M3	1,135.30	36.42	41,347.67
1132 00	RELLENO ACOSTILLADO DE EXCAVACIONES EN ZANJAS..					
1132 01	ACOSTILLADO CON MATERIAL DE BANCO (GRAVA-ARENA) HASTA 30 CM. DEL LOMO DE TUBO, INCLUYENDO ACARREOS LOCALES, HERRAMIENTA Y EQUIPO.		M3	1,317.90	80.95	106,664.36
1134 00	PRESTAMO DE BANCO					
1134 01	SUMINISTRO DEL MATERIAL DE BANCO (TEPETATE O GRAVA-ARENA), CON DIAMETRO MAXIMO DE MATERIAL DE 2", INCLUYE: CARGA EN CAMION, ACARREOS LOCALES, DESMONTE, DESPALME, BANDEO DEL MATERIAL Y MANIOBRAS LOCALES.....		M3	1,561.32	92.77	144,848.96
	SUMA 1					358,512.30
2	AGUA POTABLE					
2010 00	INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO CLASE A-7					
2010 13	DE 762 mm (30") DE DIAMETRO		M	1,159.14	58.82	68,180.67
2004 01	LOCALIZACION DE TUBERIAS Y/O INSTALACIONES EXISTENTES. INCLUYE. MAQUINARIA, EQUIPO, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA		SONDEO	3.00	3,000.00	9,000.00
2130 00	INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE:					
2130 01	FIERRO FUNDIDO		KG	18,798.40	2.57	43,171.89
2160 00	INSTALACION DE VALVULAS DE SECCIONAMIENTO					
2160 07	DE 152.4 mm (6") DE DIAMETRO		PZA.	2.00	207.95	415.90
2160 09	DE 254.0 mm (10") DE DIAMETRO		PZA.	2.00	562.63	1,125.26
2160 15	DE 609.6 mm (24") DE DIAMETRO		PZA.	1.00	4,221.17	4,221.17
2160 00A	INSTALACION DE VALVULAS DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE					
2160 07A	DE 152 mm (6") DE DIAMETRO		PZA.	2.00	207.95	415.90
2176 00	INSTALACION DE JUNTAS GIBAULT COMPLETAS DE:					
2176 03	DE 8" (203 MM) DE DIAMETRO.		Pza.	1.00	221.43	221.43
2176 05	DE 12" (304.8 MM) DE DIAMETRO.		Pza.	1.00	348.27	348.27
2176 07	DE 16" (406.4 MM) DE DIAMETRO.		Pza.	2.00	529.61	1,059.22
2176 09	DE 24" (609.6 MM) DE DIAMETRO.		Pza.	5.00	838.07	4,190.35
2176 10	DE 30" (762.0 MM) DE DIAMETRO.		Pza.	17.00	1,149.47	19,540.99

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

OBRA:

Derivación del Acueducto Paredes a Mascareñas y Reemplazo de tubería en el tramo del km 0+773 al km 1+932

Clave	Conceptos de Obra		Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Importe (\$)
	Descripción					
2240 00	CAJAS DE OPERACION DE VALVULAS					
2240 14	TIPO ESPECIAL (3.0 X 1.8 m)		Caja	5.00	6,569.53	32,847.65
2243 00	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONTRAMARCOS					
2243 06	SENCILLOS DE 1.80 M. CON CANAL DE 150 MM. (6")		Pza.	15.00	1,957.18	29,357.70
2244 00	SUMINISTRO E INSTALACION DE MARCOS C/TAPA DE:					
2244 01	FIERRO FUNDIDO DE 50 X 50 CM CON PESO DE 97 KG.		Pza.	15.00	1,586.55	23,798.25
	SUMA 2					237,892.65
4	ALBAÑILERIA					
4030 00	FABRICACION Y COLADO DE CONCRETO VIBRADO Y CURADO, CON IMPERMEAB. INT.					
4030 02	DE F'c = 150 Kg/cm2		M3	4.97	960.98	4,777.03
	SUMA 4					4,777.03
7	HERRERIA					
7025 00	PIEZAS ESPECIALES DE ACERO					
7025 01	PIEZAS ESPECIALES DE ACERO, SUMINISTRO, FABRICACION E INSTALACION		kg	361.37	38.32	13,847.70
7025 04	SUMINISTRO, FABRICACION Y COLOCACION DE BRIDAS DE ACERO		kg	64.35	59.21	3,810.16
	SUMA 7					17,657.86
8	SUMINISTROS					
8001 00	SUMINISTRO DE TUBERIA DE ASBESTO CEMENTO CLASE A-7					
8001 13	DE 762 mm (30") DE DIAMETRO		M	1,159.14	1,721.90	1,995,924.89
8007 00	SUMINISTRO DE PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO, (EXCLUYENDO EXTREMIDADES) PUESTAS EN EL ALMACEN DE LA OBRA					
8007 02	DE 101.6 MM (4") A 304.8 MM (12") DE DIAMETRO.		kg	160.80	19.45	3,127.56
8007 03	DE 355 MM (14") A 609.6 MM (24") DE DIAMETRO.		kg	414.60	22.85	9,473.61
8007 04	DE 762 MM (30") A 1218 MM (48") DE DIAMETRO.		kg	7,444.00	24.62	183,271.28
8008 00	SUMINISTRO DE EXTREMIDADES DE FIERRO FUNDIDO, EN OBRA					
8008 02	DE 101.6 MM (4") A 304.8 MM (12") DE DIAMETRO.		kg	241.00	17.64	4,251.24
8008 03	DE 355 MM (14") A 609.6 MM (24") DE DIAMETRO.		kg	1,704.00	20.44	34,629.76
8008 04	DE 762 MM (30") A 1218 MM (48") DE DIAMETRO.		kg	6,834.00	22.53	153,970.02
8012 00	SUMINISTRO DE TORNILLOS					
8012 02	TORNILLO DE 19.1 MM X 82.5 MM (3/4" X 3 1/4")		Pza.	48.00	13.00	624.00
8012 03	TORNILLO DE 19.1 MM X 88.9 MM (3/4" X 3 1/2")		Pza.	8.00	20.00	160.00
8012 04	TORNILLO DE 22.2 MM X 95.3 MM (7/8" X 3 3/4")		Pza.	60.00	21.00	1,260.00
8012 05	TORNILLO DE 25.4 MM X 114.3 MM (1" X 4 1/2")		Pza.	48.00	37.00	1,778.00
8012 07	TORNILLO DE 31.8 MM X 139.7 MM (1 1/4" X 5 1/2")		Pza.	120.00	77.00	9,240.00
8012 11	TORNILLO DE 31.8 MM X 158.8 MM (1 1/4" X 6 1/4")		Pza.	504.00	85.00	42,840.00

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

OBRA:

Derivación del Acueducto Paredes a Mascareñas y Reemplazo de tubería en el tramo del km 0+773 al km 1+932

Clave	Conceptos de Obra	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Importe (\$)
	Descripción				
8013 00	SUMINISTRO DE EMPAQUES DE PLOMO:				
8013 05	DE 152.4 MM (6") DE DIAMETRO.	Pza.	6.00	25.00	150.00
8013 06	DE 203 MM (8") DE DIAMETRO.	Pza.	1.00	54.00	54.00
8013 07	DE 254.0 MM (10") DE DIAMETRO.	Pza.	4.00	82.00	328.00
8013 08	DE 305 MM (12") DE DIAMETRO.	Pza.	1.00	108.00	108.00
8013 10	DE 406 MM (16") DE DIAMETRO.	Pza.	3.00	199.00	597.00
8013 13	DE 610 MM (24") DE DIAMETRO.	Pza.	6.00	376.00	2,256.00
8013 14	DE 762 MM (30") DE DIAMETRO.	Pza.	18.00	508.00	9,144.00
8014 00	SUMINISTRO DE JUNTAS GIBALUT COMPLETAS				
8014 06	DE 203 mm (8") DE DIAMETRO	Pza.	1.00	252.00	252.00
8014 08	DE 305 mm (12") DE DIAMETRO	Pza.	1.00	516.00	516.00
8014 10	DE 406 mm (16") DE DIAMETRO	Pza.	2.00	1,297.00	2,594.00
8014 19	DE 609 mm (24") DE DIAMETRO	Pza.	5.00	2,699.00	13,495.00
8014 22	DE 762 mm (30") DE DIAMETRO	Pza.	17.00	4,320.00	73,440.00
8019 A0	SUMINISTRO DE VALVULA DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE CUERPO DE HIERRO GRIS ASTM A-48 FLOTADOR DE ACERO INOX (150 PSI)PINTURA EPOXICA				
8019 A5	DE 152 mm (6") DE DIAMETRO, BRIDADA	Pza.	2.00	3,910.00	7,820.00
8022 00	SUMINISTRO DE VALVULA DE COMPUERTA VASTAGO FIJO DE (125 PSI) PUESTA EN OBRA.				
8022 05	DE 152.4 mm (6") DE DIAMETRO	Pza.	2.00	3,770.00	7,540.00
8022 07	DE 254.0 mm (10") DE DIAMETRO	Pza.	2.00	9,742.00	19,484.00
8022 15	DE 609.6 mm (24") DE DIAMETRO	Pza.	1.00	45,466.20	45,466.20
	SUMA 8				2,623,992.56
9	ACARREOS Y FLETES				
9000 00	ACARREO 1ER. KM DE MATERIALES PETREOS PRODUCTO DE LA EXCAVACION, EN CAMINO:				
9000 03	PLANO BRECHA, LOMERIO SUAVE TERRACERIAS, LOMERIO PRONUNCIADO REVESTIDO, MONTAÑOSO PAVIMENTADO	M3	2,089.93	5.61	11,724.51
9002 00	ACARREO KMS SUBSECUENTES DE MAT. PETREOS PROD. EXCAVACION, EN CAMINO:				
9002 03	PLANO BRECHA, LOMERIO SUAVE TERRACERIAS, LOMERIO PRONUNCIADO REVESTIDO, MONTAÑOSO PAVIMENTADO	M3-KM	10,449.65	2.83	29,572.51
	SUMA 9				41,297.02
	Total				3,284,129.42

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

**PROYECTO: REEMPLAZO DE TUBERÍA SOBRE EL ACUEDUCTO
MASCAREÑAS EN EL TRAMO DEL km 4+179 AL km 4+586**

- ✓ *Análisis Hidráulico*
- ✓ *Cantidades de Obra*
- ✓ *Lista de Piezas Especiales*
- ✓ *Presupuesto*

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora



Table with 2 columns: Parameter (e.g., GASTO A CONDUCIR, DIAMETRO DE LA TUBERIA) and Value (e.g., 34.00, 27.00 l.p.s.).

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f" se usó la fórmula siguiente:
1/f (1/12) = -2 log ((ED)/3.71 + 2.54/f Re (f^0.12))

Table with 2 columns: Parameter (e.g., NORIA II, NORIA I) and Value (e.g., 7.37, 7.54).

PERDIDAS = hf = f(L/D)(V^2/2g) SEGUN "DARCY - WEISSBACH"

Main data table with columns: DISTANCIA AL ORIGEN, ELEVACION DE TERRENO, ELEVACION DE PLANTILLA, ELEVACION DE PIEZ, PREMIO MAXIMO, CARGA TRABAJO, LONGITUD, TIPO DE TUBERIA, DIAMETRO, AREA, PERIMETRO, RND, VEL, GASTO, f, s, hf, s, DESNIVEL, OBSERVACIONES.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACIÓN

Q _{max}	34.00	20.50	235.00	26.00	27.00	l.p.s.
GASTO CONDUCCION ACUMI.	34.00	54.50	269.50	314.50	339.50	366.50
DIAMETRO DE LA TUBERIA	0.41	0.41	0.76	0.76	0.76	0.76
RUGOSIDAD "E"	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
LONGITUD TOTAL	L= 221.32	90.74	1,159.14	304.36	615.95	3,439.43
VISCOSIDAD CINEMATICA	0.01000	0.01000	0.01000	0.01000	0.01000	0.01000
NUMERO DE REYNOLDS	R= 106.8E+3	170.9E+3	485.0E+3	528.9E+3	568.8E+3	614.0E+3
VELOCIDAD	V= 28.26	42.10	63.92	69.33	74.84	80.79
COEF. DE FRICCION "f"	0.01890	0.01790	0.01471	0.01457	0.01440	0.01430
AREA DE SECCION	A= 1.294.62	1.294.62	4,536.47	4,536.47	4,536.47	4,536.47

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f" se usa la fórmula siguiente:
 $1/f = (1/12) \cdot Re - 2 \log \left(\frac{ED}{3.7 + 12.5 \cdot f} \right) \cdot Re \left(\frac{f}{A} \right)^{1/2}$

NORIA II
 NORIA I
 UNION ACU.
 POZO 8
 POZO 3
 POZO 5



PERDIDAS = hf = f(LQ)² / (2gD⁵) SEGUN "DARCY - WEISSBACH"

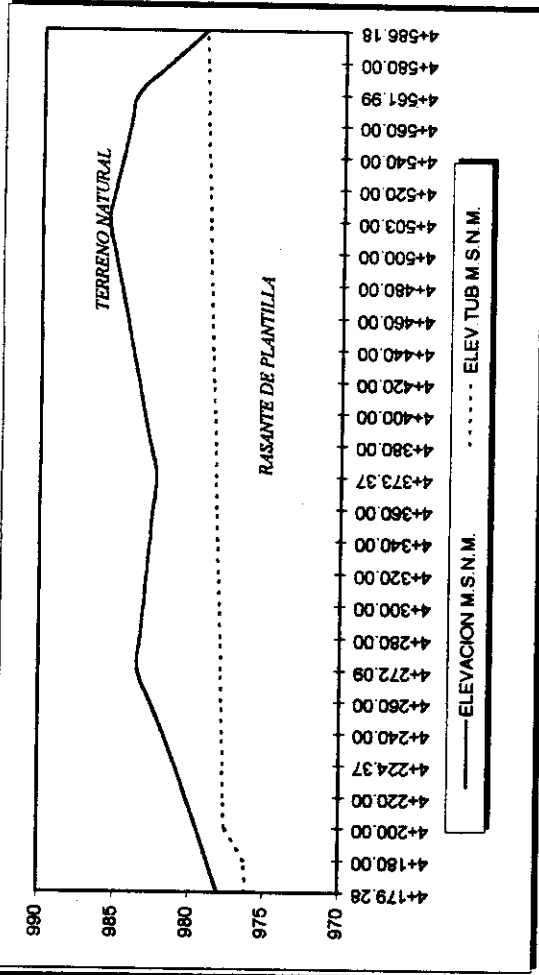
DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TIERRA (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION DE PREZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (kg)	CARGA TRABAJO (m)	CARGA ESTÁTICA (m)	LONGITUD CITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	AMOD (m)	PERIMETRO (m)	RND (m)	VEL (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	s hidráulica	M	s	DESNIVEL	OBSERVACIONES
4+272.09	963.48	977.00	990.49	1047.90	2.80	4.25	47.72	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0295	0.029547	5.58	TRAMO DE PROYECTO	
4+373.37	982.31	978.31	990.43	1048.51	2.12	3.83	101.28	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0628	0.029632	4.00	TRAMO DE PROYECTO	
4+503.00	988.90	978.85	990.35	1048.85	1.50	3.30	126.63	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0601	0.011571	6.75	Clima Cerro TRAMO DE PROY.	
4+661.99	983.81	978.08	990.31	1048.08	1.22	3.08	98.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0384	-0.108982	4.72	TRAMO DE PROYECTO	
4+886.19	979.19	978.18	990.30	1048.18	1.11	2.98	24.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0149	0.033900	0.00	Inicia Tunnel TRAMO DE PROY.	
4+873.37	999.19	979.19	990.24	1049.19	1.05	2.95	87.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0539	0.166189	20.00		
4+710.26	993.68	979.19	990.22	1049.19	1.03	2.96	36.95	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0228	-0.541913	14.49		
4+760.26	978.17	978.17	990.19	1049.17	1.02	2.96	49.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0309	-0.410128	0.00	Termina Tunnel	
4+793.54	973.19	973.19	990.17	1048.19	0.96	2.86	33.26	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0205	-0.312868	0.00		
4+667.27	968.77	968.77	990.12	1038.77	11.35	13.38	73.73	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0455	-0.081921	0.00		
4+920.20	987.15	987.15	990.09	1037.15	12.94	15.00	52.93	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0327	-0.085985	0.00		
5+006.39	984.06	984.06	990.04	1034.06	15.98	18.09	86.19	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0351	-0.044742	0.00		
5+063.16	983.06	983.06	990.00	1033.06	16.94	19.09	56.77	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0632	-0.047453	0.00		
5+176.45	981.52	981.52	979.93	1031.52	18.41	20.63	113.29	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0700	-0.000088	0.00		
5+194.33	983.05	983.05	979.92	1033.05	16.87	18.10	17.88	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.1110	0.016779	0.00		
5+214.00	981.82	981.82	978.91	1031.82	18.08	20.33	19.87	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.1022	0.019319	0.00		
5+293.41	983.43	983.43	979.86	1033.43	16.43	18.72	79.41	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0481	0.038408	0.00		
5+395.89	984.87	984.87	979.82	1034.87	14.95	17.28	72.28	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0447	0.001660	0.00		
5+402.65	983.55	983.55	979.84	1033.55	16.29	18.90	36.96	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0228	0.013256	0.00		
5+444.97	985.36	985.36	979.81	1035.36	14.45	16.79	42.32	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0281	0.168006	0.00		
5+444.97	970.66	970.66	979.61	1040.66	8.95	11.49	330.03	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.2039	0.022816	0.00		
5+900.16	972.89	972.89	979.53	1042.89	6.64	9.26	125.16	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0773	0.010706	0.00		
5+960.40	972.00	972.00	979.49	1042.00	7.49	10.15	60.24	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0372	0.019256	0.00		
6+020.57	974.05	974.05	979.46	1044.05	5.41	8.10	60.17	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0372	0.046202	0.00		
6+157.07	974.78	974.78	979.37	1044.78	4.59	7.37	136.50	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0843	0.000618	0.00		
6+292.22	978.04	978.04	979.29	1048.04	1.25	4.11	135.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.000618	0.0835	-7.212579	0.00		
										SUMA 6,830.04										

Nota: * Para esta condición de funcionamiento se incorpora en el km. 0+773.34 un Q=235.00 lps del acueducto Paredes.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Obra: Reemplazo de Tubería sobre el Acueducto Mascareñas en el tramo del km. 4+179 al km. 4+586

DISTANCIA KM	ELEVACION M.S.N.M.	ELEV. TUB M.S.N.M.
4+179.3	978.00	976.15
4+180.0	978.73	976.20
4+200.0	979.45	977.60
4+220.0	980.18	977.68
4+224.4	980.90	977.70
4+240.0	981.75	977.76
4+260.0	982.60	977.85
4+272.1	983.45	977.90
4+280.0	983.26	977.93
4+300.0	983.07	978.01
4+320.0	982.88	978.09
4+340.0	982.69	978.18
4+360.0	982.50	978.26
4+373.4	982.31	978.31
4+380.0	982.72	978.34
4+400.0	983.13	978.42
4+420.0	983.54	978.51
4+440.0	983.96	978.59
4+460.0	984.37	978.67
4+480.0	984.78	978.75
4+500.0	985.19	978.84
4+503.0	985.60	978.85
4+520.0	985.15	978.92
4+540.0	984.71	979.00
4+560.0	984.26	978.08
4+562.0	983.81	979.09
4+580.0	981.50	979.16
4+586.2	979.19	979.19



PROFUND. M.S.N.M.	LONGITUD M	PENDIENTE
1.85		
2.52	0.72	0.0700
1.85	20.00	0.0700
2.49	20.00	0.0041
3.20	4.37	0.0041
3.99	15.63	0.0041
4.75	20.00	0.0041
5.55	12.09	0.0041
5.33	7.91	0.0041
5.08	20.00	0.0041
4.79	20.00	0.0041
4.51	20.00	0.0041
4.24	20.00	0.0041
4.00	13.37	0.0041
4.38	6.63	0.0041
4.71	20.00	0.0041
5.04	20.00	0.0041
5.37	20.00	0.0041
5.70	20.00	0.0041
6.02	20.00	0.0041
6.35	20.00	0.0041
6.75	3.00	0.0041
6.23	17.00	0.0041
5.71	20.00	0.0041
5.18	20.00	0.0041
4.72	1.98	0.0041
2.34	18.01	0.0041
0.00	6.18	0.0041

LISTA DE PIEZAS ESPECIALES

SIMBOLO	CONCEPTO	TOTAL	Peso/Pza kg	Peso kg
	PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO			
	Codo de 45 grados de Fo. Fo. de: 762 mm (30") de diámetro	1	669.00	669.00
	Extremidades de Fo. Fo. de: 762 mm (30") de diámetro	2	402.00	804.00
	Juntas Gibault de: 762 mm (30") de diámetro	4		1,473.00
	Empaques de Plomo de: 762 mm (30") de diámetro	2		
	Tornillos con cabeza y tuerca hexagonal			
	Tornillo de 31.8 x 165.1 mm (1 1/4" x 6 1/2")	56		
	Atraques	1		

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

OBRA:

Reemplazo de Tubería sobre el Acueducto Mascareñas en el tramo del km 4+179 al km 4+586

Clave	Conceptos de Obra		Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Importe (\$)
	Descripción					
1	TERRACERIAS.					
1005 01	LIMPIEZA Y TRAZO EN EL AREA DE TRABAJO.	M2	2,982.20	5.13	15,298.70	
1042 00	EXCAVACION EN ROCA PARA ZANJAS EN ZONA B, INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, AFINES, TRASPALEOS Y CONSERVACION DE LA EXCAVACION					
1042 04	EN ZONA B DE 0.0 A 6.50 M. DE PROFUNDIDAD.	M3	7,399.23	189.77	1,404,152.57	
1130 00	PLANTILLA APISONADA AL 90% PORTER EN ZANJAS.....					
1130 02	COLOCACION DE PLANTILLA EN ZANJAS A BASE DE MATERIAL DE BANCO (GRAVA-ARENA), HASTA UNA PROF. DE 8M., INCLUYE ACARREOS LOCALES, HERRAMIENTA Y EQUIPO	M3	85.45	64.61	5,520.87	
1131 00	RELLENO DE ZANJAS.....					
1131 01	A VOLTEO CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION COMPACTADO AL 95% PRUEBA PROCTOR, CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	M3	0.00	4.70	0.00	
1131 03	RELLENO ACOSTILLADO DE EXCAVACIONES EN ZANJAS..	M3	2,329.72	36.42	84,848.54	
1132 00	ACOSTILLADO CON MATERIAL DE BANCO (GRAVA-ARENA) HASTA 30 CM. DEL LOMO DE TUBO, INCLUYENDO ACARREOS LOCALES, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	M3	577.38	80.95	46,737.56	
1134 00	PRESTAMO DE BANCO					
1134 01	SUMINISTRO DEL MATERIAL DE BANCO (TEPETATE O GRAVA-ARENA), CON DIAMETRO MAXIMO DE MATERIAL DE 2", INCLUYE: CARGA EN CAMION, ACARREOS LOCALES, DESMONTE, DESPALME, BANDEO DEL MATERIAL Y SUMA 1	M3	662.81	92.77	61,491.21	
					1,618,049.46	
2	AGUA POTABLE					
2010 00	INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO CLASE A-6					
2010 13	DE 762 mm (30") DE DIAMETRO	M	406.90	58.82	23,933.92	
2004 01	LOCALIZACION DE TUBERIAS Y/O INSTALACIONES EXISTENTES. INCLUYE. MAQUINARIA, EQUIPO, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA	SONDEO	2.00	3,000.00	6,000.00	
2130 00	INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE:					
2130 01	FIERRO FUNDIDO	KG	1,473.00	2.57	3,785.61	
2176 00	INSTALACION DE JUNTAS GIBAULT COMPLETAS DE:					
2176 10	DE 30" (762.0 MM) DE DIAMETRO.	Pza.	4.00	1,149.47	4,597.88	
	SUMA 2				38,317.41	
8	SUMINISTROS					
8001 00	SUMINISTRO DE TUBERIA DE ASBESTO CEMENTO CLASE A-6					
8001 13	DE 762 mm (30") DE DIAMETRO	M	406.90	1,403.90	571,248.31	
8007 00	SUMINISTRO DE PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO, (EXCLUYENDO EXTREMIDADES) PUESTAS EN EL ALMACEN DE LA OBRA					
8007 04	DE 762 MM (30") A 1218 MM (48") DE DIAMETRO.	kg	669.00	24.62	16,470.78	
8008 00	SUMINISTRO DE EXTREMIDADES DE FIERRO FUNDIDO, EN OBRA					
8008 04	DE 762 MM (30") A 1218 MM (48") DE DIAMETRO.	kg	804.00	22.53	18,114.12	
8012 00	SUMINISTRO DE TORNILLOS					
8012 11	TORNILLO DE 31.8 MM X 165.1 MM (1 1/4" X 6 1/2")	Pza.	56.00	85.00	4,760.00	
8013 00	SUMINISTRO DE EMPAQUES DE PLOMO:					
8013 14	DE 762 MM (30") DE DIAMETRO.	Pza.	2.00	508.00	1,016.00	
8014 00	SUMINISTRO DE JUNTAS GIBAULT COMPLETAS					
8014 22	DE 762 mm (30") DE DIAMETRO	Pza.	4.00	4,320.00	17,280.00	
	SUMA 8				628,889.21	

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

OBRA:

Reemplazo de Tubería sobre el Acueducto Mascareñas en el tramo del km 4+179 al km 4+586

Clave	Conceptos de Obra	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Importe (\$)
	Descripción				
9	ACARREOS Y FLETES				
9000 00	ACARREO 1ER. KM DE MATERIALES PETREOS PRODUCTO DE LA EXCAVACION, EN CAMINO:				
9000 03	PLANO BRECHA, LOMERIO SUAVE TERRACERIAS, LOMERIO PRONUNCIADO REVESTIDO, MONTAÑOSO PAVIMENTADO	M3	5,069.51	5.61	28,439.95
9002 00	ACARREO KMS SUBSECUENTES DE MAT. PETREOS PROD. EXCAVACION, EN CAMINO:				
9002 03	PLANO BRECHA, LOMERIO SUAVE TERRACERIAS, LOMERIO PRONUNCIADO REVESTIDO, MONTAÑOSO PAVIMENTADO	M3-KM	10,139.02	2.83	28,693.43
	SUMA 9				67,133.38
	Total				2,342,389.45

18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
E. N. E. P. - CAMPUS ACATLÁN.

**"APROVECHAMIENTO DEL GASTO ÓPTIMO DE EXPLOTACIÓN EN LAS
CAPTACIONES DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA PAREDES Y MASCAREÑAS EN LA
CD. DE NOGALES, SONORA"**

T E S I S P R O F E S I O N A L
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A:
JORGE ANTONIO LÓPEZ MAGALLÓN
ASESOR: ING. HERMENEGILDO ARCOS SERRANO

INGENIERÍA CIVIL



ACATLÁN, EDO. DE MÉXICO, DICIEMBRE DEL 2001



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Agradecimientos y Dedicatorias

Doy gracias a Dios por darme la oportunidad de vivir y por todo lo que me ha dado en la vida, también por darme unos padres que se preocuparon por mi educación y formación.

Agradezco a mis padres su dedicación, apoyo, sacrificios y consejos para forjarme como persona y como profesionista, además les doy las gracias y les dedico este trabajo de todo corazón porque gracias a ellos yo soy quien soy.

Agradezco a mi esposa Alejandra Pardo González por el cariño y amor que me brinda sin condiciones, además de su ayuda, comprensión y apoyo para la realización de este trabajo. También le agradezco a mi esposa el darme hasta el momento dos hijos que quiero muchísimo y son mi mayor motivación (Jennifer Mariana y Jorge Eduardo), a estas tres personas tan especiales en mi vida dedico este trabajo.

A mis hermanos Verónica y Oscar dedico este trabajo y les doy gracias por su amistad, comprensión, apoyo y por estar conmigo en los momentos buenos y malos de mi vida. También agradezco a mi cuñado y compadre Alfredo Pardo la amistad que me brinda y su apoyo y también a mi sobrina Joana Lizeth.

A mi compañero, amigo y compadre Manuel Sandoval agradezco en forma especial la amistad que me brinda de manera incondicional, al igual que sus consejos y su apoyo que me dio para la realización del presente trabajo. A mi compadre y comadre (Manuel y Ana Lilia) dedico este documento.

Agradezco de forma especial al Ing. Héctor Fernández Esparza, Director General de Multiestudios Grupo Asociado, S.A. de C.V. por darme la oportunidad de desarrollarme como profesionista en su empresa, así como por el apoyo, comprensión y los conocimientos que me ha transmitido. También agradezco el apoyo que me brindaron mis amigos y compañeros de trabajo en especial a Juan Manuel Vera y Alicia Salas Rubio.

A mi asesor el Ing. Hermenegildo Arcos Serrano agradezco sus atenciones, los conocimientos que me transmitió y el apoyo que me brindo para realizar mi tesis. También agradezco a los profesores M. en I. Julián Alfredo Bueno Contreras, Ing. Carlos Rosales Aguilar, Ing. Alberto Dávila Cabrera y Ing. Claudia Rojas Serna que accedieron a ser jurado en mi examen profesional, así como a todos los profesores y compañeros que de alguna manera colaboraron en mi formación académica.

A mi compañero y amigo el Ing. Pablo Pavía Ortiz dedico en forma especial este trabajo y le agradezco su amistad, sus consejos y apoyo incondicional para la realización y terminación de mi tesis.

A todos ellos Gracias

Atentamente

Jorge Antonio López Magallón

ESQUEMA DE TESIS PROFESIONAL

APROVECHAMIENTO DEL GASTO ÓPTIMO DE EXPLOTACIÓN EN LAS CAPTACIONES DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PAREDES Y MASCAREÑAS EN LA CD. DE NOGALES, SONORA

INTRODUCCIÓN

CAPITULO 1. GENERALIDADES

- 1.1 **Antecedentes**
- 1.2 **Localización del área de estudio**
- 1.3 **Medio físico y geográfico**
- 1.4 **Características socioeconómicas**
- 1.5 **Objetivos del estudio**
- 1.6 **Problemática de la zona**
- 1.7 **Justificación del estudio**

CAPITULO 2. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

- 2.1 **Fuentes de abastecimiento**
- 2.2 **Captación**
- 2.3 **Conducción**
- 2.4 **Regularización**
- 2.5 **Descripción de los sistemas**

CAPITULO 3. ESTUDIOS BÁSICOS DE CAMPO

- 3.1 **Estudios Topográficos**
- 3.2 **Estudios Manométricos y Pitométricos**
- 3.3 **Estudios de eficiencia electromecánica y pruebas de bombeo**

CAPITULO 4. ANALISIS HIDRÁULICO EN CONDICIONES ACTUALES

- 4.1 Ecuaciones básicas**
- 4.2 Formula de Darcy - Weisbach**
- 4.3 Acueducto Paredes**
 - 4.3.1 Calibración de la rugosidad de la tubería**
 - 4.3.2 Diagnóstico del acueducto**
 - 4.3.3 Gradiente de energía**
- 4.4 Acueducto Mascareñas**
 - 4.4.1 Calibración de la rugosidad de la tubería**
 - 4.4.2 Diagnóstico del acueducto**
 - 4.4.3 Gradiente de energía**

CAPITULO 5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

- 5.1 Definición del Gasto Máximo de Explotación**
 - 5.1.1 Proyección de la Demanda de Agua Potable**
 - 5.1.2 Potencial Total de Explotación de las Obras de Captación actuales y futuras**
- 5.2 Propuestas de Solución**
 - 5.2.1 Operación en Época de Estiaje**
 - 5.2.2 Operación en Época de Lluvias**
- 5.3 Anteproyectos**
 - 5.3.1 Derivación del Acueducto Paredes a Mascareñas y Reemplazo de tubería en el tramo del km 0+773 al km 1+932**
 - 5.3.2 Reemplazo de Tubería sobre el Acueducto Mascareñas en el tramo del km 4+179 al km 4+586**
- 5.4 Evaluación de Costos**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

OBJETIVO GENERAL

Revisar el potencial real de conducción de agua en los acueductos Paredes y Mascareñas y aumentar la confiabilidad del funcionamiento de dichos sistemas para aprovechar el agua disponible.

OBJETIVOS POR CAPITULO

CAPITULO 1

Conocer la ubicación de la zona y sus principales características físicas, geográficas y socioeconómicas, así como definir los objetivos del estudio y describir la problemática de la zona.

CAPITULO 2

Conocer la infraestructura existente de los acueductos Paredes y Mascareñas, además de describir como funcionan actualmente ambos sistemas.

CAPITULO 3

Elaborar los estudios básicos de campo necesarios para la correcta realización del proyecto; como son levantamientos topográficos, estudios de eficiencia electromecánica y pruebas de bombeo en las fuentes y mediciones pitométricas sobre los acueductos y en las fuentes de abastecimiento.

CAPITULO 4

Evaluar las condiciones actuales de funcionamiento de los acueductos Paredes y Mascareñas en función de los resultados arrojados en los estudios de campo, aplicando la fórmula de Darcy - Weisbach para calcular las pérdidas por fricción.

CAPITULO 5

Analizar las propuestas de solución para definir el gasto óptimo de explotación de las captaciones Paredes y Mascareñas seleccionando la más favorable hidráulicamente.

APROVECHAMIENTO DEL GASTO ÓPTIMO DE EXPLOTACIÓN EN LAS CAPTACIONES DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PAREDES Y MASCAREÑAS EN LA CD. DE NOGALES, SONORA

INTRODUCCIÓN

La Frontera Norte de la República Mexicana concentra las partes más secas, aunque las más pobladas, más urbanizadas y con mayor desarrollo socioeconómico del país.

Con referencia al Estado de Sonora, la precipitación media anual en el periodo de 1941 a 1998 resulta de 433 mm que representa el 56% de la precipitación media nacional para el mismo periodo (772 mm). Además, por la ubicación geográfica es uno de los estados sobre los que mayormente incide el efecto de las sequías con la consiguiente escasez del recurso hidráulico.

La Ciudad de Nogales, ciudad fronteriza del Estado de Sonora con un pujante desarrollo económico, no es la excepción en cuanto a los problemas de la frontera para el abastecimiento de agua potable.

Por lo anterior, en coordinación total, las autoridades de los tres niveles de gobierno, se han abocado a estudiar la situación actual de las fuentes de abastecimiento para su óptimo aprovechamiento, junto con el de la infraestructura asociada y su operación correspondiente, caso particular de la Ciudad de Nogales se han llevado a cabo diversos estudios que conlleven a cubrir la demanda del uso público – urbano en los próximos 20 años; el presente estudio trata precisamente este tema y se refiere al **“Aprovechamiento del Gasto Óptimo de Explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora”**, cuyo objetivo está encaminado a la revisión del potencial real de explotación en el acuífero de esta zona para su óptimo aprovechamiento y operación del sistema, identificando las formas de explotación mas convenientes que, además, permitan el aprovechamiento de aguas superficiales (Río Santa Cruz) en época de lluvias.

Otro estudio que actualmente se está realizando para resolver la problemática del agua en la Frontera Norte es el denominado **“Estrategia de Gran Visión para el abastecimiento y manejo del Agua en las Ciudades y Cuencas de la Frontera Norte en el periodo 1999 - 2025”** el cual tiene como objetivo principal analizar las opciones para resolver los problemas de abastecimiento en toda la Franja Fronteriza.

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

La ciudad de Nogales se ha convertido en los últimos años en uno de los más importantes polos de desarrollo del país, desde que se ha incrementado la actividad comercial con los países de Norteamérica, debido a que está localizada en la frontera con los Estados Unidos, como terminal nacional de la principal vía de comunicación del Noroeste, canalizando un gran porcentaje del intercambio comercial y turístico de la región de Arizona y Nuevo México.

Adicionalmente, como resultado de la reciente firma del Tratado de Libre Comercio (TLC) con Canadá y Estados Unidos, se ha acelerado el desarrollo de la industria maquiladora, que ya había iniciado en esta Ciudad desde la década de los ochentas, generando un desarrollo en la región en prácticamente todos los sectores, por lo que se ha registrado un ritmo de crecimiento poblacional superior al del resto del Estado de Sonora y de casi todo el país, con una tasa media del 4%.

Por otro lado, aún cuando se han realizado diversas obras de ampliación de los servicios urbanos, éstas han sido insuficientes para el crecimiento poblacional, deteriorándose la calidad y el nivel de los servicios básicos como son el suministro de agua potable, el alcantarillado sanitario y saneamiento de las aguas residuales.

Los sistemas de agua y alcantarillado de la ciudad son operados por el Organismo paraestatal denominado Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora, (COAPAES) Unidad Nogales, quien ha hecho su mayor esfuerzo para ampliar y mejorar los servicios; sin embargo, actualmente sólo se atienden las demandas de agua potable del 85% de la población, y la red de alcantarillado tiene una cobertura inferior al 70%, aún cuando los usuarios registrados representan sólo el 64% y 49% respectivamente.

Gran parte de la infraestructura de distribución de agua potable ha sobrepasado su período de vida útil, teniéndose tramos de tuberías que funcionan a una presión mayor a la que fueron diseñadas, debido principalmente a que además del crecimiento explosivo, la Ciudad está localizada en una cañada, por lo que los nuevos asentamientos se han tenido que ubicar en partes cada vez más altas, obligando a rebombeos y a tandeos en el abastecimiento.

Por otra parte, las sobrepresiones de algunos tramos de la red y el mal estado en que se encuentra gran parte de la infraestructura hidráulica, provocan que se tengan muchas fugas y pérdidas importantes del vital líquido, obligando a que al año se realicen más de 7,000 reparaciones de las redes.

1.2 Localización del área de estudio

El municipio de Nogales, cuya cabecera municipal es la Ciudad de Nogales, se encuentra localizado al norte del Estado de Sonora; constituye la principal Frontera del Estado con los Estados Unidos de Norteamérica. Limita al norte con la población de Nogales, Arizona; al Sur colinda con los municipios de Imuris y Magdalena; al Este con el municipio de Santa Cruz y al Oeste con Sáric (ver figura 1.1).

El municipio de Nogales tiene una extensión territorial de 1,655 Km², que representa el 0.89% de la superficie estatal y el 0.08% con relación al total nacional, cuenta con 116 localidades, de las cuales 107 tienen una población entre 1-49 habitantes, 50 localidades van de 50-99 habitantes, 2 localidades entre 100-499 habitantes, 1 entre 500-999 habitantes y la Cd. de Nogales que cuenta con 131,578 habitantes según el Censo de Población y Vivienda de INEGI en 1995. Se localiza entre los paralelos 31°01'53" y 31°25'00" y los meridianos 110°38'58" y 111°11'01" con una altitud media de 1,200 msnm.

1.3 Medio físico y geográfico

Clima.- La región en estudio presenta una temperatura media mensual de 27°C en los meses de julio y agosto, y de 8.7°C en los meses de diciembre y enero; la temperatura media anual 17.8°C. La mayor parte del año es frío, presentándose nevadas y granizos en la época de invierno.

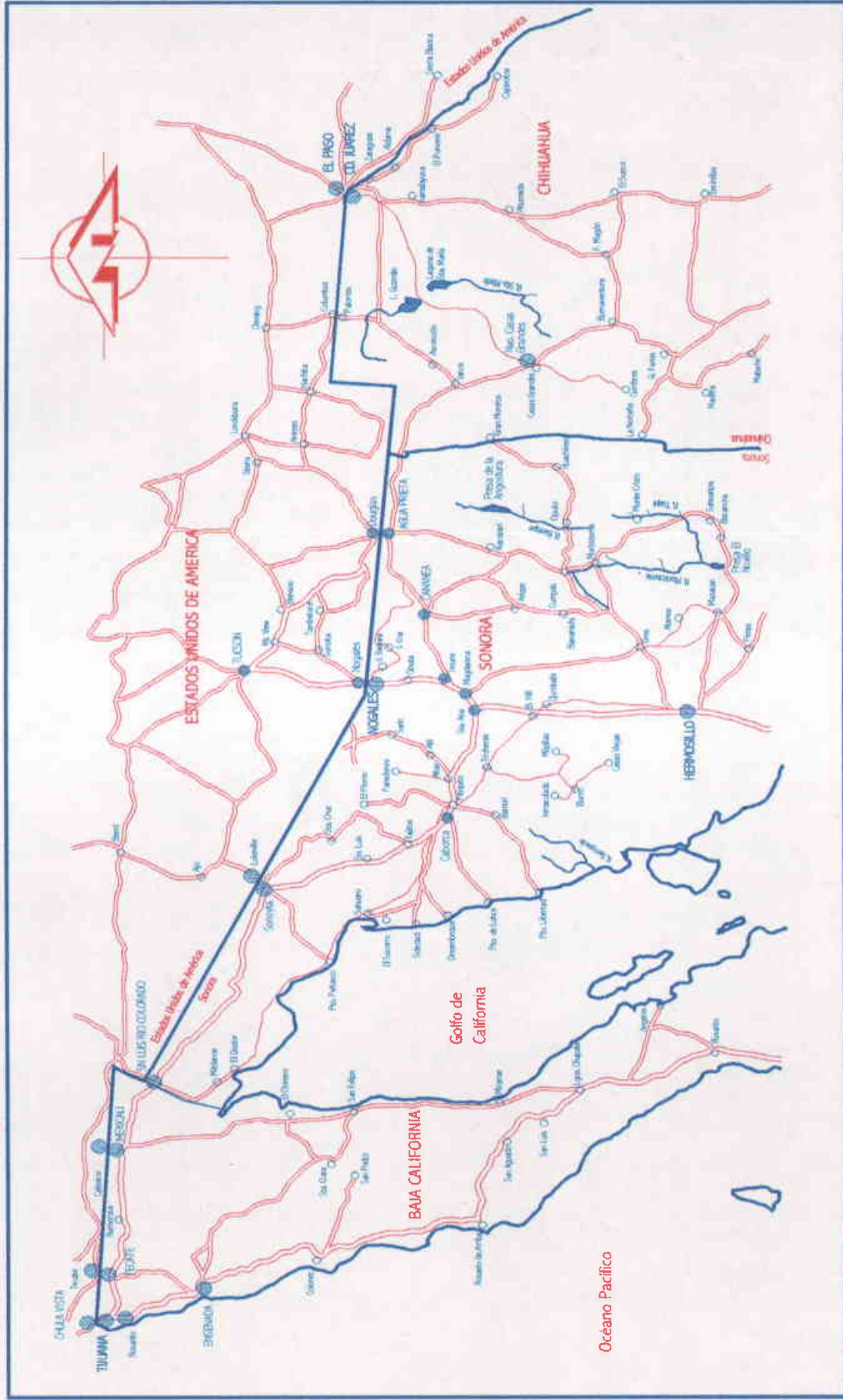
La época de lluvias se presenta en el verano, durante los meses julio y agosto, con una precipitación media anual de 433 mm, aún cuando también en invierno se presentan algunas lluvias y lloviznas. En el mes de mayo se reportan las precipitaciones mínimas y son del orden de 5.8 mm, y la máxima mensual se presenta en el mes de agosto con 108.9 mm, en el siguiente cuadro se muestran los valores medios de temperatura y precipitación a nivel mensual.

Cuadro 1.1 Temperatura y precipitación media anual

Mes	Temperatura °C	Precipitación mm
Enero	8.7	24.6
Febrero	10.5	33.6
Marzo	13.2	21.0
Abril	16.7	15.8
Mayo	20.5	5.8
Junio	24.3	16.9
Julio	27.0	91.8
Agosto	26.2	108.9
Septiembre	23.9	41.4
Octubre	19.3	17.3
Noviembre	13.0	15.4
Diciembre	10.1	36.2

La zona de estudio se localiza dentro de las regiones hidrológicas No. 7 y 8 Río Colorado y Sonora Norte, drenando las cuencas de los Ríos Magdalena y Santa Cruz.

Figura 1.1 Localización del área de estudio



Hidrografía.- Está constituida por dos corrientes; la que nace al Sur en el cañón de "Los Alisos" que da origen al río Magdalena, en cuya cuenca fluyen los arroyos Bambuto, Santa Bárbara y Planchas de Plata. El Río Magdalena forma parte de la cuenca del río Asunción, que surca la región del desierto de Altar y el arroyo de Nogales que se une al río Santa Cruz, cuyas aguas se internan en el territorio norteamericano para formar parte de la cuenca del río Gila.

Inicialmente la Ciudad de Nogales se surtía de agua potable con las aguas subterráneas del arroyo de Nogales; sin embargo, debido a los constantes incrementos de la población se tuvo la necesidad de aprovechar el agua del río Santa Cruz, este río se forma en los Estados Unidos, penetrando a territorio mexicano, uniéndose a los arroyos de Terrenate y Cuitaca, cruzando nuevamente la frontera por un sitio al oriente cercano a la Ciudad de Nogales; vuelve al territorio de Arizona donde se junta con el río San Pedro, como afluente del río Gila.

Orografía.- Pertenece a la provincia de sierras y llanuras del norte del Estado. Esta región se caracteriza por tener condiciones orográficas notablemente contrastante con el resto del territorio del Estado.

La caracterización principal es la presencia de sierras y cerros aislados, entre otros destacan los cerros El Embarcadero y La Pila, ubicados en la frontera con los Estados Unidos produciendo un estrechamiento en esta área de la ciudad. Por el poniente, se encuentran los cerros Pedregosos, Las Mariposas, Cerros Altos, Ocotillo, Celaya y la Pirinola con una altura promedio de 1,600 msnm. Por el lado Oriente tienen los cerros Cordón Largo, Cordón Atravesado, Ocotoso con una altura promedio de 1,500 msnm.

Geología.- La geología de la zona es variada, la componen rocas sedimentarias y vulcano-sedimentarias, presentan afloraciones de rocas ígneas extrusivas.

Las rocas sedimentarias son de edad terciaria representadas por areniscas y conglomerados, mezcladas con suelos de formación aluvial en el lecho de los ríos. Las rocas ígneas extrusivas también son de edad terciaria, están compuestas por riolita y toba ácida.

Clasificación y Uso del Suelo.- Dentro del municipio se localizan las siguientes unidades de suelo feozem: se localizan al este del municipio, tiene una capa superficial oscura, suave y rica en materia orgánica y nutrientes; litosol: se localiza al sur y este del municipio y presenta muy diversos tipos de vegetación que se encuentra en mayor o menor proporción en laderas, barrancas, lomeríos y algunos terrenos planos; regosol: se localiza al norte y centro del municipio presentando fases físicas lítica y gravosa. Su fertilidad es variable y su uso agrícola está principalmente condicionado a su profundidad.

1.4 Características socioeconómicas

Población.- La población reportada por el INEGI correspondiente a los últimos 6 censos y el conteo de 1995 se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 1.2 Población histórica de la Cd. de Nogales

Año	Población (hab)	Tasa Media Anual (%)
1940	15,422	
1950	26,016	5.36
1960	39,812	4.33
1970	53,494	3.11
1980	68,076	2.35
1990	107,936	4.83
1995	131,578	3.57

Con estimaciones extraoficiales antes de realizarse el Conteo de 1995 por el INEGI, se aseguraba que la población de Nogales para 1996 podría ser superior a los 200,000 habitantes, señalándose como más probable la proyección del Gobierno del Estado que calculaba una población de 203,048 habitantes para 1996.

Al conocerse los datos registrados por el INEGI en el Conteo de 1995, apenas 133,491 habitantes para todo el municipio, la gente de la localidad y del Gobierno del Estado señalan que no corresponde a la realidad, argumentando que existe mucha población flotante que se dice no fue contabilizada en el precenso mencionado, población que llega a Nogales buscando mejores oportunidades provenientes de casi toda la República y también de Centro y Sudamérica e intenta pasar a los Estados Unidos.

Con las diferencias tan grandes entre la población registrada por INEGI y la estimada por el Gobierno del Estado, se tomó como base el Padrón de Usuarios actualizado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Conforme a lo señalado por CFE, el nivel de cobertura del servicio de energía eléctrica, es del 90.5% con 33,720 acometidas reportadas para junio de 1996. Bajo esta premisa y considerando un índice de hacinamiento de 5.0 habitantes por vivienda (con base a los datos registrados por INEGI en 1990), se estima que la población de la Cd. de Nogales es de 186,300 habitantes.

Proyección de la Población.- Se espera que la tasa de crecimiento se vaya reduciendo gradualmente a 3.5% de 1996 al año 2000 y a 3.0%, 2.7% y 2.5% (según pronósticos del Plan Maestro de Nogales) para los quinquenios que terminan en 2005, 2010 y 2015 respectivamente, previéndose que se podría mantener esta tasa por varios años más.

A continuación se presenta el cuadro de proyecciones de población tomando como datos de partida los 186,300 habitantes para 1996 resultantes de la alternativa seleccionada en párrafos anteriores y las tasas de crecimiento decrecientes hasta llegar al 2.5% anual, además, se prevé la incorporación de nuevas áreas de crecimiento contempladas en el Plan de Desarrollo Urbano de la Cd. de Nogales conocidas como Ciudad Ecológica.

Cuadro 1.3 Proyección de población de la Cd. de Nogales

Año	Cd. Nogales (hab)	Cd. Ecológica (hab)	Población Total (hab)	Tasa Media Anual (%)
1996	186,300	0	186,300	
1997	187,821	5,000	192,821	3.5
1998	188,569	11,000	199,569	3.5
1999	190,554	16,000	206,554	3.5
2000	190,784	23,000	213,784	3.5
2001	191,197	29,000	220,197	3.0
2002	191,803	35,000	226,803	3.0
2003	192,107	41,500	233,607	3.0
2004	192,615	48,000	240,615	3.0
2005	192,834	55,000	247,834	3.0
2006	198,150	56,375	254,525	2.7
2007	203,613	57,784	261,397	2.7
2008	209,226	59,229	268,455	2.7
2009	214,994	60,710	275,703	2.7
2010	220,920	62,227	283,147	2.7
2011	226,443	63,783	290,226	2.5
2012	232,104	65,378	297,482	2.5
2013	237,907	67,012	304,919	2.5
2014	243,854	68,687	312,542	2.5
2015	249,951	70,405	320,355	2.5

Nota: Los datos de población actual, proyecciones de población y demandas se obtuvieron del estudio contratado por CNA en 1996 a la empresa ADI Construcciones S.A. de C.V., denominado "Actualización del Plan Maestro para el mejoramiento de los servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Ciudad de Nogales, Sonora", el cual tiene un periodo de diseño de 15 años.

Educación.- En materia de educación media terminal a nivel técnico, Nogales cuenta con 3 escuelas de educación media superior, hay 10 planteles y de nivel superior se cuenta con el Instituto Tecnológico de Nogales y la Universidad Pedagógica Nacional.

Salud.- Con relación a los servicios de salud, a nivel regional se cuenta con las siguientes instituciones: Hospital Zonal IMSS, Clínica ISSSTE, Hospital Básico SSA, ISSSTESON y hasta el mes de noviembre de 1992 se contaba con un Hospital Municipal el cual ha sido cerrado. En el sector privado se cuenta con 8 clínicas - hospitales, 154 consultorios médicos y 75 consultorios dentales.

Población Económicamente Activa.- En 1990 la Población Económicamente Activa (PEA) ascendía a 39,081 habitantes (36.21% de la población total de la localidad reportada por INEGI), dentro de los cuales se tenían 38,286 habitantes ocupados, de los que el 1.06% se ocupaban en el sector primario, el 47.00% en el sector secundario, el 49.79% en el sector terciario y el restante 2.15% no tenía especificado el sector en el que se ocupaba.

En el siguiente cuadro se presenta la PEA ocupada por sector de actividad, registrados en los censos de INEGI de 1980 y 1990.

Cuadro 1.4 Población Económicamente Activa de 1980 y 1990.

Sector y rama de actividad	1980	1990	
	(hab)	(hab)	(%)
Sector Primario	355	404	1.06
Agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y casa	355	404	1.06
Sector Secundario	7,590	17,993	47.00
Minería	29	18	0.05
Extracción de petróleo y gas	0	67	0.17
Industria manufacturera	6,452	15,567	40.66
Electricidad y agua	40	140	0.37
Construcción	1,069	2,201	5.75
Sector Terciario	16,774	19,064	49.79
Comercio	2,730	5,226	13.64
Comunicaciones y transportes	2,632	2,169	5.67
Servicios financieros	475	566	1.48
Servicios cam/no especificados	10,937	11,103	29.00
Actividad no especificada	0	825	2.15
Total	24,719	38,286	100.00

Funciones Económicas Predominantes.- Estas funciones son: 1) puerto fronterizo, 2) centro industrial y 3) centro turístico.

Un breve análisis de estas funciones permite apreciar el grado de importancia que tiene la economía de Nogales, tanto en el ámbito nacional como en el contexto internacional.

- 1) Puerto Fronterizo. Nogales es el paso natural de la mayor parte de la producción agrícola comercial de exportación de los Valles de Culiacán y El Fuerte, en Sinaloa; de los Valles Yaqui, Mayo y Costa de Hermosillo, en Sonora y de zonas más alejadas como Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán. Basta decir que aproximadamente el 80% de las importaciones agrícolas de los Estados Unidos entran por Nogales. Esta actividad al estar necesariamente ligada con los ciclos de la actividad agrícola, crea picos en la economía de la ciudad.
- 2) Centro Industrial. Nogales cuenta actualmente con una planta industrial de importancia constituida básicamente por maquiladoras, las cuales representan una de las actividades económicas más importantes de la ciudad y de la región. Pero por otro lado, se les considera una de las causas directas de la problemática urbana que enfrenta la ciudad.

Las primeras maquiladoras se instalaron en 1967 y es a partir de entonces que Nogales se convierte en un foco de atracción para los trabajadores de la región y del centro del país. En la actualidad, Nogales participa con el 4.6% del valor agregado producido por la industria maquiladora de exportación en los Estados Fronterizos del norte de México. Asimismo, aloja al 4.2% de los establecimientos y el 5.1% del personal ocupado en este tipo de industria.

Entre 1975 y 1986 Nogales como principal centro maquilador del Estado de Sonora mantuvo una alta proporción de empleo respecto a la industria maquiladora de la entidad, oscilando entre el 70% y 80%. Sin embargo, a partir de 1988 se advierte una caída notable al grado de registrar una proporción de empleos en 1990 del 54%. Posteriormente a esta caída se observa un estancamiento en la instalación de este tipo de plantas, el cual es más notorio si se considera que la planta industrial maquiladora estatal casi se duplicó entre 1988 y 1990 a 155 unidades. Sin embargo, recientemente se ha registrado un nuevo repunte volviendo a tener atractivo para la instalación de nuevas industrias.

3) Centro Turístico. El flujo turístico a Nogales se da en dos sentidos: el que viene de Estados Unidos y el que va hacia ese país. El primer grupo se divide en el turístico local, formado básicamente por grupos o familias que cruzan la línea internacional caminando y permanecen menos de un día. El otro subgrupo es el turismo que pasa hacia el interior del país; regularmente sólo permanece el tiempo necesario para hacer los tramites migratorios.

El otro grupo turístico se mueve en el sentido inverso, es decir, de México hacia los Estados Unidos. Una parte de él está formada por el grupo turístico en su viaje de retorno; la otra parte lo compone el turismo del país en su viaje a la frontera, principalmente con motivos de compras en Nogales, Arizona.

Comunicaciones y Transportes.- *Dentro de los medios que integran el sector comunicaciones están la carretera federal No. 15 de cuatro carriles, el Aeropuerto Internacional con una longitud de pista de 1,800 m, la estación de ferrocarril y central de autobuses.*

El constante tráfico de diversos productos comerciales se hace a través del ferrocarril del Pacífico, además de tenerse la línea a Cananea; carreteras (Carretera Internacional México - Nogales) y líneas aéreas que hacen vuelos contratados, ya que actualmente no se tienen vuelos comerciales. Entre las líneas de pasajeros y carga que llegan hasta la frontera se encuentran: Transportes 3 Estrellas de Oro y Transportes del Pacífico.

El municipio de Nogales cuenta con una longitud total de 161.0 km de carreteras, las cuales se clasifican como sigue: 30 km de carreteras principales, es decir, carreteras pavimentadas y 131.0 km son caminos rurales o vecinales (terracerías) según datos de INEGI en 1995.

En 1982 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes instaló una estación terrena en el municipio, la cual viene a fortalecer las comunicaciones vía microondas.

Se tienen los servicios de teléfono, correo, télex, televisión (canales 2 y 13 de la red nacional). Asimismo, cuenta con cablevisión (31 canales) Canal 7 de red estatal y Canal 3 Local, además cuenta con 5 radiodifusoras en AM y 6 transmiten en FM.

En lo que a telégrafos se refiere, existe una administración en la cabecera municipal y otra en la colonia Lomas de Nogales; asimismo la Ciudad de Nogales cuenta con una oficina de correo, también cuenta con servicio de télex.

1.5 Objetivos del estudio

Revisar el potencial real de conducción de agua en los acueductos Paredes y Mascareñas y aumentar la confiabilidad del funcionamiento de dichos sistemas para aprovechar el agua disponible.

Este estudio se enfoca a la revisión del funcionamiento hidráulico actual en los acueductos Paredes y Mascareñas, para determinar el potencial óptimo disponible e identificar las opciones de conducción más convenientes, no incluye la revisión de la red de distribución ni de su operación.

1.6 Problemática de la zona

El crecimiento de las distintas ciudades del Estado de Sonora se ha dado en estas últimas fechas en forma acelerada, con el consiguiente crecimiento de la demanda de los distintos servicios.

El suministro de agua potable es uno de los problemas que enfrenta la ciudad de Nogales debido en gran parte al impulso industrial que a últimas fechas ha tenido. La capacidad de producción de las fuentes existentes se esta viendo rebasada por la demanda de la población, principalmente en época de estiaje.

La población actual de la ciudad de Nogales (año de 1998) se estima de 199,569 habitantes (según proyección estimada en el cuadro 1.3), de los cuales aproximadamente un 30% cuenta con servicio de agua durante las 24 horas del día, el 40% tiene un servicio promedio de 12 horas, el 15% tiene servicio por debajo de 12 horas y el otro 15% restante no cuenta con servicio directo de la red.

Para satisfacer la demanda de ese número de habitantes se requiere un gasto de agua potable¹ (gasto máximo diario, considerando un coeficiente de variación diaria de 1.4), de 918 lps, por lo cual es necesario llevar a cabo obras que permitan aprovechar el gasto máximo de las fuentes de captación actuales, mediante ampliación de las conducciones, adecuación de bombeos, construcción de tanques de regulación, rehabilitación y ampliación de la red de agua potable.

El sistema de suministro de agua es operado por el COAPAES Unidad Nogales, Organismo que cuenta con tres zonas de captación, mismas que en conjunto proporcionan un gasto máximo diario de 745 lps y un mínimo en época de estiaje de 703 lps.

¹ En el capítulo 5 se anexa el cálculo de la demanda futura según pronósticos del estudio de Actualización del Plan Maestro de Nogales realizado en 1996.

Cuadro 1.5 Aportación por zona de captación.

Zona de Captación	Acueducto Asociado	Gasto de Operación (lps)	
		Máximo (Lluvia)	Mínimo (Estiaje)
Paredes	Acueducto Paredes	261	236
Mascareñas	Acueducto Mascareñas	101	101
Sur	Acueducto Los Alisos	300	300
Urbana	Pozos en la zona urbana	83	66
Total		745	703

Nota: Los gastos de operación de las zonas Paredes y Mascareñas dependen de las fuentes que estén funcionando y de como estén operando. Los que se consignan consideran los resultados de la pitometría realizada en 1997; el caudal mínimo (en estiaje) corresponde al de los pozos que se encontraban operando cuando se realizó la pitometría, incluyendo al pozo Santa Bárbara II de reciente incorporación al sistema Paredes y el caudal máximo (en época de lluvias) considera únicamente la Galería Filtrante y la Noria VII, (223 lps y 38 lps respectivamente) debido a que las otras fuentes no se encontraban trabajando. En el capítulo 2 se mencionan las fuentes que integran los dos sistemas.

El acueducto Paredes así como los pozos de la zona urbana reducen su aportación en época de estiaje ocasionando problemas de abastecimiento en algunos sectores de la ciudad. Por otro lado, los pozos de la zona urbana presentan un alto riesgo en cuanto a la calidad de agua por las fugas de aguas negras y fosas sépticas, lo que hace necesario sustituir el caudal aportado por estos pozos.

La captación en la zona sur es la más reciente y cuenta con equipos de bombeo en buen estado y con electrificación. En cambio la zona oriente (Paredes y Mascareñas) todavía cuenta con algunos equipos de combustión interna que representan un porcentaje importante de su aportación.

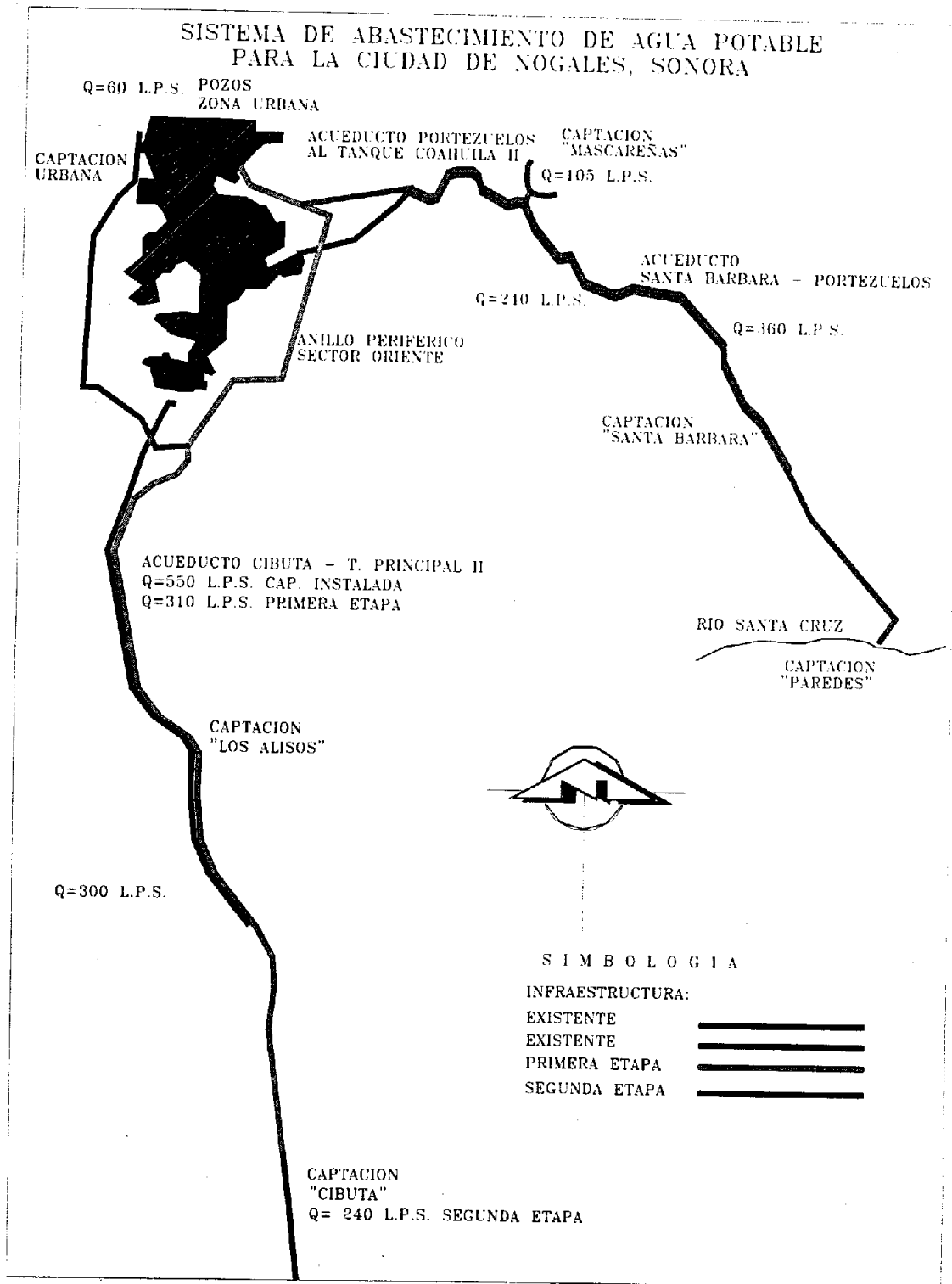
En la figura 1.2 se presenta la localización de las zonas de captación que abastecen de agua a la Ciudad de Nogales..

1.7 Justificación del estudio

Se toman como referencia los pronósticos de crecimiento de la población y de la demanda de agua potable consignados en el estudio realizado por la empresa ADI Construcciones S.A. de C.V. en 1996, denominado "Actualización del Plan Maestro para el mejoramiento de los servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Ciudad de Nogales, Sonora".

Así, para condiciones actuales (1998) se asocia una población de 199,569 habitantes que demandan un gasto medio de 656.0 lps, asociado a un gasto máximo diario de 918.1 lps (gasto con el cual se diseñan las obras de captación y las líneas de conducción) por lo que la Cd. de Nogales tiene un déficit actual de agua potable de 173.1 y 215.1 lps en época de lluvias y estiaje respectivamente y para el año 2015 el problema se agravaría más, ya que según pronósticos del Plan Maestro la población total se estima de 320,355 habitantes pronosticando un gasto medio de 1,093.2 lps, los cuales representan un gasto máximo diario de 1,530.5 lps.

Figura 1.2 Localización de las zonas de captación



En el cuadro 1.6 se presentan los pronósticos de crecimiento de la demanda de agua potable y los déficit de la misma para la Ciudad de Nogales, considerando la producción actual de sus fuentes (745 lps en época de lluvias y 703 lps en época de estiaje) y suponiendo que no se incrementen las fuentes.

Cuadro 1.6 Proyección de la demanda y déficit de la misma.

Año	Gasto Estimado		Déficit de Gasto	
	Medio (lps)	Máximo Diario (lps)	Época Lluvias (lps)	Época Estiaje (lps)
1998	656.0	918.1	173.1	215.1
2000	704.4	986.1	241.1	283.1
2005	864.9	1,210.8	465.8	507.8
2010	966.0	1,352.4	607.4	649.4
2015	1,093.2	1,530.5	785.5	827.5

Como puede observarse en el cuadro anterior para el año 2000 se tendrá un déficit de 241.1 y 283.1 lps en época de lluvias y estiaje respectivamente y para el año 2015 la oferta será superada por la demanda en un 105% en época de lluvias y un 118% en época de estiaje, por lo que es necesario aumentar la producción de las fuentes actuales o en su caso realizar nuevos proyectos para satisfacer la demanda de agua de la ciudad.

Como se mencionó en el apartado anterior, los pozos de la zona urbana presentan problemas de contaminación, por lo cual se tiene planeado sacarlos de funcionamiento aumentando aun más el problema de suministro de agua en la localidad.

Según el estudio de Actualización del Plan Maestro se tiene contemplado un nuevo acueducto en la zona de captación sur, denominado "Acueducto Cibuta" con un gasto de diseño de 550 lps, incorporándose en etapas de 110 lps la primera y 440 lps la segunda etapa.

Así, dando por descontada la cancelación de los pozos de la zona urbana (por la contaminación de que es susceptible), la oferta de agua en la ciudad quedaría integrada de la siguiente manera: la zona oriente (acueducto Paredes y Mascareñas) aporta actualmente 362 lps y 337 lps en época de lluvias y estiaje respectivamente, 300 lps del acueducto Los Alisos y 550 lps del acueducto de proyecto denominado Cibuta, resultando un gasto total de 1,212 lps y 1,187 lps en época de lluvias y estiaje respectivamente; para el año 2015 la demanda es de 1,530.5 lps resultando aún un déficit en la ciudad.

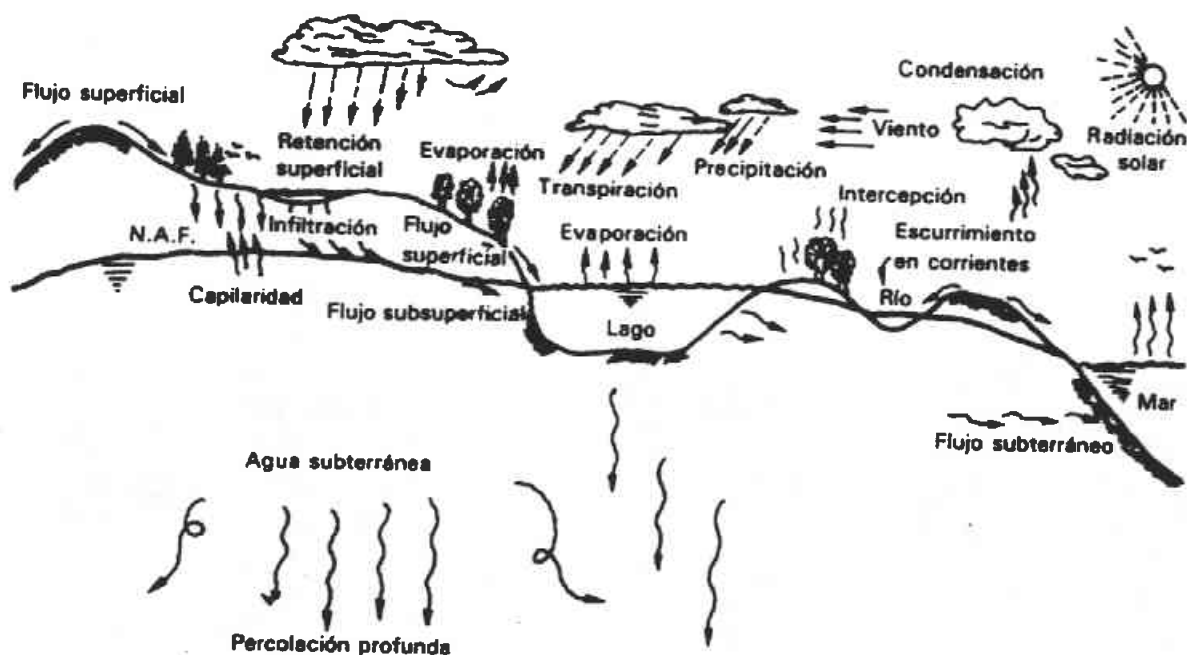
Con el fin de cumplir con los requerimientos de demanda de la Ciudad de Nogales se hace necesario aumentar al máximo el gasto de explotación en las captaciones de la zona oriente, motivo por el cual se realiza el presente trabajo, estudiando las acciones a realizarse para determinar el gasto óptimo de explotación en dicha zona.

CAPITULO 2. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

2.1 Fuentes de abastecimiento

El origen de las fuentes de que se sirve el hombre para su desenvolvimiento cotidiano es el "Ciclo hidrológico", o sea, los pasos del agua circulando durante el transcurso del tiempo a través de distintos medios. Como todo ciclo, el hidrológico no tiene ni principio ni fin, y su descripción puede empezar en cualquier punto. El agua que se encuentra sobre la superficie terrestre o muy cerca de ella se evapora bajo el efecto de la radiación solar y el viento. El vapor de agua, que así se forma, se eleva y transporta por la atmósfera en forma de nubes hasta que se condensa y cae hacia la tierra en forma de precipitación. Durante su trayecto hacia la superficie de la tierra, el agua precipitada puede volver a evaporarse o ser interceptada por las plantas o las construcciones, luego fluye por la superficie hasta las corrientes o se infiltra. El agua interceptada y una parte de la infiltrada y de la que corre por la superficie se evapora nuevamente. De la precipitación que llega a las corrientes, una parte se infiltra y otra llega hasta los océanos y otros grandes cuerpos de agua como presas y lagos. Del agua infiltrada, una parte es absorbida por las plantas y posteriormente es transpirada, casi en su totalidad, hacia la atmósfera y otra parte fluye bajo la superficie de la tierra hacia las corrientes, el mar u otros cuerpos de agua, o bien hacia zonas profundas del suelo (percolación) para ser almacenada como agua subterránea y después aflorar en manantiales, ríos o el mar. (Ver figura 2.1).

Figura 2.1 Ciclo Hidrológico



Así, gracias al ciclo hidrológico se encuentran disponibles en la naturaleza las siguientes fuentes de abastecimiento:

- a) Agua Superficial.
- b) Agua Subterránea.
- c) Agua Atmosférica y
- d) Agua Salada.

Las principales fuentes de abastecimiento son las aguas superficiales y subterráneas. Se recurre a las aguas atmosféricas y a las saladas muy raras veces y solamente cuando no existe otra posibilidad ya sea por escasas o por mala calidad de las aguas superficiales y subterráneas o también por factores económicos.

Para el caso de la zona de estudio, dentro de las aguas subterráneas se ubica el acuífero Santa Cruz y respecto a las aguas superficiales, por la zona escurre el río del mismo nombre, las principales características de las fuentes de abastecimiento se presentan a continuación:

Acuífero Santa Cruz (Aguas Subterráneas). Se localiza al sureste de la ciudad, está constituido principalmente por material de acarreo y sus fronteras están formadas por rocas ígneas extrusivas de gran espesor, se presentan afloramientos de granito, lo que representa el abatimiento del acuífero. El acuífero cuenta con una superficie de 850 km² y asciende a 116 el número de aprovechamientos (116 pozos).

La recarga del acuífero originada por infiltración del agua de lluvia y de los escurrimientos superficiales tiene lugar en los flancos montañosos, en los lomeríos y a lo largo de los cauces. El acuífero cuenta con una recarga de 35 Mm³/año; mientras que la extracción en el mismo alcanza solo 28 Mm³/año, por lo que se puede incrementar la extracción hasta en 7 Mm³/año.

A partir del estudio de evaluación realizado por la Comisión Nacional del Agua (CNA), para simular el acuífero y determinar los flujos del mismo, se concluye que es factible incrementar la extracción de agua subterránea en la porción mexicana de la cuenca del Río Santa Cruz, con objeto de interceptar parcialmente la descarga natural del acuífero. Se recomienda captar hasta un gasto adicional de 250 l/s mediante pozos o mediante la rehabilitación con incremento de la capacidad de extracción de los pozos actuales.

Los pozos pueden ser ubicados en el valle donde los niveles del agua están más someros o en terrenos adyacentes poco elevados sobre aquel. Se recomienda una profundidad tentativa de 200 a 250 m, para captar tanto el aluvión reciente como el conglomerado arenoso subyacente y en algunos sitios las tobas riolíticas fracturadas.

Río Santa Cruz (Aguas Superficiales). Este río se forma en los Estados Unidos, penetrando a territorio mexicano, uniéndose a los arroyos Terrenate y Cuitaca, cruzando nuevamente la frontera por un sitio al oriente, cercano a la Ciudad de Nogales, después vuelve a territorio de Arizona, donde se junta con el río San Pedro, con afluente del río Gila.

Como se mencionó anteriormente, la cuenca del Río Santa Cruz es la principal zona de recarga del acuífero Santa Cruz, provocada por la infiltración de lluvia y del escurrimiento del Río Santa Cruz, que recorre una importante longitud de dicho acuífero.

2.2 Captación

Debe entenderse como obra de captación a la estructura o estructuras que nos permiten recolectar en las mejores condiciones posibles, el agua de la fuente elegida. Dichas obras varían de acuerdo a la naturaleza de la fuente de abastecimiento, su localización y magnitud. El diseño de la obra de captación debe ser tal que se eviten las posibilidades de contaminación del agua.

La zona de captación del área de estudio es conocida como "Zona Oriente", localizada precisamente al oriente de la ciudad. Esta zona se subdivide en dos: Captación Paredes y Captación Mascareñas.

2.2.1 Zona de Captación Paredes

Esta zona de captación se localiza entre el Rancho Paredes y el Ejido Santa Bárbara, se integra de las siguientes obras de captación: una Galería Filtrante, dos pozos someros (Noria VII y Noria IV) y dos pozos profundos (Santa Bárbara I y Santa Bárbara II) ubicados sobre la margen derecha del río Santa Cruz en una franja de 11.2 km. Las características de cada obra de captación se describen en los siguientes párrafos.

Galería Filtrante. La Galería Filtrante se localiza en el Ejido Paredes sobre el río Santa Cruz y consiste en una tubería de lámina galvanizada marca ARMCO, acomodada en forma longitudinal, bajo el lecho del cauce del río.

La tubería galvanizada es de 91, 76 y 45 cm de diámetro, con longitudes de 474, 724 y 405 metros respectivamente, dando un total de 1,603 m de tubería colectora cuyo flujo del agua en el subsuelo es captado mediante barrenaciones circulares, de ½" de diámetro aproximadamente, que tiene la tubería sobre el lomo del tubo, distribuidos a cada 10 ó 15 cm de separación a lo largo del tubo. La profundidad de alojamiento de la tubería colectora es de 3 a 4 metros con pendiente media de 4 al millar.

Existen también a lo largo de la tubería colectora varios registros o pozos de observación sobre el lecho del arroyo que permiten dar mantenimiento a la tubería en caso de azolvamiento (ver figura 2.2).

A raíz de las avenidas pluviales extraordinarias que se presentaron a principios de 1993 en el río Santa Cruz, los pozos de observación y parte de la galería se azolvaron, por lo que se procedió a su inmediata rehabilitación y además se reforzó y amplió.

La ampliación de la galería filtrante se hizo con tubería de acero semiranurada de 16" de diámetro, ubicados casi transversal a los escurrimientos del Río Santa Cruz. La tubería de acero está colocada en tres tramos paralelos (en forma de peine) y que descargan en una tubería colectora de material de PVC de 16 pulgadas de diámetro, que funciona como receptora del agua proveniente de la tubería de acero ranurada.

La galería filtrante produce un gasto máximo de 231 l/s, reduce su producción durante períodos de estiaje debido principalmente a que el nivel freático en el río baja en esta época por los escasos escurrimientos que presenta el mismo.

Aunado a lo anterior, el nivel freático en la región de Paredes es muy sensible a las condiciones superficiales del Río Santa Cruz, ya que se desarrolla en el espesor de los materiales aluviales del propio cauce del río y de sus márgenes con un ancho menor de 500 m y con espesores menores a los 150 m, lo cual restringe la recarga a una sola dirección hacia aguas arriba del cauce.

Figura 2.2 Galería Filtrante



En la figura se puede observar uno de los registros que sirven para dar mantenimiento a la tubería colectora de la Galería Filtrante, además se puede ver el río Santa Cruz.

Noria VII. Se encuentra ubicada en el Ejido Paredes, tiene una profundidad de 13.8 m, el diámetro de la noria es de 2.0 m construido con anillos de concreto con un espesor de 0.14 m, carece de electrificación por lo que cuenta con Motor de Combustión Interna de 110 Hp marca Detroit Diesel GMC, cabezal de engranados de 80 Hp relación 1:1 para 1760 RPM, cuerpo de tazones modelo 10 de 1 paso. En la parte superior de la noria se tiene una estructura metálica que se prolonga desde la base del motor para darle soporte a los cabezales y el equipo de bombeo. (Ver figura 2.3).

Se incorpora al acueducto Paredes con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 8" de diámetro con una longitud de 58.6 m.

En la figura 2.3 se presenta la Noria VII, donde se puede ver el motor de combustión interna y los tanques de Diesel que lo abastecen.

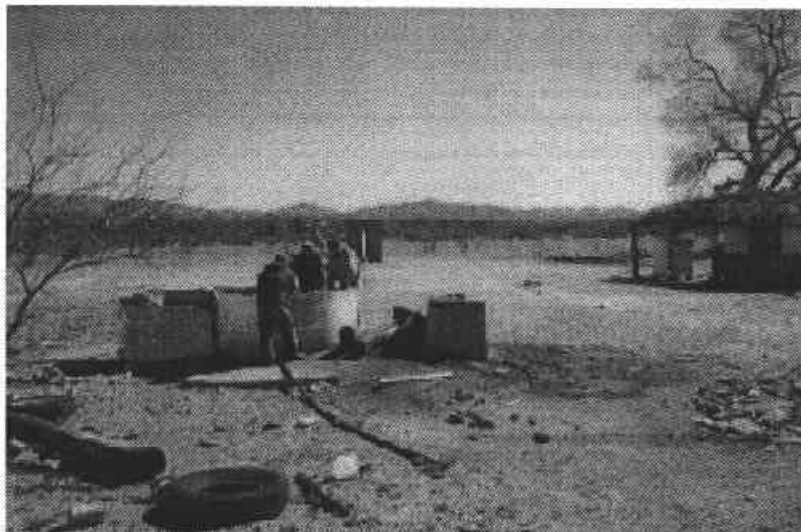
Figura 2.3 Noria VII



Noria IV. Se encuentra ubicada en un predio del Ejido Paredes a la altura del km 31 de la carretera de terracería Nogales - San Lázaro y al oriente del Valle Santa Cruz. Tiene una profundidad de 12.9 m, el diámetro de la noria es de 2.0 m construido con anillos de concreto con un espesor de 0.14 m, carece de electrificación, actualmente no cuenta con equipo de bombeo, por lo que esta fuera de operación. (Ver figura 2.4).

Se incorpora al acueducto Paredes con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 10" de diámetro con una longitud de 33.8 m.

Figura 2.4 Noria IV



En la figura se presenta la Noria IV donde se observa que no cuenta con equipo de bombeo, al fondo se ve el registro donde descarga el agua. La descarga de las norias es a superficie libre, es decir, el agua descarga sobre un registro que a su vez esta conectado con el acueducto.

Pozo Santa Bárbara I. Se encuentra ubicada en el Ejido Santa Bárbara, tiene una profundidad de 285 m, el diámetro del ademe es de 16" (0.41 m), carece de electrificación pero cuenta con Motor de Combustión Interna de 350 Hp turbocargado marca Cummins, cabezal de engranados de 180 Hp relación 1:1 para 1,760 RPM, cuerpo de tazones de 6 pasos modelo 12 MB con tazón de succión de 8" de diámetro marca Nassa Johnston. Cuenta con caseta de vigilancia, tiene una base de piedra y concreto para el motor de combustión interna, un brocal construido de los mismos materiales para soporte del cabezal y el equipo de bombeo. (Ver figura 2.5).

Se incorpora al acueducto Paredes con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 12" de diámetro con una longitud de 37.2 m.

En la figura 2.5 se presenta el pozo Santa Bárbara I, donde se observa el motor de combustión interna, el tanque de combustible (5,000 litros) que lo abastece, la caseta de vigilancia y la tubería de descarga. La descarga del pozo es a presión.

Figura 2.5 Pozo Santa Bárbara I



Pozo Santa Bárbara II. Se encuentra ubicada en el Ejido Santa Bárbara, tiene una profundidad de 204 m, el diámetro del ademe es de 16" (0.41 m), cuenta con Motor de Combustión Interna de 240 Hp turbocargado marca Detroit GMC (carece de electrificación), cabezal de engranados de 180 Hp relación 1:1 para 1,760 RPM, cuerpo de tazones de 5 pasos modelo 14 MC con tazón de succión de 10" de diámetro. No cuenta con caseta de vigilancia, tiene una base de piedra y concreto para el motor de combustión interna, un brocal construido de los mismos materiales para soporte del cabezal y el equipo de bombeo. (Ver figura 2.6).

Se incorpora al acueducto Paredes con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 10" de diámetro con una longitud de 44.6 m.

En la figura se presenta el pozo Santa Bárbara II, donde se observa el motor de combustión interna, el tanque de combustible (1,000 litros) que lo abastece, la tubería de descarga y las condiciones en que se encuentra el pozo (sin protección y sin caseta de vigilancia).

Figura 2.6 Pozo Santa Bárbara II



2.2.2 . Zona de Captación Mascareñas.

Esta zona de captación se encuentra en el ejido "Mascareñas", de donde toma el nombre y se localiza aproximadamente a 12 km hacia el Sureste de la ciudad. Actualmente la integran 7 pozos que captan un volumen aproximadamente de 101 l/s. La captación Mascareñas al igual que la captación Paredes depende de los escurrimientos superficiales y subterráneos del Río Santa Cruz.

Las obras de captación que integran esta zona son Noria II, Noria I, Pozo Casitas I, Pozo Alamito, Pozo 8, Pozo 3 y Pozo 5, ubicados en ambas márgenes del río Santa Cruz en una franja de 2.9 km. Las características de cada obra de captación se describen a continuación.

Noria II. *Se localiza en el Ejido Mascareñas, tiene una profundidad de 13.8 m, el diámetro de la noria es de 2.0 m construido con anillos de concreto con un espesor de 0.14 m, carece de electrificación (aun cuando a menos de 500 m se localizan pozos electrificados) pero cuenta con Motor de Combustión Interna de 240 Hp marca Perkins, cabezal de engranados de 20 Hp relación 1:1 para 1,760 RPM, cuerpo de tazones modelo 10 de 1 paso marca Peerless. En la parte superior de la noria se tiene una estructura metálica que se prolonga desde la base del motor para darle soporte a los cabezales y el equipo de bombeo. El predio no esta cercado ni delimitado. (Ver figura 2.7). Es el inicio del acueducto Mascareñas.*

En la figura 2.7 se presenta la Noria II, donde puede verse el motor de combustión interna, el tanque de Diesel que lo abastece, el soporte del motor y la tubería de descarga.

Figura 2.7 Noria II



Noria I. Se ubica en la margen derecha del río Santa Cruz en el Ejido Mascareñas. Tiene una profundidad de 10.5 m medidos a partir de la parte superior del brocal, el diámetro de la noria es de 2.0 m construido con anillos de concreto con un espesor de 0.14 m, carece de electrificación, actualmente esta fuera de operación. (Ver figura 2.8).

Se incorpora al acueducto Mascareñas con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 8" de diámetro con una longitud de 5 m.

Figura 2.8 Noria I



En la figura 2.8 se presenta la Noria I, donde puede observarse que no cuenta con equipo de bombeo, además puede verse que la noria se localiza prácticamente sobre el lecho del río.

Pozo Alamito. Se ubica dentro del Ejido Mascareñas, entre sus características principales se puede mencionar que cuenta con electrificación, tiene una caseta de control, el pozo tiene una profundidad de 38.1 m, el diámetro del ademe es de 16" (0.41 m), motor eléctrico de 7.5 Hp, 220 V, bomba tipo sumergible con cuerpo de tazones modelo 5 de 3 pasos. Actualmente se encuentra fuera de servicio.

Se incorpora al acueducto Mascareñas con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 6" de diámetro con una longitud de 10 m.

Pozo Casitas I. Se localiza dentro de un predio propiedad del Organismo Operador (COAPAES Unidad Nogales) en el Ejido Mascareñas, cuenta con electrificación, caseta de control donde se aloja el tablero de controles, también se utiliza para almacenar tubería, tiene una profundidad de 70.0 m, el diámetro del ademe es de 16" (0.41 m), cuenta con motor eléctrico de 40 Hp de 3 fases y 440 V, bomba tipo sumergible con cuerpo de tazones modelo 6 de 2 pasos. Actualmente se encuentra fuera de servicio.

Se incorpora al acueducto Mascareñas con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 6" de diámetro con una longitud de 75 m.

Pozo No. 8. Se localiza en la margen derecha del río Santa Cruz dentro del Ejido Mascareñas, tiene una profundidad aproximada de 118 m, el diámetro del ademe es de 16" (0.41 m), cuenta con electrificación, caseta de control, tiene un brocal de tabique y concreto, además cuenta con un atraque para soporte del tren de descarga. Actualmente el equipo de bombeo se encuentra caído, es decir, el equipo está dentro del pozo por lo que fue imposible conocer las características de la misma y el motor eléctrico no se encontraba en el sitio. (Ver figura 2.9).

Se incorpora al acueducto Mascareñas con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 8" de diámetro con una longitud de 470 m.

Figura 2.9 Pozo No. 8

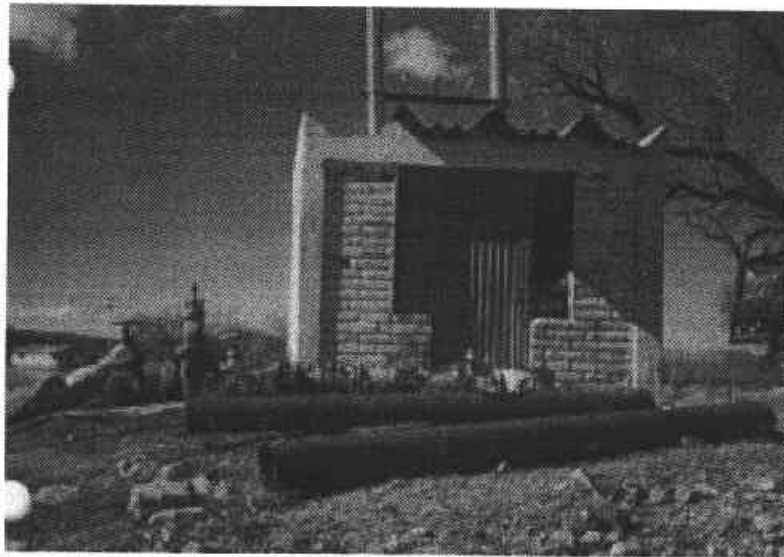


Como puede observarse en la figura, el pozo no cuenta con el equipo de bombeo porque el equipo esta dentro del pozo; solamente tiene el tren de descarga.

Pozo No. 3. Se ubica en la margen izquierda del río Santa Cruz dentro el Ejido Mascareñas, tiene una profundidad aproximada de 118 m, el diámetro del ademe es de 16" (0.41 m), cuenta con electrificación, caseta de control, no tiene brocal, solo una plancha de concreto en mal estado que soporta el tren de descarga. Tiene motor eléctrico de 50 Hp de 440 V marca KSV, la bomba es de tipo sumergible con cuerpo de tazones modelo 8 de 5 pasos marca KSV. (Ver figura 2.10).

Se incorpora al acueducto Mascareñas con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 10" de diámetro con una longitud de 516.4 m.

Figura 2.10 Pozo No. 3



En la figura se puede ver la caseta de control del Pozo No. 3, así como el tren de descarga, se observa que no cuenta con cerca de protección el pozo.

Pozo No. 5. Se ubica en la margen izquierda del río Santa Cruz dentro del Ejido Mascareñas, la profundidad del pozo es de 118 m, el diámetro del ademe es de 16" (0.41 m), cuenta con caseta de control, no tiene brocal, solo una plancha de concreto en mal estado que soporta el tren de descarga, además de 2 muros de contención de piedra. El pozo esta electrificado, tiene motor eléctrico vertical flecha hueca de 125 Hp de 440/240 V, 4 polos, 3 fases marca Siemens, la bomba es de tipo sumergible con cuerpo de tazones modelo 12 MB de 5 pasos. (Ver figura 2.11).

Se incorpora al acueducto Mascareñas con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 10" de diámetro con una longitud de 927 m.

En la figura siguiente se observa el equipo de bombeo y el tren de descarga del Pozo No. 5, se puede ver que no existe ninguna cerca de protección.

Figura 2.11 Pozo No. 5



2.3 Conducción

La conducción es la parte del sistema de agua potable constituida por un conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento desde el lugar de la captación hasta un punto que puede ser un tanque de regularización o un cárcamo para una segunda conducción o a una planta potabilizadora. La conducción puede ser a gravedad, a bombeo o una combinación de ambas.

El estudio comprende 2 líneas de conducción: Acueducto Paredes y Acueducto Mascareñas.

Acueducto Paredes. Tiene su inicio en el Ejido Paredes y su descarga en el tanque Portezuelos, recorriendo una longitud de 27.05 km con tubería de Asbesto Cemento (A-C) de 24" (0.61 m) de diámetro clase A-5 y A-7².

El km 0+000 corresponde al registro colector de la galería, a partir de este punto y hasta el km 18+530 la tubería es de A-C. clase A-5; del km 18+530 y hasta el km 22+338.9 la tubería es clase A-7 y de aquí hasta el final (km 27+048.7) la tubería es de A-C clase A-5, siendo todo el acueducto de 24" (0.61 m) de diámetro.

Este acueducto sigue un trazo paralelo a la vía del ferrocarril en su mayor parte, salvo en los primeros 2.5 km, donde atraviesa algunos terrenos particulares.

Como ya se mencionó anteriormente, este acueducto es alimentado por una galería filtrante que toma agua del río Santa Cruz, así como de dos norias (Noria VII y IV) y dos pozos profundos (Santa Bárbara I y II). La descripción del sistema se realiza en el apartado 2.5.

² Las tuberías de Asbesto Cemento Clase A-5 y A-7 son las que de acuerdo a su fabricación resisten presiones hasta de 5 kg/cm² y 7 kg/cm² respectivamente

Acueducto Mascareñas. Tiene su inicio en la Noria II localizada en el Ejido Mascareñas, descarga también en el tanque Portezuelos.

Con una longitud total de 6.3 km en los siguientes diámetros y longitudes: de 16" en una longitud de 1.3 km, 24" en aproximadamente 0.4 km de longitud y en 30" para el resto, es decir, para 4.6 km aproximadamente. La tubería es de asbesto - cemento y sus clases son A-5 y A-7. La tubería de 16", 24" y 3.2 km de 30" de diámetro son clase A-7 y 1.4 km de tubería de 30" es clase A-5. A este acueducto se asocian dos norias y cinco pozos incorporándose en los primeros 2.9 km.

2.4 Regularización

Se define como "Regularización" a la parte del sistema de abastecimiento que permite almacenar o regular agua para después utilizarla para satisfacer las demandas variables de la población. Se acumula agua en el tanque cuando la demanda de la población es menor que el gasto de llegada; el agua acumulada se utilizará cuando la demanda sea mayor en la red. Generalmente esta regularización abarca un período de 24 horas.

Para el presente estudio se asocia el Tanque Portezuelos, al cual descargan los dos acueductos que se analizan en el trabajo.

Tanque Portezuelos. Es el punto de descarga de los acueductos Paredes y Mascareñas, se encuentra a 4.0 km al Oriente de la Ciudad de Nogales, el camino de acceso al sitio del tanque es de terracería.

El tanque esta construido a base de concreto armado, con 57.4 m X 33.6 m (1,928 m²) y profundidades de 4.0 m en la cámara 1 y 3, 4 m en la cámara 2, resultando un volumen total de 7,000 m³; sin embargo, solo se tiene un volumen útil de 3,140 m³.

Las obras de llegada de los acueductos consisten en pequeñas cajas de concreto de 2.0 m x 3.0 m y 2.0 m de profundidad. Estas cajas se comunican directamente al tanque principal funcionando como desarenadoras.

En el tanque se lleva a cabo la aplicación de cloro al agua conducida hasta los tanques de la ciudad, para ello se cuenta con un cuarto aparte donde se dosifica su aplicación. Existen otras edificaciones propias del tanque como son caseta para la radio y para controles eléctricos y casa del operador.

Además de ser tanque de regularización es un rebombear. De este punto se bombea el agua a los tanques Torreón y Héroes a través de 2 líneas de conducción de 20" de diámetro cada una, ambas conducciones cuentan con 4 equipos de bombeo.

2.5 Descripción de los sistemas

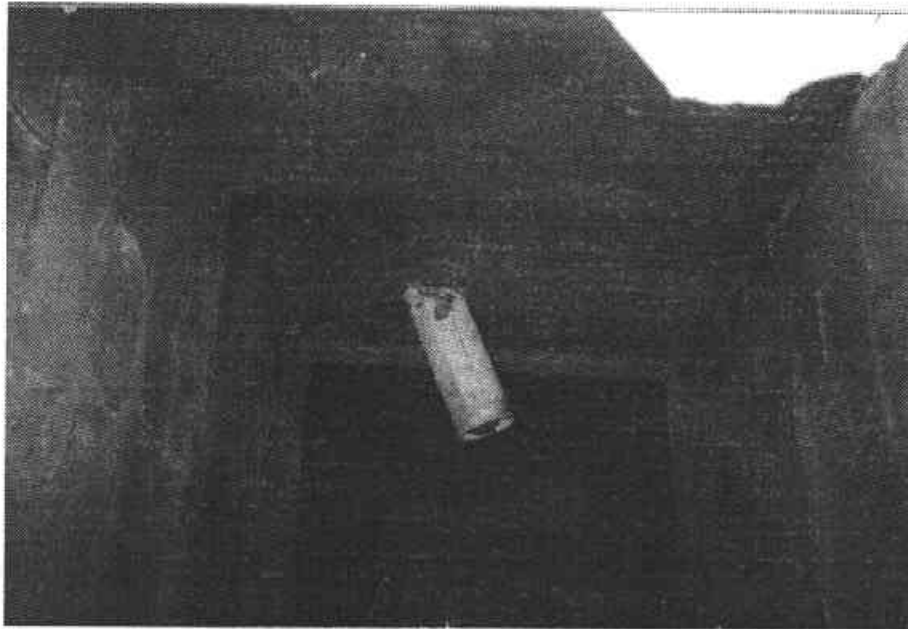
Los sistemas Paredes y Mascareñas están integrados de la siguiente manera:

Acueducto Paredes. *El acueducto funciona a gravedad y se integra de una galería filtrante, dos norias (Noria VII y IV) y dos pozos profundos (Santa Bárbara I y II). Las norias descargan al acueducto a descarga libre, es decir, a través de cajas a cielo abierto que provocan que la tubería trabaje como canal hacia aguas arriba y los pozos profundos descargan al acueducto a presión.*

El inicio del acueducto se considera en uno de los registros de la galería, más adelante en el km 1+599.6 se incorpora la Noria VII, en el km 2+359.1 se incorpora al acueducto la Noria IV (actualmente fuera de operación); en el km 3+127.9 anteriormente se incorporaba la Noria II (Rancho Paredes) dicha noria esta fuera de operación definitivamente, el pozo Santa Bárbara I se incorpora al acueducto Paredes en el km 10+158.4 y en el km 11+221.8 el pozo Santa Bárbara II.

Cabe hacer mención que las Norias VII y IV, se incorporan al acueducto a superficie libre, es decir, la descarga se hace sobre un registro a cielo abierto, por lo que en este punto el acueducto pierde presión. (Ver figura 2.12).

Figura 2.12 Registro donde Descarga la Noria VII



En la figura anterior se puede ver como descarga a superficie libre la Noria VII perdiéndose así la presión sobre el acueducto Paredes.

La Noria II descargaba a cielo abierto en un registro que tiene 3.5 m de altura, actualmente la Noria II esta fuera de operación definitivamente, por lo anterior y tomando en cuenta que el registro aún funciona, a partir de este punto (km 3+127.9) se inició el análisis para el diagnóstico del acueducto. (Ver figuras 2.13 y 2.14).

En las figuras siguientes se puede ver como se derrama el agua sobre el registro ubicado en el km 3+127.9 perdiéndose así la presión sobre la línea, esto debido a que la noria descargaba a superficie libre. En este punto es donde inicia el análisis para la calibración y el diagnóstico del acueducto Paredes.

Figura 2.13 Registro donde Descargaba la Noria II

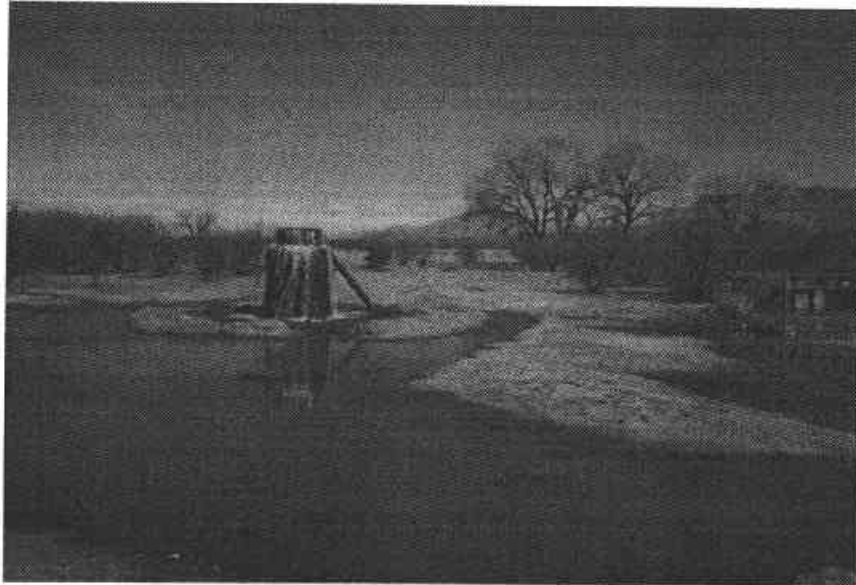


Figura 2.14 Registro donde Descargaba la Noria II



El acueducto Paredes tiene una derivación hacia el acueducto Mascareñas localizado en el km 20+613.1, dicha derivación se hace a través de una tubería de Asbesto Cemento de 12" (30.5 cm) y descarga al Rebombero Malvinas I.

El acueducto tiene su inicio en la elevación 1,000.00 y la descarga se encuentra en la cota 978.04 teniendo que pasar la tubería por un cerro donde la altura máxima tiene una cota de 977.6 y se localiza en el km 24+214.9. Este cerro limita la capacidad de conducción del acueducto.

Acueducto Mascareñas. *Se integra de dos norias (Noria II y I) y de cinco pozos profundos (Pozo Alamito, Casitas I, Pozo No. 8, Pozo No. 3 y Pozo No. 5).*

El acueducto tiene su inicio en la Noria II (km 0+000), en el km 0+221.3 se incorpora la Noria I, el pozo Alamito se incorpora en el km 0+759.1 y el pozo Casitas I en el km 0+974.6; estas 4 obras de captación descargan sus aguas al Rebombero Malvinas I localizado en el km 1+321.6.

El Pozo No. 8 se incorpora en el km 1+706.3, el Pozo No. 3 en el km 2+236.8 y en el km 2+852.8 se incorpora el Pozo No. 5. El acueducto descarga al tanque Portezuelos en el km 6+292.2.

El Rebombero Malvinas I se ubica en la cota 929.24 y bombea actualmente un gasto de 100.7 lps producto de la Norias II y del gasto que se deriva del acueducto Paredes. Cabe recordar que la Noria I, pozo Alamito y pozo Casitas I, actualmente se encuentran fuera de servicio. Los Pozos No. 8, No. 3 y No. 5 descargan al acueducto a presión.

El nivel de terreno en el punto de inicio del acueducto (Noria II) es la cota 929.37 y la descarga es en la cota 978.04, por lo que esta conducción es a bombeo.

El acueducto Mascareñas pasa a través de un túnel con una longitud de 161 m, inicia en el km 4+586 y termina en el km 4+747.

CAPITULO 3. ESTUDIOS BÁSICOS DE CAMPO

Para la ejecución satisfactoria de este trabajo fue necesario hacer algunos estudios básicos de campo, esto con el propósito de tener datos más confiables para obtener resultados más exactos.

Los estudios que se realizaron son: Estudios Topográficos, Estudios Manométricos y Pitométricos y Estudios de eficiencia electromecánica y pruebas de bombeo. Dichos estudios fueron realizados por la Empresa Consultora "Multiestudios Grupo Asociado S.A. de C.V."

Los resultados obtenidos y las descripciones de estos estudios se presentan en los siguientes apartados.

3.1 Estudios Topográficos

Los trabajos de topografía consistieron primeramente en localizar los acueductos, para después hacer el trazo de una poligonal de apoyo empleando el método de las radiaciones (ángulo y distancia), midiendo de vértice a vértice, ángulos y distancias, con teodolito y medidor de distancias electrónico, además se realizó sobre la misma poligonal la nivelación diferencial, orientaciones astronómicas y calas sobre la línea de conducción.

Poligonal de Apoyo y Nivelación Diferencial. Los vértices de las poligonales de apoyo se ubicaron sobre trompos con estaca testigo, en la cual se marco con pintura de aceite el número de identificación correspondiente, asimismo algunos de los vértices se ubicaron sobre las cajas de válvulas que integran los sistemas Paredes y Mascareñas, estos vértices se ubicaron sobre clavos para concreto, marcando con pintura de aceite el número de identificación correspondiente a cada vértice.

Una vez trazadas las poligonales de apoyo, se determinó la posición de los pozos y norias que integran cada uno de los sistemas de estudio.

El organismo operador, no tiene implantados en la zona sistemas de coordenadas y altimétrico (bancos de nivel), por lo que los trabajos realizados se refirieron a un sistema arbitrario, basándose en la carta H12B41 de INEGI.

Los valores adoptados para el PI-1 0+000 (Galería Filtrante) son:

$$X = 526,250.00$$

$$Y = 3'447,650.00$$

$$Z = 1,000.00$$

Con objeto de facilitar la localización del trazo de apoyo, se referenciaron 2 PI por kilómetro estas referencias se ubicaron sobre elementos fijos localizados en la zona, quedando debidamente señalados con pintura de aceite para facilitar su localización.

Orientaciones Astronómicas. Con objeto de controlar ángularmente los trazos y determinar el rumbo de partida para el cálculo de coordenadas, se realizaron orientaciones astronómicas a cada 5 km aproximadamente, así como al principio y al final, empleando el método de las distancias zenitales, determinando el azimut de la línea orientada con una aproximación de 1 minuto.

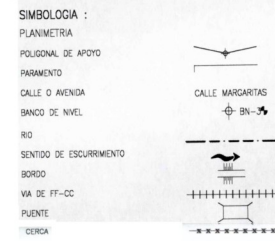
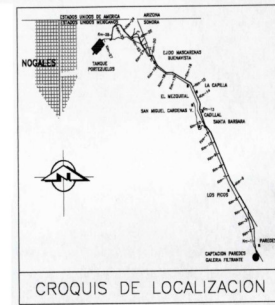
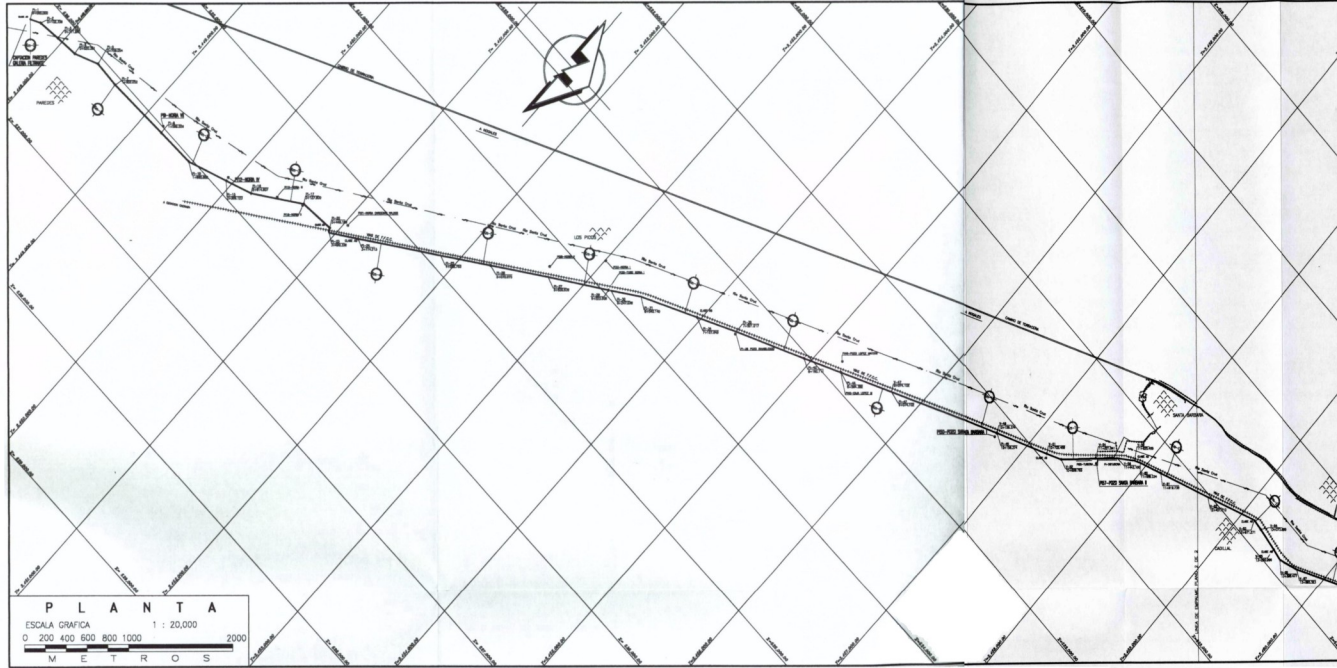
Calas sobre las líneas de conducción. Con objeto de definir el estado físico y clase de las tuberías de las líneas de conducción, se realizaron calas las cuales consistieron en la apertura de zanjas con la profundidad necesaria hasta descubrir las tuberías y poder realizar la inspección.

Elaboración de planos. Una vez concluidos los trabajos de campo, la información levantada se revisó en gabinete, realizando los cálculos necesarios como son cálculo de orientaciones astronómicas, coordenadas y nivelaciones, para posteriormente dibujar los planos en computadora empleando AUTOCAD V-14.

En los planos se representa la planta, mostrando el trazo de la poligonal de apoyo con cadenamientos en los vértices, tabla de coordenadas, escala gráfica, croquis de localización, simbología, norte astronómico y notas correspondientes, en la parte inferior se representa el perfil, indicando las elevaciones del terreno natural así como sus cadenamientos correspondientes, detallando los accidentes topográficos de consideración.

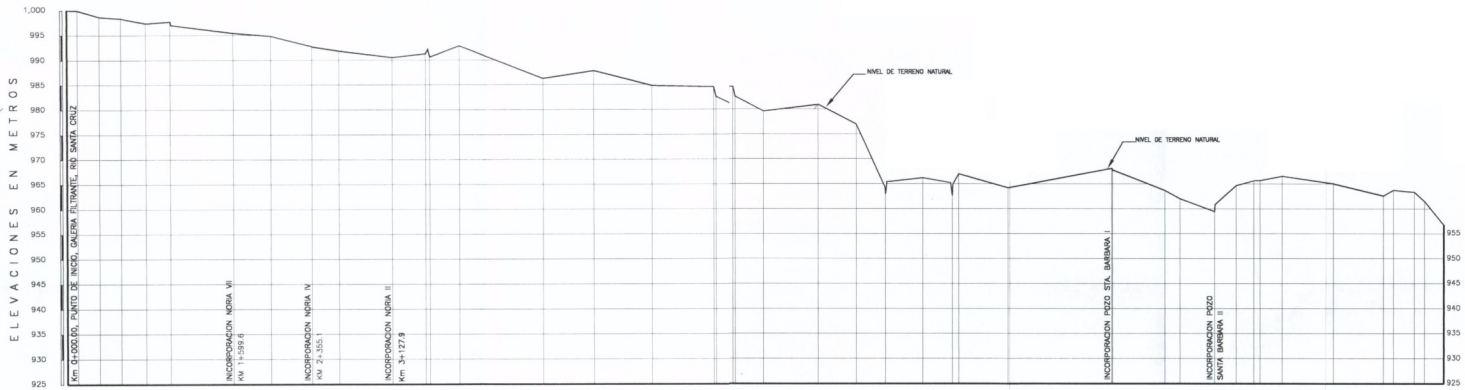
A continuación se presentan los planos topográficos del Sistema Paredes (Plano 1 y 2) y del Sistema Mascareñas (Plano 3).

Los planos del sistema Paredes tienen las siguientes escalas: la planta es escala 1:20,000, mientras que el perfil cuenta con una escala horizontal 1:20,000 y la escala vertical es 1:400. El plano topográfico del sistema Mascareñas tiene las siguientes escalas: la planta es escala 1:10,000, mientras que el perfil cuenta con una escala horizontal 1:10,000 y la escala vertical es 1:400.



CUADRO DE COORDENADAS

VERTICE	ANGULO HOR	ADMIT	DISTANCIA	UMED	COORDENADAS	ESTACION
EST	A	GR	MS	GR	X (E)	Y (N)
1	100	00	100	00	1000000	1000000
2	100	00	100	00	1000000	1000000
3	100	00	100	00	1000000	1000000
4	100	00	100	00	1000000	1000000
5	100	00	100	00	1000000	1000000
6	100	00	100	00	1000000	1000000
7	100	00	100	00	1000000	1000000
8	100	00	100	00	1000000	1000000
9	100	00	100	00	1000000	1000000
10	100	00	100	00	1000000	1000000
11	100	00	100	00	1000000	1000000
12	100	00	100	00	1000000	1000000
13	100	00	100	00	1000000	1000000
14	100	00	100	00	1000000	1000000
15	100	00	100	00	1000000	1000000
16	100	00	100	00	1000000	1000000
17	100	00	100	00	1000000	1000000
18	100	00	100	00	1000000	1000000
19	100	00	100	00	1000000	1000000
20	100	00	100	00	1000000	1000000
21	100	00	100	00	1000000	1000000
22	100	00	100	00	1000000	1000000
23	100	00	100	00	1000000	1000000
24	100	00	100	00	1000000	1000000
25	100	00	100	00	1000000	1000000
26	100	00	100	00	1000000	1000000
27	100	00	100	00	1000000	1000000
28	100	00	100	00	1000000	1000000
29	100	00	100	00	1000000	1000000
30	100	00	100	00	1000000	1000000
31	100	00	100	00	1000000	1000000
32	100	00	100	00	1000000	1000000
33	100	00	100	00	1000000	1000000
34	100	00	100	00	1000000	1000000
35	100	00	100	00	1000000	1000000
36	100	00	100	00	1000000	1000000
37	100	00	100	00	1000000	1000000
38	100	00	100	00	1000000	1000000
39	100	00	100	00	1000000	1000000
40	100	00	100	00	1000000	1000000
41	100	00	100	00	1000000	1000000
42	100	00	100	00	1000000	1000000
43	100	00	100	00	1000000	1000000
44	100	00	100	00	1000000	1000000
45	100	00	100	00	1000000	1000000
46	100	00	100	00	1000000	1000000
47	100	00	100	00	1000000	1000000
48	100	00	100	00	1000000	1000000
49	100	00	100	00	1000000	1000000
50	100	00	100	00	1000000	1000000



ASBESTESTO CEMENTO CLASE A-S;
DIAMETRO = 24" (Ø) (0.61m) LONGITUD = 13,595.3 mts.

TUBERIA, CLASE LONG. Y DIAM.	ELEVACION DE TERRENO	DISTANCIA AL ORIGEN
ASBESTESTO CEMENTO CLASE A-S; DIAMETRO = 24" (Ø) (0.61m) LONGITUD = 13,595.3 mts.	999.95	0.00
	998.66	50.00
	995.53	100.00
	992.26	150.00
	997.23	200.00
	997.25	250.00
	995.42	300.00
	994.81	350.00
	992.48	400.00
	991.23	450.00
	992.58	500.00
	992.83	550.00
	992.83	600.00
	992.83	650.00
	992.83	700.00
	992.83	750.00
	992.83	800.00
	992.83	850.00
	992.83	900.00
	992.83	950.00
	992.83	1000.00
	992.83	1050.00
	992.83	1100.00
	992.83	1150.00
	992.83	1200.00
	992.83	1250.00
	992.83	1300.00
	992.83	1350.00
	992.83	1400.00
	992.83	1450.00
	992.83	1500.00
	992.83	1550.00
	992.83	1600.00
	992.83	1650.00
	992.83	1700.00
	992.83	1750.00
	992.83	1800.00
	992.83	1850.00
	992.83	1900.00
	992.83	1950.00
	992.83	2000.00

NOTAS

- La planimetría y altimetría fue obtenida del levantamiento realizado por la empresa "Multiestudios Grupo Asociado" en enero de 1985.
- El sistema de coordenadas X y Y es arbitrario.
- El sistema de Control Altimétrico es arbitrario.
- Las elevaciones y distancias están indicadas en metros.
- El Norte indicado es el Astronómico.



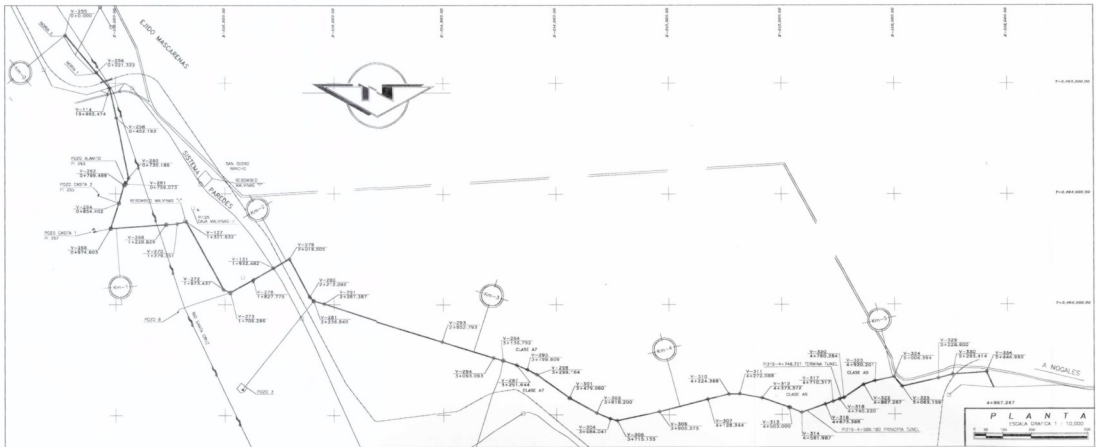
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE SISTEMAS PROFESIONALES
ENGE - INCIAN

AFIJAMIENTO DEL COSTO OPTIMO DE REPLICACION EN LAS CAPTACIONES DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PAREDES Y MASARONA DE LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA.
SISES PROFESIONAL

PLAN: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL SISTEMA PAREDES
FOLIO: 1 PAREDES DE 0+00 AL 13+00.3

ELABORADO POR: JOSE ANTONIO LAFAYE MARGALES
CORRIGIDO POR: ING. DEMONESTRACION ARCOZ SERRANO

PROYECTO: INGENIERIA CIVIL
FECHA: 1 DE JULIO DE 1980



CUADRO DE COORDENADAS

STACION	INICIAL	FINAL	LONGITUD	ANGULO	DISTANCIA	W	W²	Y	Y²	XY
1	0+00	0+10	10.00	180	10.00	-10.000	100.000	0.000	0.000	0.000
2	0+10	0+20	10.00	135	6.708	-6.708	45.000	3.354	22.500	-22.500
3	0+20	0+30	10.00	90	3.420	-3.420	11.724	6.062	30.000	-30.000
4	0+30	0+40	10.00	45	1.688	-1.688	2.849	3.124	15.000	-15.000
5	0+40	0+50	10.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0+50	0+60	10.00	315	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
7	0+60	0+70	10.00	270	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
8	0+70	0+80	10.00	225	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
9	0+80	0+90	10.00	180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0+90	1+00	10.00	135	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
11	1+00	1+10	10.00	90	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
12	1+10	1+20	10.00	45	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
13	1+20	1+30	10.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	1+30	1+40	10.00	315	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
15	1+40	1+50	10.00	270	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
16	1+50	1+60	10.00	225	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
17	1+60	1+70	10.00	180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	1+70	1+80	10.00	135	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
19	1+80	1+90	10.00	90	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
20	1+90	2+00	10.00	45	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
21	2+00	2+10	10.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	2+10	2+20	10.00	315	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
23	2+20	2+30	10.00	270	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
24	2+30	2+40	10.00	225	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
25	2+40	2+50	10.00	180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26	2+50	2+60	10.00	135	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
27	2+60	2+70	10.00	90	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
28	2+70	2+80	10.00	45	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
29	2+80	2+90	10.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	2+90	3+00	10.00	315	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
31	3+00	3+10	10.00	270	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
32	3+10	3+20	10.00	225	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
33	3+20	3+30	10.00	180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
34	3+30	3+40	10.00	135	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
35	3+40	3+50	10.00	90	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
36	3+50	3+60	10.00	45	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
37	3+60	3+70	10.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
38	3+70	3+80	10.00	315	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
39	3+80	3+90	10.00	270	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
40	3+90	4+00	10.00	225	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
41	4+00	4+10	10.00	180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
42	4+10	4+20	10.00	135	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
43	4+20	4+30	10.00	90	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
44	4+30	4+40	10.00	45	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
45	4+40	4+50	10.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
46	4+50	4+60	10.00	315	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
47	4+60	4+70	10.00	270	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
48	4+70	4+80	10.00	225	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
49	4+80	4+90	10.00	180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50	4+90	5+00	10.00	135	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
51	5+00	5+10	10.00	90	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
52	5+10	5+20	10.00	45	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
53	5+20	5+30	10.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
54	5+30	5+40	10.00	315	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
55	5+40	5+50	10.00	270	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
56	5+50	5+60	10.00	225	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
57	5+60	5+70	10.00	180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
58	5+70	5+80	10.00	135	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
59	5+80	5+90	10.00	90	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
60	5+90	6+00	10.00	45	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
61	6+00	6+10	10.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
62	6+10	6+20	10.00	315	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
63	6+20	6+30	10.00	270	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
64	6+30	6+40	10.00	225	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
65	6+40	6+50	10.00	180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
66	6+50	6+60	10.00	135	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
67	6+60	6+70	10.00	90	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
68	6+70	6+80	10.00	45	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
69	6+80	6+90	10.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70	6+90	7+00	10.00	315	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
71	7+00	7+10	10.00	270	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
72	7+10	7+20	10.00	225	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
73	7+20	7+30	10.00	180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
74	7+30	7+40	10.00	135	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
75	7+40	7+50	10.00	90	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
76	7+50	7+60	10.00	45	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
77	7+60	7+70	10.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
78	7+70	7+80	10.00	315	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
79	7+80	7+90	10.00	270	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
80	7+90	8+00	10.00	225	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
81	8+00	8+10	10.00	180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
82	8+10	8+20	10.00	135	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
83	8+20	8+30	10.00	90	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
84	8+30	8+40	10.00	45	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
85	8+40	8+50	10.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
86	8+50	8+60	10.00	315	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
87	8+60	8+70	10.00	270	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
88	8+70	8+80	10.00	225	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
89	8+80	8+90	10.00	180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90	8+90	9+00	10.00	135	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
91	9+00	9+10	10.00	90	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
92	9+10	9+20	10.00	45	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
93	9+20	9+30	10.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
94	9+30	9+40	10.00	315	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
95	9+40	9+50	10.00	270	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	30.000
96	9+50	9+60	10.00	225	1.688	1.688	2.849	3.124	15.000	15.000
97	9+60	9+70	10.00	180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
98	9+70	9+80	10.00	135	6.708	6.708	45.000	3.354	22.500	22.500
99	9+80	9+90	10.00	90	3.420	3.420	11.724	6.062	30.000	

3.2 Estudios Manométricos y Pitométricos

Estos estudios consisten en medir sobre la tubería la presión manométrica y el gasto que circula sobre la misma.

Para realizar estos trabajos las herramientas utilizadas son: válvula de inserción, máquina insercionadora, varilla calibradora, tubo Pitot, Manómetro Diferencial, Registrador de Velocidad, Registrador de Presión Diferencial, Brocas Machuelo, Líquidos Manométricos, material de laboratorio como embudo, probeta, etc. y algunos artículos como cinta métrica, gráficas para registrador de velocidad y presión diferencial, llaves españolas, martillo, etc.

Las mediciones se hicieron para un total de siete puntos asociados a la descarga de los pozos y para otros seis sobre la línea de conducción, tanto del acueducto Paredes como del acueducto Mascareñas. Los puntos donde se hicieron las mediciones en las líneas son: cuatro en el acueducto Paredes y dos en el Mascareñas, y corresponden a los relacionados en el cuadro 3.1.

Para el caso de las mediciones sobre las líneas de conducción, se realizaron dos series: la primera con la operación de la galería filtrante, pozos y norias, misma que fue desechada por corresponder a una operación intermitente de tales captaciones; la segunda serie, finalmente aceptada, fue realizada con la operación de la galería filtrante únicamente, debido a que para entonces las demás captaciones se encontraban fuera de operación temporalmente. Fue la segunda serie de mediciones la aceptada, en virtud de que con ella resultaba más adecuado realizar la calibración hidráulica de los acueductos (definición de los coeficientes de rugosidad). En el cuadro 3.1 se consignan los resultados de gasto y presión con base a las mediciones sobre los acueductos Paredes y Mascareñas, mismos con los que se hace la calibración del funcionamiento hidráulico.

**Cuadro 3.1 Resultados Manométricos y Pitométricos sobre los acueductos.
Época de Lluvias.- Galería Filtrante Operando**

Acueducto	Cadenamiento	Elevación de Terreno (m)	Presión Medida (m)	Elevación Piezométrica (m)	Gasto Medido (l/s)
Paredes	A 10+150.5	968.14	18.50	986.64	229.98
	B 10+158.4	967.82	18.50	986.32	231.40
	C 14+356.8	959.61	32.00	991.61	222.98
	D 22+417.8	938.30	44.00	982.30	159.62
Mascareñas	E 1+321.6	929.24	65.00	994.24	100.70
	F 3+479.1	965.68	21.00	986.68	152.07

En la figura 3.1 se observa el momento en que se esta haciendo la medición de gasto en el punto "E" localizado sobre el acueducto Mascareñas, a la salida del Rebombero Malvinas I (km 1+321.62). Puede verse el registrador de velocidad y el Tubo Pitot ya instalados sobre la línea. La medición de velocidades para los puntos ubicados sobre los acueductos Paredes y Mascareñas se realiza durante 24 horas continuas.

Figura 3.1 Medición pitométrica sobre el Acueducto Mascareñas (km 1+321.62)



Para el caso de las mediciones en norias y pozos, se aceptó la primera serie de mediciones, pues el objetivo de tales mediciones era conocer el gasto que aportan a los sistemas cuando estas operan, máxime que la pitometría en este tipo de captaciones se complementa determinando la curva de operación de los equipos de bombeo; para las norias y pozos, en la segunda serie de mediciones pitométricas, se procedió a verificar los resultados para las captaciones en operación sobre el acueducto Mascareñas.

En el cuadro 3.2 se resumen los caudales medidos para los pozos y norias.

Cuadro 3.2 Resultados Manométricos y Pitométricos sobre la obras de captación. Época de Estiaje.

No.	Obra de Captación	Aforo Pitométrico	
		Gasto (lps)	Presión (m)
ACUEDUCTO PAREDES			
1	Galería Filtrante	--	--
2	Noria VII	38.00	10.00
3	Noria IV	--	--
4	Pozo Santa Barbara I	48.24	24.50
5	Pozo Santa Barbara II	59.98	29.00
Suma norias y pozos		146.22	--
ACUEDUCTO MASCAREÑAS			
1	Noria II	40.88	4.50
2	Noria I	--	--
3	Pozo Casitas I	5.47	2.50
4	Pozo Alamito	--	--
5	Pozo 3	26.14	60.00
6	Pozo 5	28.75	76.50
7	Pozo 8	--	--
Suma norias y pozos		101.24	--

Notas:

- En la Galería Filtrante no se realizaron aforos en época de estiaje, el Q=90 l/s es el estimado;
- En la Noria IV no se realizó pitometría porque al momento de los trabajos se encontraba desinstalado el equipo de bombeo.
- En la Noria I y el pozo Alamito, no se realizó pitometría porque al momento de los trabajos no se encontraban en operación.
- En el pozo 8 no se realizaron los estudios de pitometría porque el equipo se encontraba "caído" (dentro del pozo).

Con lo anterior se concluye que para el caso del acueducto Paredes en época de estiaje las obras de captación producen 236.2 lps (adicionando el gasto estimado de la galería filtrante que es de 90 lps) y en época de lluvias solamente la galería filtrante es capaz de producir un gasto de 231.4 lps.

Para el caso del acueducto Mascareñas, las obras de captación producen un gasto de 101.2 lps, sin considerar los gastos de la Noria I, Pozo Alamito y Pozo No. 8, que actualmente están fuera de operación.

3.3 Estudios de eficiencia electromecánica y pruebas de bombeo

3.3.1 Eficiencia Electromecánica.

Los estudios de eficiencia electromecánica se realizan con el objeto de conocer la eficiencia del conjunto bomba - motor bajo ciertas condiciones de trabajo, así también conocer los factores eléctricos del pozo como son voltaje, amperaje y factor de potencia.

Se efectuaron las mediciones eléctricas del amperaje, comprobando la capacidad y protección de cada arrancador. Esta actividad se realiza únicamente para los pozos electrificados, por lo que dicho estudio solo se realizó a los pozos Casitas I, Pozo No. 3 y Pozo No. 5 en la zona de captación Mascareñas. El pozo Alamito y Pozo No. 8 también están electrificados, pero no se les hizo el estudio por estar fuera de operación.

En los cuadros 3.3 a - c se presentan los resultados del estudio de eficiencia electromecánica para los Pozos Casitas I, Pozo No. 3 y Pozo No. 5.

Cuadro 3.3a Eficiencias Electromecánica. Pozo Casitas I

Concepto	Unidad	Operación Nominal	Abertura de la Válvula				
			0%	1%	20%	50%	100%
Gasto	lps	5.0	0.0	5.5	5.0	5.0	5.0
Nivel Dinámico	m	58.18	58.05	58.31	58.18	58.18	58.18
Voltaje	Volts	450.0	449.3	449.6	450.0	450.0	450.0
Amperaje	Amps.	36.7	38.7	37.3	36.6	36.6	36.6
Factor de Potencia	--	72.0	71.9	72.0	72.0	72.0	72.0
Potencia Hidráulica	Hp	3.8	0.0	4.4	3.8	3.8	3.8
Potencia Eléctrica	Hp	27.6	29.0	28.1	27.6	27.6	27.6
Eficiencia Total	%	13.85	0.0	15.60	13.85	13.85	13.85
Eficiencia Motor	%	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00
Eficiencia Bomba	%	16.89	0.0	19.62	16.89	16.89	16.89

Cuadro 3.3b Eficiencias Electromecánica. Pozo No. 3

Concepto	Unidad	Operación Nominal	Abertura de la Válvula				
			0%	25%	50%	75%	100%
Gasto	lps	25.1	0.0	17.0	24.3	25.4	28.1
Nivel Dinámico	m	49.00	40.10	36.05	43.15	46.00	48.55
Voltaje	Volts	449.0	450.0	449.0	449.7	449.3	450.3
Amperaje	Amps.	59.3	44.0	56.0	58.3	59.3	59.3
Factor de Potencia	--	83.5	83.2	83.5	83.5	83.6	83.5
Potencia Hidráulica	Hp	36.3	0.0	22.6	33.9	35.9	40.2
Potencia Eléctrica	Hp	51.6	38.3	48.7	50.8	51.7	51.8
Eficiencia Total	%	70.41	0.0	46.34	66.82	69.34	77.67
Eficiencia Motor	%	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00
Eficiencia Bomba	%	85.86	0.0	56.51	81.48	84.56	94.71

Cuadro 3.3c Eficiencias Electromecánica. Pozo No. 5

Concepto	Unidad	Operación Nominal	Abertura de la Válvula				
			0%	25%	50%	75%	100%
Gasto	lps	28.1	--	25.1	26.6	27.2	28.2
Nivel Dinámico	m	27.90	--	26.00	26.20	27.70	28.00
Voltaje	Volts	440.0	--	440.3	440.3	440.0	440.6
Amperaje	Amps.	95.0	--	91.3	95.0	96.0	96.7
Factor de Potencia	--	88.3	--	88.3	88.3	88.2	88.1
Potencia Hidráulica	Hp	36.2	--	36.5	37.4	36.3	36.4
Potencia Eléctrica	Hp	85.7	--	82.4	86.3	86.5	87.1
Eficiencia Total	%	42.21	--	44.24	43.36	69.34	41.78
Eficiencia Motor	%	92.85	--	92.85	92.85	82.00	92.85
Eficiencia Bomba	%	45.46	--	47.64	46.69	84.56	44.99

3.3.2 Pruebas de Bombeo.

Se realizó el estudio de las pruebas de bombeo para los pozos o norias existentes que se encontraron en operación, para los pozos se realizó durante 24 horas determinando los parámetros de bombeo y curvas características del comportamiento del acuífero, con objeto de obtener el gasto óptimo de explotación; para las norias se realizó un aforo por el tiempo que fue necesario de acuerdo al comportamiento del nivel freático.

En el cuadro 3.4 se resumen resultados de las pruebas de bombeo, presentando el gasto máximo y el gasto óptimo de explotación para las obras de captación que conforman los sistemas Paredes y Mascareñas.

Cuadro 3.4 Resultados de las Pruebas de Bombeo

No.	Obra de Captación	Gasto De Aforos	
		Máximo (l/s)	Óptimo (l/s)
ACUEDUCTO PAREDES			
1	Galería Filtrante	231.40	90.00 estiaje 231.40 lluvia
2	Noria VII	50.90	30.00
3	Noria IV	43.33	32.00
4	Pozo Santa Barbara I	99.82	70.00
5	Pozo Santa Barbara II	131.14	80.00
	Suma en galería	231.40	90.00 estiaje 231.40 lluvia
	Suma norias y pozos	325.19	212.00
ACUEDUCTO MASCAREÑAS			
1	Noria II	79.32	34.00
2	Noria I	24.12	20.50
3	Pozo Casitas I	11.50	9.00
4	Pozo Alamito	7.66	6.00
5	Pozo 3	--	25.00
6	Pozo 5	32.52	27.00
7	Pozo 8	--	25.00
	Suma norias y pozos	155.12	146.50

Notas:

- En la Galería Filtrante no se realizaron pruebas de bombeo.
- En el pozo 3 no se realizaron las pruebas de bombeo porque el Organismo Operador ya tenía este estudio.
- En el pozo 8 no se realizaron las pruebas de bombeo porque el equipo se encontraba "caído" (dentro del pozo).
- Para los pozos 3 y 8 se estima un caudal de 25 lps, muy semejante al gasto recomendado para el pozo 5.
- Los gastos asentados para la Galería Filtrante son: en el caso de los 231.4 lps el medido en el estudio pitométrico y los 90 lps son estimados por el Organismo Operador.

Del cuadro 3.4 se concluye que el gasto óptimo de explotación del sistema Paredes es, para época de estiaje de 302.0 lps y para época de lluvias de 443.4 lps considerando en ambos casos todos los pozos y norias que integran el sistema, asimismo para el sistema Mascareñas el gasto óptimo de explotación es de 146.5 lps tomando en cuenta todas las obras de captación que lo componen.

Las actividades principales asociadas a cada uno de los pozos y norias aforadas son:

- Desinstalación e instalación de equipo bomba - motor en las norias o pozos a aforar o inspeccionar.
- Para los pozos, desincrustación y pistoneo en caso de ser necesario.
- Para los pozos, determinación de los parámetros de bombeo.
- Aforo de pozos o norias con equipo de bombeo; para el caso de pozos, durante 24 hrs.; para el caso de norias, se realizó un aforo por el tiempo que fue necesario de acuerdo al comportamiento del nivel freático, por lo que dichos aforos, en general fueron de menos de 24 hrs.

CAPITULO 4. ANÁLISIS HIDRÁULICO EN CONDICIONES ACTUALES

4.1 Ecuaciones básicas

Las ecuaciones básicas utilizadas en el desarrollo de este trabajo son: Gasto medio diario, gasto máximo diario y horario, velocidades máxima y mínima y pérdidas de carga por fricción; conceptos que a continuación se describen.

- ♦ **Gasto Medio Diario.** El gasto medio es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio.

El gasto medio diario es:

$$Q_{med} = \frac{D \times P}{86,400}$$

Donde:

Q_{med} = Gasto medio diario, en lps
 D = Dotación, en l/hab/día
 P = Número de habitantes

- ♦ **Gasto Máximo Diario y Horario.** Los gastos máximo diario y horario, son los requeridos para satisfacer las necesidades de la población en un día de máximo consumo, y a la hora de máximo consumo en un año tipo, respectivamente.

Los gastos máximo diario y horario se obtienen a partir del gasto medio con las siguientes expresiones:

$$Q_{Md} = Q_{med} \times CV_d$$

$$Q_{Mh} = Q_{Md} \times CV_h$$

Donde:

Q_{Md} = Gasto máximo diario, en lps
 Q_{Mh} = Gasto máximo horario, en lps
 CV_d = Coeficiente de variación diaria (1.40)
 CV_h = Coeficiente de variación horaria (1.55)
 Q_{med} = Gasto medio diario, en lps

- ♦ **Velocidades Máxima y Mínima.** Las velocidades permisibles del líquido en un conducto están gobernadas por las características del material del conducto y la magnitud de los fenómenos transitorios. Existen límites tanto inferiores como superiores. La velocidad mínima de escurrimiento se fija, para evitar el azolvamiento de partículas en el ducto. La velocidad máxima será aquella con la cual no deberá ocasionarse erosión en las paredes de las tuberías. En el cuadro 4.1 se presentan valores de estas velocidades para diferentes materiales de tubería.

Cuadro 4.1 Velocidades Máxima y Mínima permisibles en tuberías

Material de la tubería	Velocidad (m/s)	
	Máxima	Mínima
Concreto Simple hasta 45 cm de diámetro	3.00	0.30
Concreto Reforzado hasta 60 cm de diámetro o mayores	3.50	0.30
Concreto Presforzado	3.50	0.30
Acero con revestimiento	5.00	0.30
Acero sin revestimiento	5.00	0.30
Acero Galvanizado	5.00	0.30
Asbesto Cemento	5.00	0.30
Fierro Fundido	5.00	0.30
Hierro Dúctil	5.00	0.30
Polietileno de alta densidad	5.00	0.30
PVC (Policloruro de Vinilo)	5.00	0.30

Nota : La velocidad máxima es considerando que se han resuelto los problemas asociados a fenómenos transitorios.

- ♦ **Pérdidas de carga por fricción.** El coeficiente de fricción es la variable de diseño que permite calcular las pérdidas de energía en el escurrimiento por un conducto.

Se ha determinado que en el diseño de conductos a presión de sistemas de agua potable, para obtener las pérdidas de energía se utilice el modelo de Darcy - Weisbach. Esto se debe a:

- El modelo de Darcy - Weisbach tiene un fundamento teórico, respecto al esfuerzo cortante entre la pared de la tubería y el líquido, así como a la viscosidad del mismo.
- Su rango de aplicación no se restringe a las variables experimentales, como sucede con los modelos experimentales de Hazen - Williams y Manning.
- Este modelo considera a los tres tipos de regímenes de flujo (laminar, transición y turbulento), lo cual no ocurre con el modelo empírico de Hazen - Williams.

- Debido a la automatización por computadora del proceso de cálculo de las redes de agua potable, se facilita el uso de modelos complicados, que en otro tiempo tuvieron que ser sustituidos por aproximaciones experimentales.

Por las razones anteriores para este estudio las pérdidas de energía se calcularán con el modelo de Darcy - Weisbach, el cual se describe en el siguiente apartado.

4.2 Formula de Darcy - Weisbach

La fórmula de Darcy - Weisbach se usará en el presente trabajo para el cálculo de pérdidas por fricción en el diseño de conductos a presión para agua potable, y la expresión es la siguiente:

$$h_f = f \frac{L v^2}{D 2g}$$

Donde:

- h_f = Pérdida de energía por fricción, en m.
- f = Coeficiente de fricción, adimensional.
- L = Longitud de la tubería, en m.
- D = Diámetro interno del tubo, en m.
- v = Velocidad media, en m/s.
- g = Aceleración de la gravedad, en m/s^2 .

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la expresión:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3.71 D} + \frac{2.51}{R_e \sqrt{f}} \right)$$

Donde:

- f = Coeficiente de fricción, adimensional.
- ε = Rugosidad, en mm.
- R_e = Número de Reynolds, adimensional.
- D = Diámetro interno del tubo, en mm.

Y el número de Reynolds está dado por la expresión :

$$R_e = \frac{vD}{\nu}$$

Donde:

R_e = Número de Reynolds, adimensional.

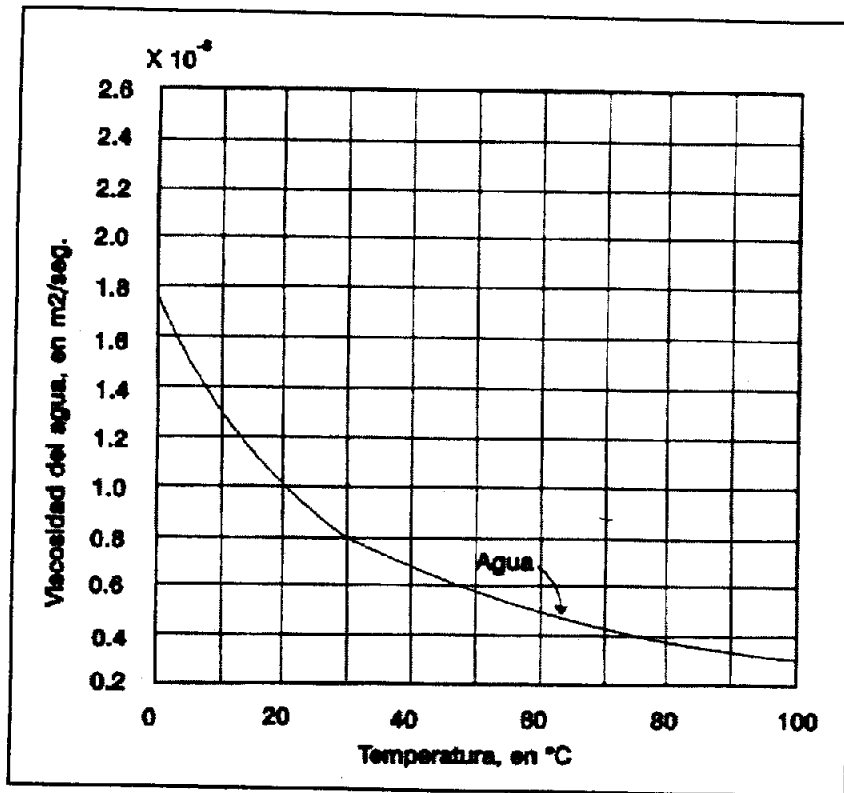
v = Velocidad media, en cm/s.

D = Diámetro interno del tubo, en cm.

ν = Viscosidad cinemática del tubo , en cm^2/s .

La viscosidad cinemática ν varía con la temperatura ; para una temperatura de 20°C la viscosidad cinemática del agua es $1 \text{ m}^2/\text{seg}$ (Ver figura 4.1).

Figura 4.1 Viscosidad Cinemática



Existe una gráfica que relaciona estas expresiones, y es conocida como "Diagrama de Moody" (Ver figura 4.2).

Algunos valores de la rugosidad ϵ de los materiales se presentan en el cuadro 4.2.

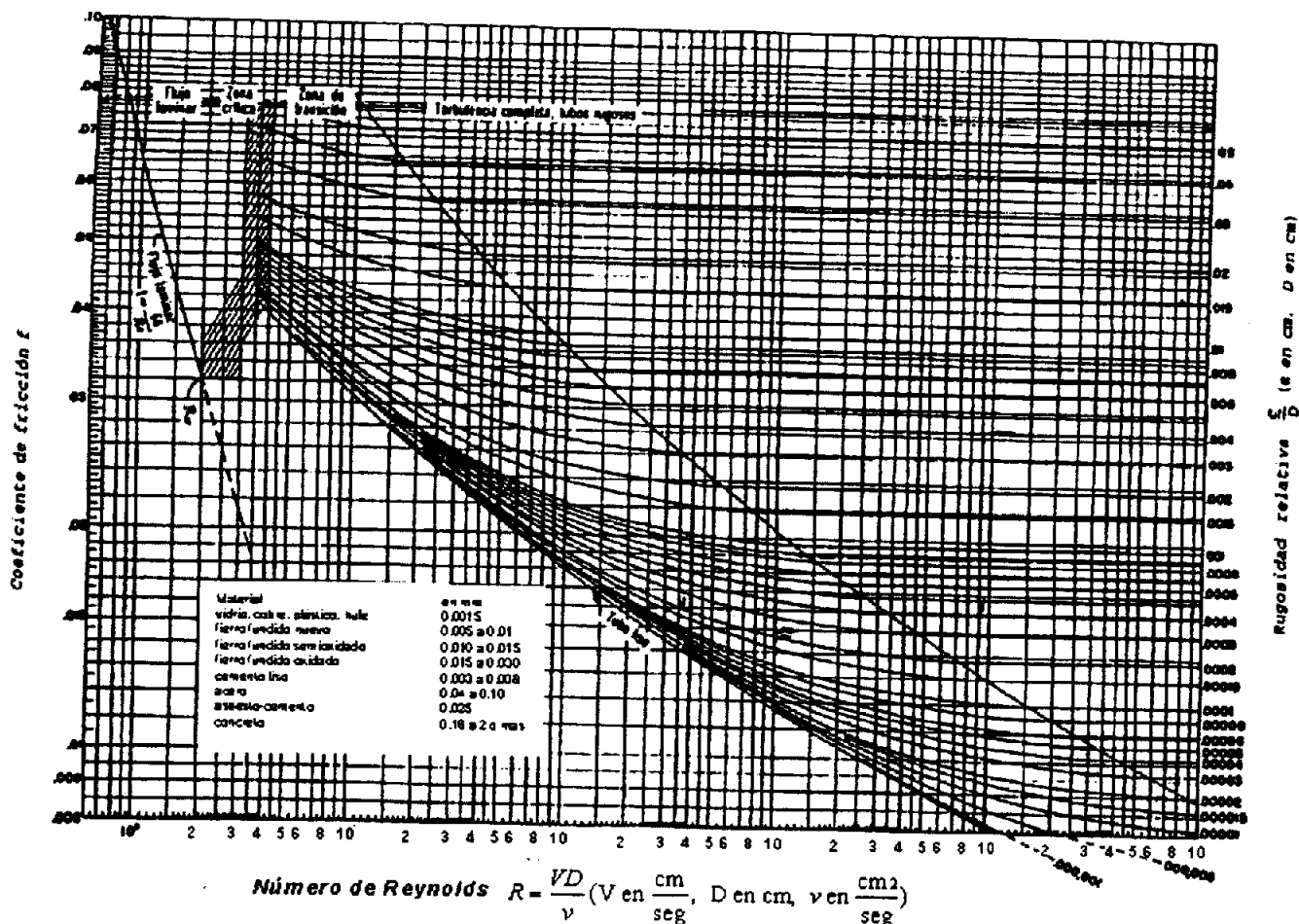
Cuadro 4.2. Rugosidad ϵ de algunos materiales

Material	ϵ en mm
Cobre, PVC, Polietileno de alta densidad	0.0015
Fierro Fundido	0.005 a 0.03
Acero	0.04 a 0.10
Asbesto Cemento	0.025
Concreto	0.16 a 2.0

Nota : Para fierro fundido el valor de ϵ será de 0.005; cuando se use fierro fundido oxidado será de 0.030.

Con concreto liso el valor de ϵ será de 0.16 ; si se tiene concreto áspero ϵ será de 2.0

Figura 4.2 Diagrama de Moody



4.3 Acueducto Paredes

4.3.1 Calibración de la rugosidad de la tubería

Se parte del análisis del acueducto Paredes; ello por su mayor longitud, por contar con más puntos de medición y dado que, en época de lluvia (cuando se realizó el estudio manométrico y pitométrico sobre el acueducto), solo operaba la galería filtrante.

Para realizar la calibración del acueducto se toman en cuenta las condiciones actuales de operación, es decir, la operación exclusiva de la galería filtrante, así como los registros de descargas a cielo abierto de las Norias VII, IV y II en el km 1+599.6, 2+359.1 y 3+127.9 respectivamente. Debido a que las norias descargan a cielo abierto en estos puntos se pierde la carga que trae el acueducto, por lo que el análisis del mismo en condiciones actuales inicia en el km 3+127.9.

Tomando en consideración los resultados del estudio manométrico y pitométrico, así como las condiciones de operación actual sobre el acueducto, se realizaron simulaciones del comportamiento hidráulico del acueducto, analizando diferentes valores de " ϵ " (rugosidad) según la fórmula de Darcy - Weisbach a fin de obtener el coeficiente de fricción " f " y la línea piezométrica asociada, misma que, para cada gasto medido, se compara con las presiones también medidas a fin de obtener el valor de rugosidad real de la tubería.

En el siguiente cuadro se presentan los puntos sobre el acueducto donde se realizaron las mediciones de presión y gasto sobre el acueducto Paredes, así como la elevación piezométrica resultante.

**Cuadro 4.3 Mediciones sobre el acueducto Paredes
Época de Lluvias.- Galería Filtrante Operando**

Cadenamiento	Presión Medida (m)	Elevación Piezométrica (m)	Gasto Medido (l/s)
A 10+150.476	18.5	986.64	230.0
B 10+158.374	18.5	986.32	231.4
C 14+356.803	32.0	991.61	223.0
D 22+417.814	44.0	982.30	159.6

Cabe hacer mención que las mediciones de presión y gasto sobre el acueducto no se realizaron al mismo tiempo, es decir, no se instalaron los cuatro medidores de presión y gasto en el mismo instante, causa por la cual los gastos medidos son diferentes.

Debido a lo anterior se realizaron simulaciones con cada uno de los gastos registrados en las mediciones de los puntos A, B y C variando las ϵ (rugosidad) hasta hacer checar las presiones medidas con las presiones resultantes de la simulación en cada uno de los puntos; arrojando los siguientes resultados:

1. Se inicia el análisis revisando el acueducto con una $\epsilon=0.025$ (rugosidad del Asbesto Cemento nuevo) y un $Q=231.4$ lps resultando una elevación piezométrica en la descarga de 978.95 m y una carga de 0.91 m.

2. Para igualar la carga leída en el punto A, resulta una $\varepsilon=0.420$ (superior a la rugosidad del concreto liso), con esta rugosidad no se llega al punto de descarga, es decir, falta presión para llegar a la descarga (carga a la llegada del tanque -4.65 m), por lo que se descarta esta rugosidad.
3. Para calibrar la presión leída en el punto B, resulta una $\varepsilon=0.491$ (superior a la rugosidad del concreto liso), al igual que el análisis anterior con esta rugosidad no se llega al punto de descarga (carga a la llegada del tanque -5.49 m), por lo que se descarta esta rugosidad.
4. Para calibrar la carga leída en el punto C, resulta una ε muy pequeña (inferior a la rugosidad del PVC ó cobre), por lo que se descarta también esta rugosidad.

Por lo anterior se concluye que no se puede hacer la calibración tomando como base las cargas leídas en las mediciones realizadas, así entonces se procede a hacer otras simulaciones tomando como referencia los gastos medidos en los puntos C y D del acueducto Paredes por ser estos las mediciones realizadas casi al mismo tiempo.

Para un $Q=223.0$ lps se hacen simulaciones con una $\varepsilon=0.025$, $\varepsilon=0.050$, $\varepsilon=0.070$, $\varepsilon=0.159$, $\varepsilon=0.420$ y $\varepsilon=0.090$ definiéndose esta última como la que mejor representa el comportamiento hidráulico del acueducto Paredes, arrojando los siguientes resultados:

$$\varepsilon \text{ (rugosidad)} = 0.090$$

Para un gasto de 223 l/s (km. 0+000 a 20+613)

$$f \text{ (coeficiente de fricción)} = 0.01505$$

Para un gasto de 159.6 l/s (km. 20+613 a tanque), ya derivados 63.4 l/s a Mascareñas

$$f \text{ (coeficiente de fricción)} = 0.01560$$

resultando una elevación piezométrica en la descarga en el tanque Portezuelos de 978.63 m, y una carga de 0.59 m.

Las memorias de cálculo se presentan en el apartado de anexos.

Una vez obtenida la calibración del coeficiente de rugosidad bajo las consideraciones recién expuestas, se procedió a su verificación con base a las mediciones de presión realizadas en la primer visita de reconocimiento sobre el acueducto Paredes (Mayo de 1997), previo a los estudios mamométricos y pitométricos.

Si bien en dicha visita, la información relativa al caudal aportado por cada obra de captación al sistema es aproximada (obtenida a través del Organismo Operador), las condiciones de operación eran diferentes a cuando se realizó la pitometría sobre tal acueducto (se estaban operando aproximadamente 188 lps aportados de la siguiente manera: 90 lps de la galería filtrante, 25 lps de cada una de las dos norias y 48 l/s del pozo Santa Barbara I); por lo tanto, se consideró prudente revisar el comportamiento hidráulico del acueducto para dichos caudales y para la rugosidad antes calculada pues, para tales condiciones de operación se realizaron mediciones de presión en diferentes puntos.

Con las mediciones de presión realizadas en Mayo de 1997 la pendiente hidráulica resultante es de 0.000565, mientras que las pendientes resultantes de las simulaciones realizadas para el gasto de 188 lps son las siguientes:

Para una $\epsilon=0.090$ la pendiente S resulta de 0.000531

Para una $\epsilon=0.050$ la pendiente S resulta de 0.000510

Para una $\epsilon=0.159$ la pendiente S resulta de 0.000565

La rugosidad de 0.159 es la que iguala la pendiente resultante de las mediciones de campo, pero cuando se revisa para el gasto de 223 lps (condiciones actuales) resulta que con esta rugosidad no se llega al punto de descarga, por lo que se descarta esta rugosidad; así entonces la rugosidad de 0.090 se acepta como la correcta para el acueducto paredes.

En el apartado 4.3.3 se anexa el plano (Plano 4) donde se comparan las mediciones de presión realizadas en campo y las resultantes de la simulación.

4.3.2 Diagnóstico del acueducto

Con una longitud total de 27 km, con tubería de asbesto - cemento, en diámetro de 24" y clases A-5 y A-7. Este acueducto es alimentado por una galería filtrante, que toma agua del río Santa Cruz, así como por dos norias (noria VII y IV) y dos pozos (Santa Bárbara I y II) - ver Plano 4 -.

Una tercer noria, denominada noria II, dejó de operar tiempo atrás, pues su aportación y condiciones civiles y electromecánicas no eran las adecuadas.

a) Operación en época de lluvias

En la última época de lluvias, la aportación al acueducto Paredes la hizo la galería filtrante, con operación por gravedad. De acuerdo al estudio pitométrico realizado, se manejó un gasto de 223 lps hasta el km. 20+613 donde derivaba 63 lps al acueducto Mascareñas para su rebombeo por dicho acueducto a través del Rebombeo Malvinas I; a partir del Km. 20+613 del acueducto Paredes, y hasta su punto final (tanque Portezuelos), el gasto conducido por gravedad resultó de 160 lps.

El caudal de 223 lps es el máximo que, con aportación exclusiva de la galería filtrante, puede conducirse por este acueducto (considerando la derivación por Malvinas hacia Mascareñas) dadas las condiciones actuales de infraestructura. Actualmente, la conexión al acueducto de las norias VII, IV y II (esta última fuera de operación en forma definitiva) se hace a través de cajas a cielo abierto que provocan que la tubería del acueducto trabaje como canal hacia aguas arriba y con una capacidad limitada por la diferencia de niveles entre la galería y la noria II; de esta manera, la capacidad y la línea de presión en el acueducto, queda regida por la caja de descarga de la noria II (km 3+127.9) con una altura de 3.5 m.

Así, el gasto de 223 lps se puede incrementar hasta 235 lps, si las descargas de las norias se hacen al acueducto trabajando a presión y no a superficie libre.

b) Operación en época de estiaje

En época de estiaje, la operación resulta combinada, con aportación parcial de la galería y de las norias y pozos. La operación y gastos aportados resulta muy variable, pues depende de los niveles del río Santa Cruz y del estado en que se encuentren los equipos de bombeo. Con la operación exclusiva de los pozos y norias el gasto resulta de 146 lps, mismo que puede llegar a 236 lps si se incorporan los 90 l/s que, en estiaje puede aportar la galería filtrante, más las condiciones de equipamiento hacen intermitente esta posibilidad.

Cabe destacar que, en una de las visitas realizadas, que coincidió con el estiaje, se estaban operando aproximadamente 188 lps aportados de la siguiente manera: 90 lps de la galería filtrante, 25 lps de cada una de las dos norias y 48 lps del pozo Santa Barbara I; para esta visita, el pozo Santa Barbara II aún no se encontraba conectado a la línea.

4.3.3 Gradiente de energía

Se define como gradiente de energía al comportamiento que sigue la línea piezométrica, y esta en función del gasto conducido, longitud, tipo de material, etc.

a) Operación en época de lluvias

En el Plano 4 se plasma la línea de presiones sobre el acueducto Paredes para las condiciones actuales, es decir, para un $Q=233$ lps, una $\epsilon=0.090$ y derivando 63 lps hacia el acueducto Mascareñas.

Los parámetros resultantes son:

Del km 0+000 al 20+613 $Q=223$ lps; $V=0.76$ m/s; $S=0.000735$; $f=0.0151$

Del km 20+613 a la descarga $Q=160$ lps; $V=0.55$ m/s; $S=0.000391$; $f=0.0156$

En el apartado de anexos se presentan la memoria de cálculo del diagnóstico del acueducto Paredes.

b) Operación en época de estiaje

En el mismo Plano 4, asociado al acueducto Paredes para condiciones de operación en el estiaje de 1997, se observa que los datos de presión medidos son bastante semejantes a los obtenidos del cálculo hidráulico para un coeficiente de rugosidad de 0.09, aún con gastos aproximados.

Los parámetros resultantes son:

Datos de Campo $Q=188$ lps; $S=0.000565$

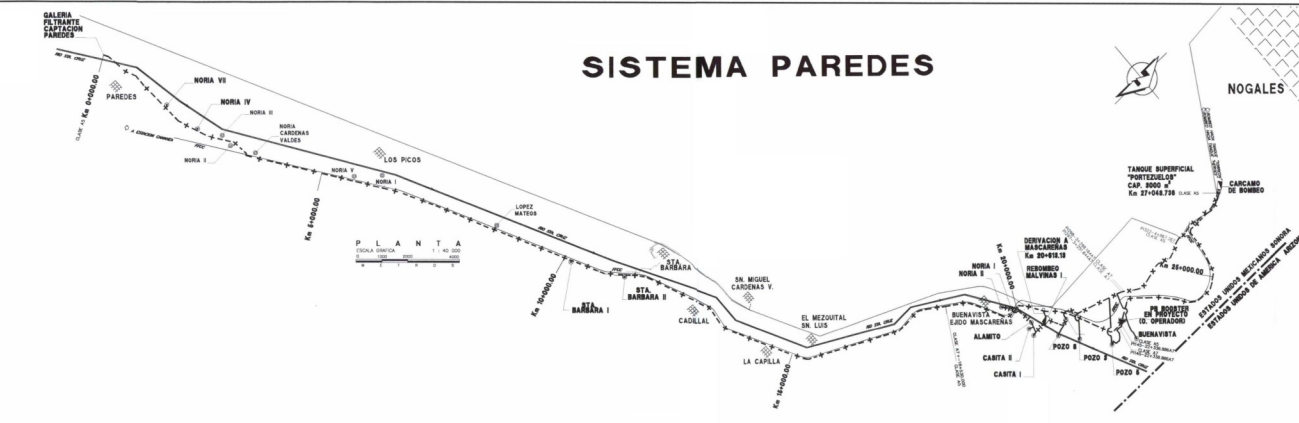
Datos de la Simulación $Q=188$ lps; $V=0.55$ m/s; $S=0.000531$; $f=0.0153$

SISTEMA PAREDES

NOGALES

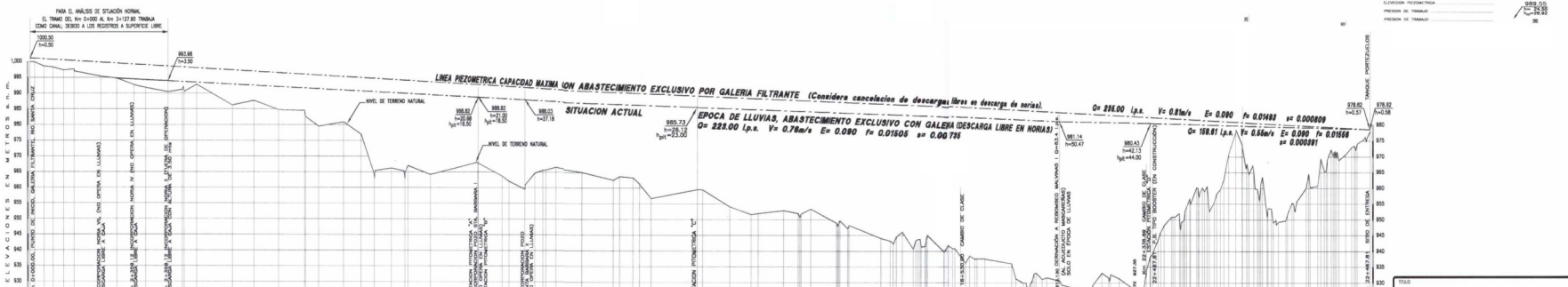


PLANTA
Escala Gráfica 1:1000



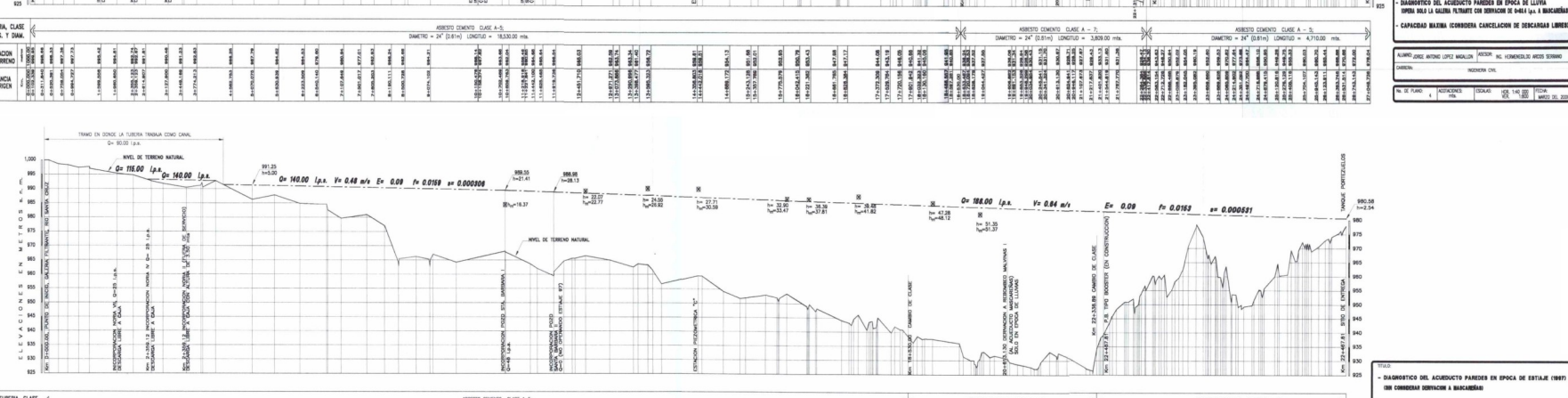
SIMBOLOGIA:

SERIE DE MANEJO PORTAZUELO
 407 mm CAJÓN DE DIÁMETRO
 812 mm CAJÓN DE DIÁMETRO
 1016 mm CAJÓN DE DIÁMETRO
 1219 mm CAJÓN DE DIÁMETRO
 1524 mm CAJÓN DE DIÁMETRO
 POZO DE NORA CONECTA A ACUEDUCTO
 POZO DE NORA SIN CONECTA A ACUEDUCTO
 CARGAMO DE BOMBEO
 GRANDE
 MEDIANO
 PEQUEÑO
 VÁLVULA DE TORNILLO
 VÁLVULA DE PIVOT
 CAJÓN
 PUNTO DE INSTRUMENTACIÓN
 ESTACIÓN DE OPERADOR
 PROYECTO DE TRÁNSITO
 ESCALA GRÁFICA 1:1000



TITULO:
 - DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO PAREDES EN EPOCA DE LLUVIA
 OPERA EN LA GALERIA FILTRANTE CON DESCARGA LIBRE EN NORAS!
 CAPACIDAD MAXIMA CONSIDERA CANCELACION DE DESCARGAS LIBRES

ALUMNO: JUAN ANTONIO LOPEZ MULLER INGENIERO EN HIDROLOGIA Y AGUA
 DIRECTOR: RICARDO CEBAL
 FECHA: 14 DE JUNIO DE 2023



TITULO:
 - DIAGNOSTICO DEL ACUEDUCTO PAREDES EN EPOCA DE ESTIAJE (1987)
 SIN CONECTAS BUBAVISTA Y BARRACANA

ALUMNO: JUAN ANTONIO LOPEZ MULLER INGENIERO EN HIDROLOGIA Y AGUA
 DIRECTOR: RICARDO CEBAL
 FECHA: 14 DE JUNIO DE 2023

4.4 Acueducto Mascareñas

4.4.1 Calibración de la rugosidad de la tubería

Para el caso del acueducto Mascareñas se siguió la misma metodología que el acueducto Paredes. Tratando de calibrar el acueducto haciendo variar la rugosidad del material.

Partiendo del coeficiente de rugosidad obtenido sobre el acueducto Paredes, se hizo lo propio para el acueducto Mascareñas, concluyendo que el valor de la rugosidad ($\epsilon = 0.09$) es aceptable también para este acueducto.

Las rugosidades que se analizaron para calibrar el acueducto Mascareñas fueron las siguientes: $\epsilon = 0.090$, $\epsilon = 0.150$, $\epsilon = 0.400$ y $\epsilon = 1.000$; concluyendo que debido al caudal transitado por el acueducto ($Q=155.6$ lps incluyendo la derivación del acueducto Paredes) y al diámetro de la conducción (30") la variación en la línea piezométrica es muy poca. La rugosidad de 0.150 es semejante a la del concreto liso, por lo que se descarta y la rugosidad de 1.000 es semejante a la del concreto áspero por lo que también se elimina. Así entonces y debido a que los acueductos se construyeron casi al mismo tiempo, se adopta para este acueducto la rugosidad resultante del acueducto Paredes ($\epsilon = 0.09$).

4.4.2 Diagnóstico del acueducto

Acueducto con una longitud total de 6.3 km en los siguientes diámetros y longitudes: de 16" en una longitud de 1.3 km (tramo que, por su antigüedad, provoca constantes rupturas y fallas en el suministro), 24" en aproximadamente 0.4 km de longitud y en 30" para el resto, es decir, para 4.6 km aproximadamente. La tubería es de asbesto - cemento y sus clases son A-5 y A-7. A este acueducto se asocian dos norias y cinco pozos, de los cuales una noria y tres pozos (Noria I, Pozo No. 3, Alamito y Casitas I) están fuera de servicio. - ver Plano 5.

Un total de 2 norias (noria II y I) y 2 pozos (Casitas 1, Alamito) se conducen a través de una línea de 16" de diámetro que descarga al cárcamo de rebombeo Malvinas I, el mismo al que se incorpora una línea de 12" que permite derivar parte del gasto del acueducto Paredes; las aguas que se bombean se conducen a través de la tubería de 24" y 30" de diámetro sobre la que se incorporan el resto de los pozos (Pozo 8, 3, y 5).

El gasto que, de acuerdo al estudio manométrico y pitométrico, se maneja actualmente por este acueducto suma 101 lps, sin considerar los 63 lps procedentes del acueducto Paredes.

Para este acueducto, aparte de la tubería de 16" de diámetro que, dada su antigüedad, genera constantes interrupciones al servicio, se tiene un tramo de aproximadamente 0.57 km de longitud, en diámetro de 30", donde el nivel de terreno natural se eleva por encima del nivel del sitio de entrega. Este tramo con mayor elevación topográfica va del km. 4+179 al km. 4+746 más; sin embargo, del km. 4+586 al km 4+746 la tubería se encuentra construida en túnel sin mayor problema y para el resto del tramo en zanja implicando un incremento innecesario de la carga de bombeo a vencer (ver Plano 5).

Este acueducto tiene capacidad para conducir un gasto mayor al que actualmente conduce en el tramo del rebombeo Malvinas I al tanque Portezuelos, sin embargo esta subutilizado.

4.4.3 Gradiente de energía

En el Plano 5 se plasma la línea de presiones sobre el acueducto Mascareñas para las condiciones actuales, es decir, para un $Q= 155.6$ lps (incluye la derivación del acueducto Paredes) y una $\epsilon=0.090$.

Los parámetros resultantes son:

Del km 1+321.6 al 1+706.3 $Q=100.7$ lps; $V=0.35$ m/s; $S=0.000165$; $f=0.0166$

Del km 1+706.3 al 2+236.8 $Q=100.7$ lps; $V=0.22$ m/s; $S=0.000055$; $f=0.0170$

Del km 2+236.8 al 2+852.8 $Q=126.8$ lps; $V=0.28$ m/s; $S=0.000085$; $f=0.0164$

Del km 2+852.8 a la descarga $Q=155.6$ lps; $V=0.34$ m/s; $S=0.000124$; $f=0.0159$

Del tramo del km 1+706.3 al 2+852.8 se tienen velocidades bajas, esto debido a que el caudal conducido por este acueducto es muy bajo y se puede conducir un mayor gasto, lo cual se plantea en el siguiente capítulo.

En el apartado de anexos se presenta la memoria de cálculo de la calibración y del diagnóstico del acueducto Mascareñas.

CAPITULO 5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

En este capítulo se plantean las propuestas de solución para conducir el máximo gasto posible a extraer de las captaciones, optimizando el funcionamiento de los acueductos.

5.1 Definición del Gasto Máximo de Explotación

a) Acueducto Paredes

Para el caso de la galería filtrante, el gasto máximo aforado fue de 231.4 lps, sin embargo, con abastecimiento exclusivo de la galería filtrante y con base en la topografía y geometría del acueducto Paredes, así como en los niveles de la captación y sitio de entrega este caudal puede incrementarse hasta 235 lps (sin necesidad de derivar hacia el acueducto Mascareñas), considerando la eliminación de las cajas para incorporación de las norias VII y IV y la caja donde anteriormente se incorporaba la Noria II, mismas que rompen la carga del acueducto y disminuyen la capacidad del mismo.

El gasto máximo de 231.4 a 235 l/s considera la operación exclusivamente de la galería; con la incorporación de cualquier noria o pozo, aunque el gasto total conducido aumenta, la aportación de la galería filtrante disminuye. La razón del aumento en caudal conducido cuando opera uno o varios pozos (o norias) en forma combinada con la galería, es sencilla de explicar: si disminuye la aportación de la galería, disminuye la pérdida de energía hasta el punto donde se incorporan las norias y/o pozos, disponiéndose a partir de éstas de un mayor desnivel piezométrico que, a su vez, permite transitar un mayor caudal. Obviamente, será mayor la capacidad del acueducto conforme más cerca se encuentren las obras de captación (norias o pozos) del sitio de entrega.

*Para el resto de las obras de captación actuales, los gastos máximos de explotación de cada una de ellas, en forma individual, corresponden a los obtenidos como resultado de los trabajos de campo realizados, mismos que se resumen en el **cuadro 3.4**; de estos gastos, el máximo que se debiera extraer, también en forma individual, corresponde al consignado como gasto recomendado.*

De esta manera, si se consideran los caudales recomendados para las fuentes existentes, cuadro 3.4, el caudal máximo de explotación con las fuentes de abastecimiento actuales para el acueducto Paredes, resulta de 443.4 lps en época de lluvias y de 302 lps en época de estiaje.

El caudal máximo en época de lluvia no puede ser conducido con las condiciones actuales de infraestructura, requiriendo incremento en la capacidad de conducción, o bien, el incremento en la carga de bombeo, a través de un cárcamo.

Dada la construcción reciente (aún sin operar) de una planta de bombeo tipo "booster" (ver figuras 5.1 y 5.2), que, para condiciones de gasto máximo pudiera aprovecharse, se analizó hidráulicamente el acueducto para los 443.4 lps, que como máximo se pudieran obtener en total de las captaciones actuales para época de lluvias, resultando que se requiere de un rebombeo de 36 m de carga - ver anexo de memorias de cálculo para las alternativas de solución del acueducto Paredes en época de lluvias-.

Figura 5.1 Planta de Bombeo Tipo Booster

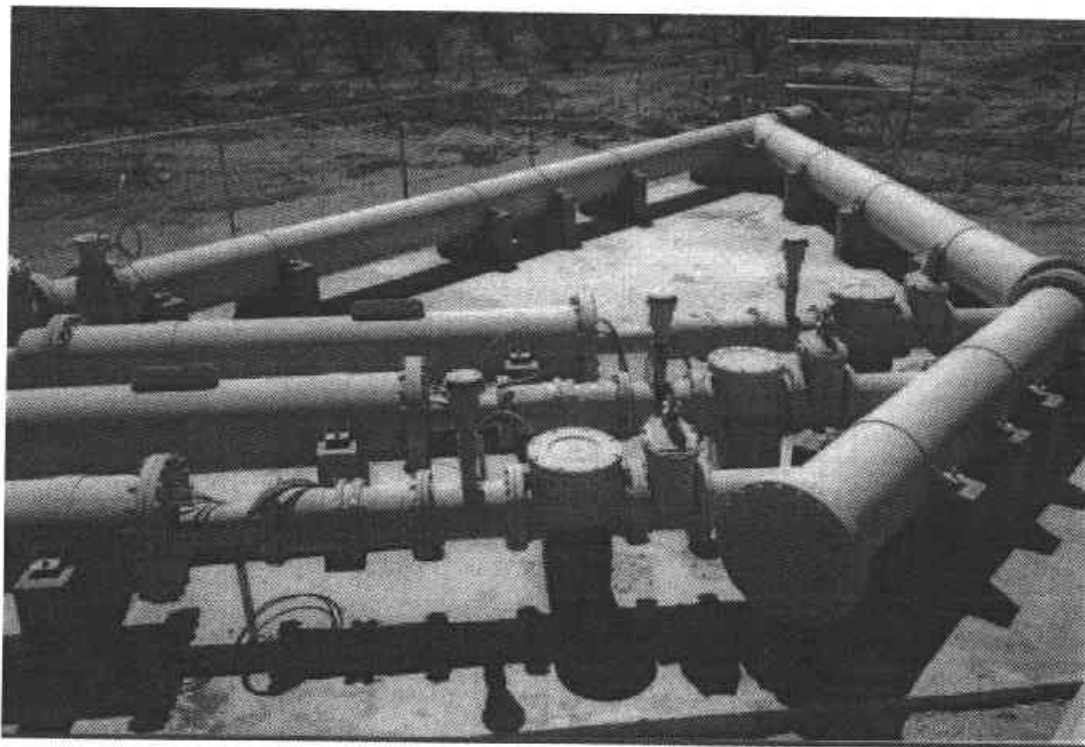
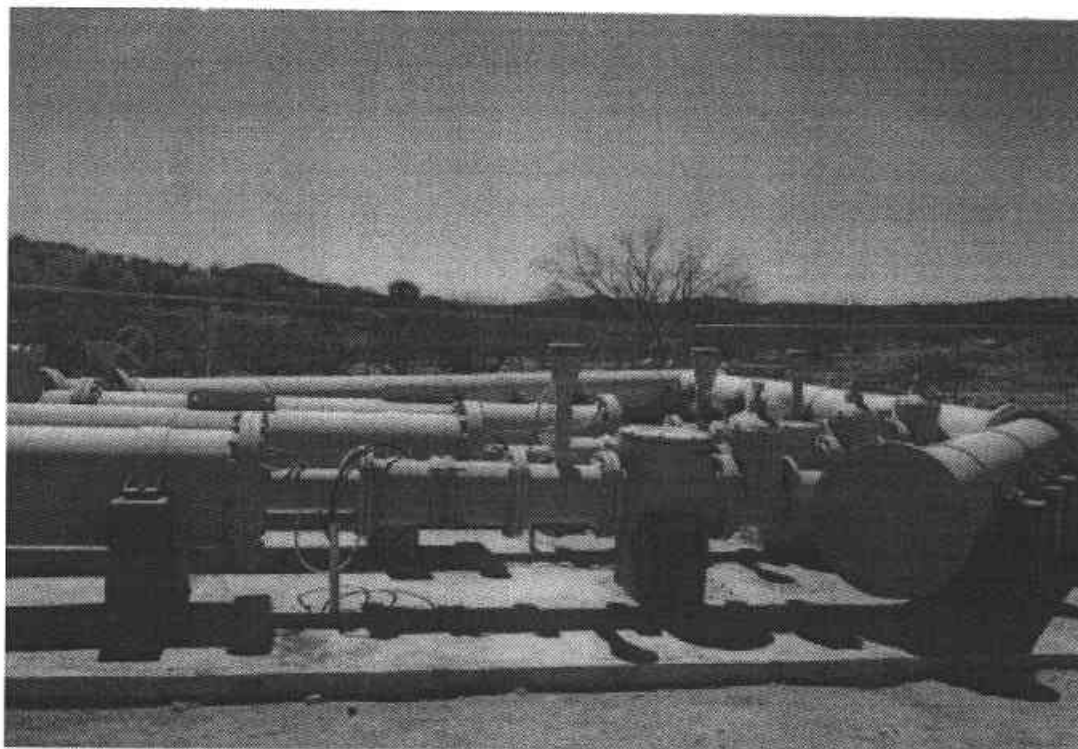


Figura 5.2 Planta de Bombeo Tipo Booster



Es evidente que, este gasto máximo se presentaría en condiciones ideales de equipamiento y operación, además de asumir que las norias VII y IV, aportarán sin problema alguno el caudal recomendado, siendo que, al tratarse de captaciones poco profundas, son las que presentan mayor incertidumbre en cuanto a su potencial. Por esto, el análisis de caudal por explotar se lleva a un mayor detalle en los apartados siguientes, considerando la evolución prevista de la demanda, el equilibrio en los caudales de explotación durante todo el año, así como diferentes alternativas de solución para su conducción.

El caudal mínimo de explotación, ya considerando la incorporación reciente del pozo Santa Bárbara II y la mayor incertidumbre en cuanto a la explotación de las norias VII y IV, además de que se trata de las fuentes de agua subterránea más alejadas al sitio de entrega, resultaría de 240 lps, que corresponde a la suma de los 90 lps que, en estiaje podría aportar la galería, más 70 lps recomendados como caudal de explotación para el pozo Santa Bárbara I, más 80 lps del pozo Santa Barbara II. Para este caudal la conducción podría hacerse sin necesidad de rebombeo adicional.

b) Acueducto Mascareñas

Los caudales máximos de explotación para las captaciones con descarga al acueducto Mascareñas, también corresponden a los consignados en el cuadro 3.4, resultando un total de 146.5 lps para todas las norias y pozos asociados a dicho acueducto; cabe destacar el escaso potencial de los pozos Casitas I y Alamito, con tan sólo 9 y 6 lps respectivamente y, que en caso de proceder técnica y económicamente su cancelación, el caudal máximo de explotación de las captaciones actuales asociadas a este acueducto sería de 131.5 lps.

Como ya se mencionó, este acueducto trabaja a bombeo, a través de la carga que proporcionan los pozos y la planta de rebombeo Malvinas I. La capacidad instalada es mucho mayor al caudal máximo de explotación recomendado para las fuentes actuales, prueba de ello son los 63 lps que, en época de lluvias, se derivan a este acueducto.

El acueducto Mascareñas cuenta, en su mayor parte, con diámetro de hasta 30" que, teóricamente podría conducir hasta 450 lps para una velocidad de 1 m/s, más al tratarse de un sistema por bombeo, que, además tiene que vencer una loma donde el nivel de terreno natural se eleva aproximadamente 7 m por encima del nivel del sitio de entrega, es conveniente analizar económicamente, junto con el acueducto Paredes y con la demanda de agua, el gasto a conducir por este acueducto.

5.1.1 Proyección de la Demanda de Agua Potable

Se toman como referencia los pronósticos de crecimiento de la población y de la demanda de agua potable consignados en el estudio de Actualización del Plan Maestro para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Ciudad de Nogales, el mismo que fue elaborado en el año de 1996.

En el cuadro 5.1 se reproduce la información básica relacionada con la evolución prevista de la demanda de agua potable de 1998 al año 2015. En este cuadro se adiciona el valor de gasto máximo diario, que es con el que se diseñan las obras de captación y los déficit que se presentarían si no se incorporan nuevas fuentes para abastecer a la Cd. de Nogales. Así, para condiciones actuales (1998), se asocia una población total de 199,569 hab que demandan un gasto medio de 656 lps, gasto al que se asocia un caudal máximo diario de 918 lps.

Con base en la fuente de información referida, se establece que, para el año 2015, la población total llegará a 320,355 hab, con un gasto medio demandado de 1,093.2 lps que equivaldrán a 1,530.5 lps de gasto máximo diario a suministrar por las obras de captación.

Cuadro 5.1 Proyección de la Demanda de Agua Potable para la Ciudad de Nogales
Fuente de Información: Actualización del Plan Maestro para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Ciudad de Nogales

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA EN LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA

CONCEPTO	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Población total	198,569	206,554	213,784	220,197	226,803	233,607	240,615	247,834	254,525	261,397	268,455	275,703	283,147	290,226	297,482	304,919	312,542	320,355
Población Cd. de Nogales	188,569	190,554	190,784	191,197	191,803	192,107	192,615	192,834	198,150	203,613	209,226	214,994	220,920	226,443	232,104	237,907	243,854	249,951
SERVICIO DE AGUA POTABLE																		
Número total de viviendas	39,914	41,311	42,757	44,039	45,361	46,721	48,123	49,567	50,905	52,279	53,691	55,141	56,629	58,045	59,496	60,984	62,508	64,071
Usuarios registrados	28,738	31,396	34,205	36,553	39,010	41,115	43,311	45,106	46,833	48,097	49,933	51,281	53,232	55,143	57,116	59,154	60,633	62,149
Cobertura de agua potable	0.72	0.76	0.80	0.83	0.86	0.88	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.97
Consumo de Cd. Nogales	175.0	189.5	206.1	219.6	233.8	246.0	258.4	268.8	271.6	271.6	274.2	274.1	276.9	277.0	277.0	277.0	277.0	277.0
Agua Contabilizada Cd. Nogales	382.0	418.0	455.0	486.0	519.0	547.0	576.0	600.0	623.0	640.0	664.0	682.0	708.0	726.0	744.0	762.6	781.7	801.2
Población Cd. Ecológica	11,000	16,000	23,000	29,000	35,000	41,500	48,000	55,000	56,375	57,784	59,229	60,710	62,227	63,783	65,378	67,012	68,687	70,405
Consumo de Cd. Ecológica	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
Agua Contabilizada Cd. Ecológica	11.5	16.7	24.0	30.2	36.5	43.2	50.0	57.3	58.7	60.2	61.7	63.2	64.8	66.4	68.1	69.8	71.5	73.3
Subtotal demandado	393.5	434.7	479.0	518.2	555.5	590.2	628.0	657.3	681.7	700.2	725.7	745.2	772.8	792.4	812.1	832.4	853.2	874.5
Porcentaje de pérdidas estimadas	40.0	35.0	32.0	30.0	28.0	26.0	25.0	24.0	23.0	22.0	21.0	20.5	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Pérdidas	262.3	234.1	225.4	221.2	216.0	207.4	208.7	207.6	203.6	197.5	192.9	192.2	193.2	198.1	203.0	208.1	213.3	218.6
Demanda total (Gasto Medio)	655.8	668.7	704.4	737.4	771.5	797.6	834.7	864.9	885.4	897.7	918.6	937.4	966.0	990.6	1,015.1	1,040.5	1,066.5	1,093.2
Dotación total equivalente	283.9	279.7	284.7	289.4	293.9	295.0	299.7	301.5	300.5	296.7	295.6	293.8	294.8	294.9	294.8	294.8	294.8	294.8
Gasto Máximo Diario (Producción Requerida)	918.1	936.2	988.1	1,032.4	1,080.1	1,116.6	1,166.5	1,210.8	1,239.5	1,256.8	1,286.0	1,312.4	1,352.4	1,386.8	1,421.2	1,456.7	1,493.1	1,530.5

Índice de nacimiento	1996-2000	5.0
Tasas de crecimiento consideradas	2001-2005	3.0
	2006-2010	2.7
	2011-2025	2.5

Consumo Actual (1998) Cd. Nogales	175 litros/hab/día
Consumo Actual (1999) Cd. Ecológica	90 litros/hab/día
Dotación de proyecto (Año 2015)	294.8 litros/hab/día
Pérdidas de Proyecto (Año 2015)	20.0

OFERTA - DEMANDA EN LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA (SIN CONSIDERAR NUEVAS FUENTES)

CONCEPTO	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Gasto Máximo Diario	918.1	936.2	988.1	1,032.4	1,080.1	1,116.6	1,166.5	1,210.8	1,239.5	1,256.8	1,286.0	1,312.4	1,352.4	1,386.8	1,421.2	1,456.7	1,493.1	1,530.5
Producción Actual Época Lluvias	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745
Producción Actual Época Estiaje	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703
Deficit Época Lluvias	173.1	191.2	241.1	287.4	335.1	371.6	423.5	465.8	494.5	511.8	541.0	567.4	607.4	641.8	676.2	711.7	748.1	785.5
Deficit Época Estiaje	215.1	233.2	283.1	329.4	377.1	413.6	465.5	507.8	536.5	553.8	583.0	609.4	649.4	683.8	718.2	753.7	790.1	827.5

5.1.2 Potencial Total de Explotación de las Obras de Captación actuales y futuras

Hasta aquí se tiene plenamente identificado el caudal explotado y factible de explotar como máximo de cada una de las captaciones existentes asociadas a los acueductos Paredes y Mascareñas, tanto para época de estiaje como de lluvias; existe la posibilidad que maneja el Organismo Operador (además que es factible según el balance del acuífero Santa Cruz) de incorporar uno o dos nuevos pozos al sistema (que se denominarían Santa Barbara III y Santa Barbara IV) lo cual permitiría incorporar otros 100 lps aproximadamente a este sistema, lo cual es favorable para cumplir con la demanda de la Ciudad de Nogales en el año 2015.

A dicho potencial se suma el correspondiente a la captación del Sur, tanto existente (con un caudal actual de explotación de 300 lps de Los Alisos) como de proyecto (con 110 lps para una primera etapa y 440 lps previstos para segunda etapa de dicho proyecto).

Considerando la cancelación de los pozos de la Zona Urbana (por la contaminación de que es susceptible), la oferta de agua para Nogales quedaría integrada por las zonas de captación Paredes y Mascareñas (previa rehabilitación y ampliación) y por la Zona de captación Sur. A fin de cumplir con los requerimientos de demanda, se propone su incorporación por etapas, según puede verse en el cuadro 5.2.

**Cuadro 5.2 Caudales por explotar (en lps) y etapas propuestas para su incorporación
Época de Estiaje**

Captación	Acueducto	Fuente o Tipo de Fuente	Caudal Explotación	Etapas de Incorporación Propuesta			
				Inmed	Corto	Mediano	Largo
Paredes	Paredes	Galería Filtrante	90.0	90.0			
		Noría VII	30.0	30.0			
		Noría IV	32.0	32.0			
		Sta. Bárbara I	70.0	70.0			
		Sta. Bárbara II	80.0	80.0			
		Sta. Bárbara III (proy.)	50.0		50.0		
		Sta. Bárbara IV (proy.)	50.0		50.0		
		SUMA	402.0	302.0	100.0		
Mascareñas	Mascareñas	Noría I	34.0	34.0			
		Noría II	20.5	20.5			
		Pozo 8	25.0	25.0			
		Pozo 3	25.0	25.0			
		Pozo 5	27.0	27.0			
		SUMA	131.5	131.5			
Sur	Alisos (actual)	Pozos actuales	300.0	300.0			
Sur	Cibuta (proyecto)	Pozos Etapa I (proy.)	110.0	110.0			
		Pozos Etapa IA (proy.)	200.0		200.0		
		Pozos Etapa II (proy.)	240.0			240.0	
TOTAL POR ETAPA				843.5	300.0	240.0	
TOTAL ACUMULADO			1,383.5	843.5	1,143.5	1,383.5	
Año de Incorporación				1998-01	2002-04	2005-11	2012-15

Nota: El año propuesto para incorporación de cada fuente está acorde con la evolución prevista de la demanda.

Con la rehabilitación de las zonas de captación Paredes y Mascareñas, además de incorporar los gastos de la zona de captación Sur solo se cumple con la demanda hasta el año 2011, así pues se tiene aun un déficit para el período de año 2012 al 2015.

En Época de Lluvia:

Para esta época, el caudal factible de explotar se incrementa por la aportación de la galería filtrante, que pasa de 90 lps a 231.4 lps; por lo tanto, en esta época se dejarían de operar en forma parcial las norias y los pozos de la captación de Paredes.

Tal como en el cuadro 5.2 puede observarse, se propone la incorporación de las obras de captación por etapas, las mismas que se rigen por el caudal factible de explotación en época de estiaje, propuesta que se fundamenta en el análisis hidráulico de los acueductos para diferentes condiciones y gastos de operación, tal y como se describe en el siguiente apartado. Estas etapas son:

- **Etapla inmediata**, que considera la rehabilitación de las obras de captación actuales del sistema Paredes y Mascareñas (con una aportación de 90 lps por parte de la galería filtrante para la época de estiaje y de hasta 231.4 lps en época de lluvias), además del aprovechamiento del caudal actual explotado en la zona de captación "sur" (300 lps del acueducto Los Alisos), así como la incorporación de los 110 lps de la 1a. etapa del acueducto Cibuta (Proyecto), también de la captación del "sur".
- **Etapla a corto plazo** (a partir del año 2002 y hasta el año 2004). En esta etapa se prevé la incorporación de los pozos Santa Bárbara III y Santa Bárbara IV, ya previstos por el Organismo Operador, además de incorporar 240 lps de la etapa IA del acueducto Cibuta (Proyecto).
- **Etapla a mediano plazo** (a partir del año 2005 y hasta el año 2011). Considera la incorporación de los restantes 240 lps del acueducto de proyecto denominado Cibuta (asociado a la captación Sur), con lo cual se satisfarían las expectativas en cuanto a la demanda hasta el año 2011.

Los caudales a satisfacer y las etapas de incorporación de cada obra para la época de lluvias coinciden con el estiaje; la diferencia propuesta entre ambas épocas del año estriba en las norias o pozos que se operan y el caudal que aportaría la galería filtrante, todo ello para el Sistema Paredes. Para la época de lluvias, se propone el aprovechamiento total del caudal que se puede explotar de la galería (231.4 lps); el incremento de aportación de dicha fuente respecto a lo aportado en estiaje (141.4 lps), dejaría de extraerse de las norias y/o pozos asociados al acueducto Paredes.

El aprovechamiento de un mayor caudal de la galería, durante la época de lluvia, redundaría en evitar el bombeo de parte de las norias y/o pozos, permitiendo además la recarga del acuífero. Más sin embargo, cabe aclarar que, al ser la galería la captación más remota al sitio de entrega, con la aportación prevista para esta fuente durante la temporada de lluvias, es necesario un rebombeo sobre el acueducto Paredes, mismo que permita manejar los aproximadamente 402 l/s previstos a explotar de este acueducto.

A continuación se describen los análisis de tipo hidráulico realizados sobre los acueductos Paredes y Mascareñas a fin de definir las condiciones de operación para ambas épocas del año.

5.2 Propuestas de Solución

Con base en la evolución prevista de la demanda y el potencial de explotación de las fuentes actuales y futuras, se lleva a cabo el análisis hidráulico de los dos acueductos, analizando situaciones diversas de operación, según podrá verse en los cuadros 5.3 y 5.4, previendo la operación independiente y combinada de los acueductos Paredes y Mascareñas; cabe recordar el posible aprovechamiento de la capacidad del segundo para conducir un mayor gasto del que actualmente conduce, previa rectificación ó reemplazo del tramo de 16" que se encuentra en malas condiciones y del tramo de 30" que, al encontrarse a un nivel superior a la del sitio de entrega, implica bombeos innecesarios.

Así, en los cuadros 5.3 y 5.4, se relacionan las alternativas analizadas en cuanto a norias y pozos en operación, tanto para la época de estiaje como para la época de lluvias.

Cabe destacar, como acción indispensable para cualquier alternativa del acueducto Paredes, la modificación de las descargas de las norias VII y IV, que actualmente se dan a superficie libre, por una conexión directa a la línea de conducción (a fin de no romper con la presión); la conexión de la noria II con el acueducto, actualmente en las mismas condiciones, deberá cancelarse y construirse un carrete que de continuidad al acueducto.

5.2.1 Operación en Época de Estiaje

Para la época de estiaje es factible que se utilicen los dos acueductos en conjunto, es decir, se puede derivar del acueducto Paredes al Mascareñas, haciendo algunas modificaciones a los sistemas: la primera es reemplazar la derivación actual de Paredes a Mascareñas, así como reemplazar la tubería de 16" del acueducto Mascareñas y eliminar el bombeo del mismo acueducto, además se tiene que rectificar la tubería en el tramo 4+179 al 4+586 para que no se eleve tanto la carga a vencer, es decir, en este tramo la tubería se tiene que profundizar más (estas acciones se llevan a un anteproyecto y se describen en el apartado 5.3).

Las alternativas analizadas para la época de estiaje no consideran la operación de la planta de bombeo tipo "Booster" sobre el acueducto Paredes, debido a que se puede llegar a la descarga por gravedad sin necesidad de rebompear; no así para la época de lluvias. Las alternativas analizadas para el estiaje son las siguientes:

- ♦ **Alternativa 1.** Se analizan los acueductos únicamente con las obras de captación actuales, es decir, para los 302 lps y 131.5 lps que proporcionan las norias y pozos actuales de las zonas de captación Paredes y Mascareñas respectivamente. Como resultado de este análisis se tienen que derivar 167.5 lps del acueducto Paredes al Mascareñas en el km 19+962.5.
- ♦ **Alternativa 2.** Adicional al potencial actual de los pozos y norias se incorpora sobre el acueducto Paredes uno de los dos de proyecto contemplados (Santa Bárbara III), resultando un caudal de 352 lps y 131.5 lps para el acueducto Paredes y Mascareñas respectivamente. Como resultado de este análisis se tienen que derivar 201.5 lps del acueducto Paredes al Mascareñas en el mismo punto que la alternativa anterior.
- ♦ **Alternativa 3.** Para el caso de esta alternativa se incorporan los dos pozos contemplados como de proyecto (Santa Bárbara III y IV), así entonces resulta un gasto de 402 lps y 131.5 lps para los acueductos Paredes y Mascareñas respectivamente. Como resultado de este análisis se tendrán que derivar 235.0 lps del acueducto Paredes al Mascareñas en el mismo km 19+962.5.

La ubicación de los pozos Santa Barbara III y IV (km 18+032 y 19+044 respectivamente) se define con el mismo criterio que los pozos Santa Bárbara I y II, es decir, en el mismo valle y aproximadamente a la misma separación, esto para evitar que el radio de influencia de cada pozo se vea afectado.

La condición de diseño corresponde con la aportación propuesta para el período de mayor duración que es el estiaje (Alternativa 3 del cuadro 5.3), considerando una aportación total de 402 l/s de Paredes y de 131.5 l/s de Mascareñas; cabe hacer la aclaración de que para cualquier alternativa la operación de los acueductos es adecuada, sin embargo como se trata de obtener el gasto óptimo de explotación de estas zonas de captación, se define la alternativa 3 como la más favorable, implicando la construcción de dos pozos de proyecto.

Como se menciona en la descripción de la alternativa 3, para esta condición de operación será necesario derivar parte del caudal ofertado del acueducto Paredes en dirección al acueducto Mascareñas, 235 l/s, ya sin la necesidad actual del rebombero Malvinas I, pues como ya se mencionó, se rectificaría el tramo que se encuentra a un nivel superior al de la cota de entrega (tramo del km 4+179 al 4+586).

En el Plano 6 para el acueducto Paredes y Plano 7 para el acueducto Mascareñas puede observarse el comportamiento de la línea piezométrica. En el apartado de anexos se presentan las memorias de cálculo para las alternativas analizadas de los dos acueductos.

Cuadro 5.3. Alternativas de Operación para los Acueductos Paredes y Mascareñas en Época de Estiaje.

Alternativa	Obras de Captación del Acueducto Paredes (lps)							Aortación propia Paredes lps	Derivación a Mascareñas lps	Gasto Total lps	Pérdidas en línea (fricción) m	Rebombero Requerido m
	Galería Filtrante	Noria VII	Noria IV	Sta. Bárb. I	Sta. Bárb. II	Sta. Bárb. III	Sta. Bárb. IV					
	90.0	30.0	32.0	70.0	80.0	50.0	50.0					
Época de Estiaje												
1	90.0	30.0	32.0	70.0	80.0			302.0	167.5	302.0	17.36	0.00
2	90.0	30.0	32.0	70.0	80.0	50.0		352.0	201.5	352.0	18.69	0.00
3	90.0	30.0	32.0	70.0	80.0	50.0	50.0	402.0	235.0	402.0	19.69	0.00
4	90.0			70.0	80.0			240.0	0.0	240.0	15.12	0.00

Alternativa	Obras de Captación del Acueducto Mascareñas (lps)							Aortación propia Mascareñas lps	Derivación de Paredes lps	Gasto Total lps	Pérdidas en línea (fricción) m	Rebombero Requerido m
	Noria II	Noria I	Intercon. C/Paredes	Pozo 8	Pozo 3	Pozo 5						
	34.0	20.5	0.0	25.0	25.0	27.0						
Época de Estiaje												
1	34.0	20.5	167.5	25.0	25.0	27.0		131.5	167.5	299.0	2.10	0.00
2	34.0	20.5	201.5	25.0	25.0	27.0		131.5	201.5	333.0	2.62	0.00
3	34.0	20.5	235.0	25.0	25.0	27.0		131.5	235.0	366.5	3.05	0.00

5.2.2 Operación en Época de Lluvias

Para la operación durante la época de lluvias, se considera una mayor aportación de la galería filtrante (231.4 en lugar de 90 lps). El gasto por abastecer durante esta época del año deberá de sumar los 402 lps ofertados en época de estiaje de este acueducto (en forma aproximada); el incremento en la aportación de la galería, implicará dejar de operar parte de las norias o pozos asociados al acueducto Paredes, permitiendo además la conservación del acuífero.

Sin embargo, como antes se mencionó, por las pérdidas hidráulicas que se presentan por lo lejano de la galería filtrante respecto al sitio de entrega (27 km), para esta captación, se puede operar a gravedad un gasto de hasta 235 lps (ligeramente superior al recomendado), ver Plano 4. Un caudal mayor, ya sea extraído de la misma galería o de cualquiera de las norias o pozos, requerirá de un rebombeo sobre el acueducto Paredes, mismo que permita dominar el sitio de entrega; es conveniente destacar que, para estas condiciones, dicho rebombeo no se puede evitar aún pretendiendo aprovechar la capacidad de Mascareñas (a través de una derivación de gasto), pues la carga con que se llega a la derivación (km 19+962.5) es inferior a la de desplante del tanque Portezuelos. Así, para estas condiciones de operación, se propone el aprovechamiento de la planta de bombeo tipo "Booster" de reciente construcción (en el km 22+468 del acueducto, 2.5 km aguas abajo de la derivación a Mascareñas).

Para lo anterior, a fin de complementar el caudal demandado, se analizan diferentes alternativas de las otras captaciones (pozos y norias) sobre el acueducto Paredes. Cabe hacer mención que al no ser factible la derivación del acueducto Paredes al acueducto Mascareñas, este último solo conducirá en época de lluvias el caudal proporcionado por sus propias obras de captación (131.5 lps), siendo esta la operación única en esta época.

En el cuadro 5.4 se relacionan las alternativas analizadas para la época de lluvias, haciendo combinaciones de pozos y norias junto con la galería filtrante.

Cuadro 5.4 Alternativas de Operación para los Acueductos Paredes y Mascareñas en Época de Lluvias.

Alternativa	Obras de Captación del Acueducto Paredes (lps)							Aortación propia Paredes lps	Derivación a Mascareñas lps	Gasto Total lps	Pérdidas en línea (fricción) m	Rebombeo Requerido m
	Galería Filtrante	Noria VII	Noria IV	Sta. Bárb. I	Sta. Bárb. II	Sta. Bárb. III	Sta. Bárb. IV					
	231.4	30.0	32.0	70.0	80.0	50.0	50.0					
Época de Lluvias												
1	231.4	30.0	32.0					293.4		293.4	32.53	11.10
2	231.4			70.0				301.4		301.4	29.99	8.60
3	231.4				80.0			311.4		311.4	30.74	9.35
4	231.4	30.0	32.0					393.4		393.4	40.44	19.05
5	231.4			70.0				401.4		401.4	38.42	14.47
6	231.4				80.0			411.4		411.4	39.06	17.70
7	231.4		32.0	70.0	80.0			413.4		413.4	49.35	25.39
8	231.4	30.0	32.0	70.0				413.4		413.4	47.81	26.40
9	231.4	30.0	32.0		80.0			423.4		423.4	48.87	27.50
10	231.4			70.0	80.0			431.4		431.4	46.09	24.70
11	231.4		32.0	70.0	80.0		50.0	513.4		513.4	59.62	38.25
12	231.4	30.0	32.0	70.0	80.0		50.0	543.4		543.4	67.92	46.55
13	235.0							235.0		235.0	21.89	0.00
14	231.4	30.0	32.0	70.0	80.0			443.4		443.4	56.86	35.50

Alternativa	Obras de Captación del Acueducto Mascareñas (lps)						Aortación propia Paredes lps	Derivación a Mascareñas lps	Gasto Total lps	Pérdidas en línea (fricción) m	Rebombeo Requerido m	
	Noria II	Noria I	Intercon. C/Paredes	Pozo 8	Pozo 3	Pozo 5						
	34.0	20.5	0.0	25.0	25.0	27.0						
Época de Lluvias												
UNICA	34.0	20.5	0.0	25.0	25.0	27.0		131.5		131.5	0.45	0.00

De estas combinaciones las alternativas 5 y 7 del cuadro 5.4 son las más factibles técnicamente; en la primera resulta un gasto total 401.4 lps operando la Galería Filtrante, el pozo Santa Bárbara I y los dos pozos de proyecto, mientras que en la segunda el caudal resulta de 413.4 lps con la operación de la Galería Filtrante, la Noria IV y los pozos Santa Bárbara I y II.

Así, la carga requerida por el rebombero (sin sumar pérdidas menores) se consigna en el cuadro 5.4 ya mencionado; la carga a vencer resulta de 14.5 m para los 401.4 lps de la alternativa 5 y de 25.4 m para los 413.4 l/s de la alternativa 7.

Cabe aclarar que para cualquier alternativa el acueducto Paredes puede funcionar correctamente; sin embargo, para hacer el equipamiento mecánico de los pozos y de la misma Planta de Bombeo tipo Booster se tiene que seleccionar una sola alternativa, para diseñar los equipos de bombeo que se tienen que instalar en los pozos y norias y después revisar con estos equipos el comportamiento de los mismos ante la operación eventual de fuentes alternas que suministren el mismo caudal o uno menor ante la suspensión temporal en el abastecimiento de alguna de las captaciones. Además, también se toma en cuenta que en época de lluvias se suministre aproximadamente el mismo caudal que se puede explotar en época de estiaje (402 lps).

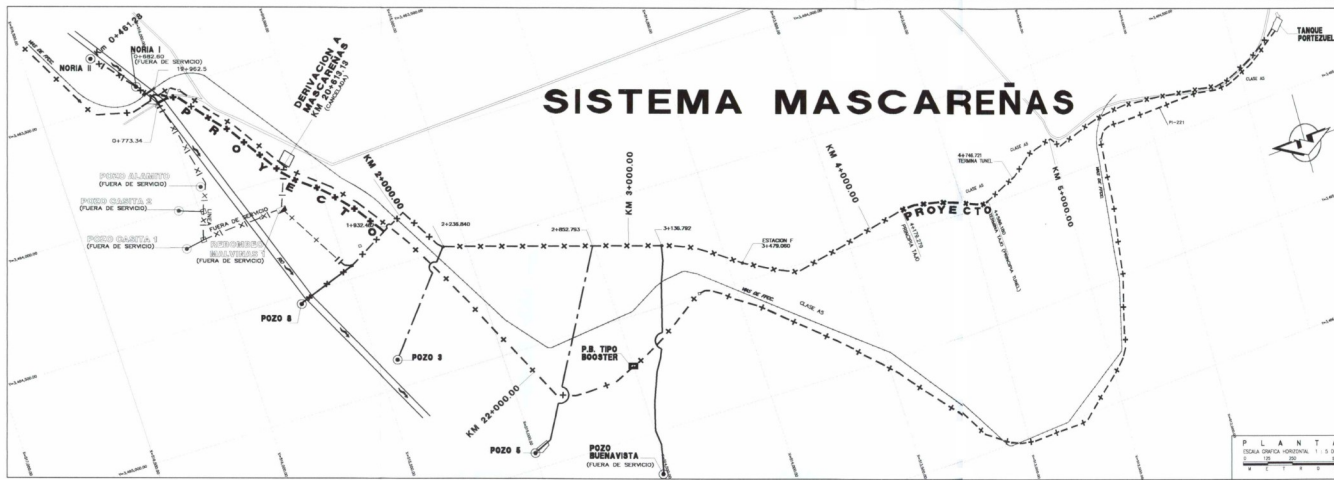
Así entonces, resulta la alternativa 7 la que mejor comportamiento hidráulico presenta ante la operación alterna de fuentes.

Con lo anterior las obras de captación que deben ser operadas durante la época de lluvias tanto del acueducto Paredes como del Mascareñas son:

Cuadro 5.5 Caudales Recomendados para su Explotación de los acueductos Paredes y Mascareñas durante la Época de Lluvias

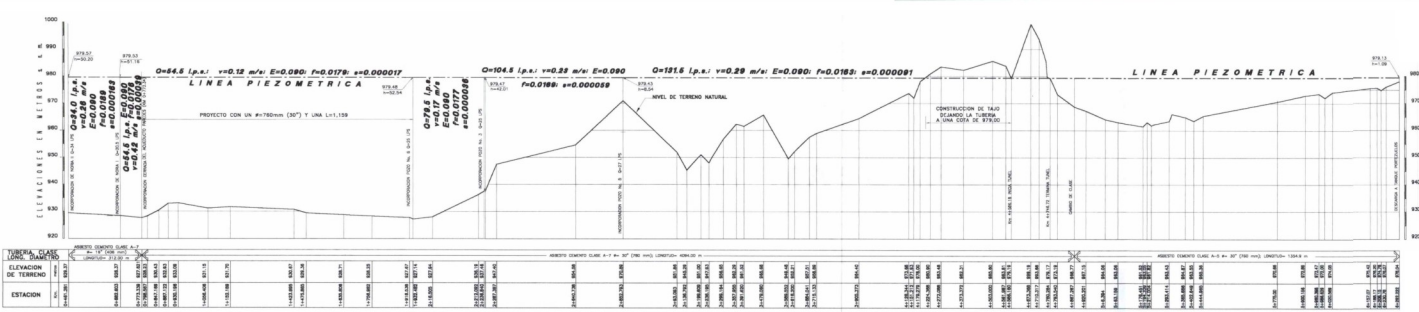
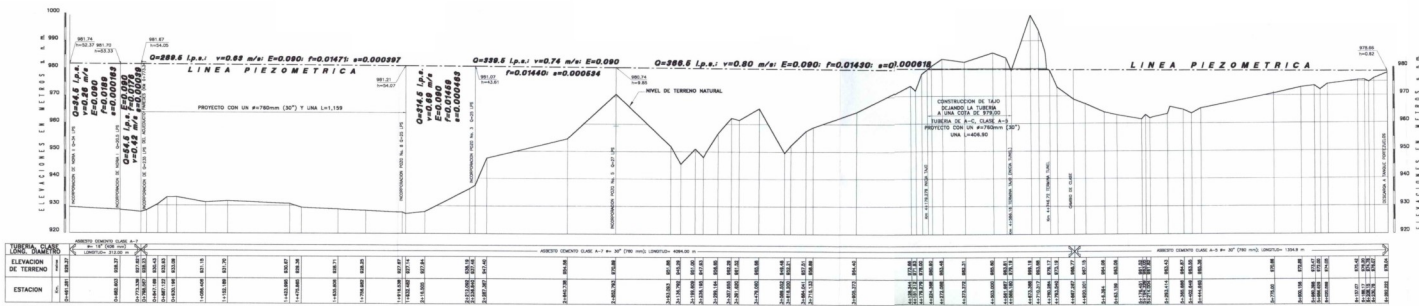
Acueducto	Fuente	Caudal de Explotación (lps)
Paredes	Galería	231.4
	Noria VII	0.0
	Noria IV	32.0
	Sta. Bárbara I	70.0
	Sta. Bárbara II	80.0
	Sta. Bárbara III (proyecto)	0.0
	Sta. Bárbara IV (proyecto)	0.0
	SUMA	413.4
Mascareñas	Noria I	34.0
	Noria II	20.5
	Pozo 8	25.0
	Pozo 3	25.0
	Pozo 5	27.0
	SUMA	131.5
TOTAL	544.9	

En el Plano 6 para el acueducto Paredes y Plano 7 para el acueducto Mascareñas puede observarse el comportamiento de la línea piezométrica ante la operación de los acueductos en época de lluvias. En el apartado de anexos se presentan las memorias de cálculo para las alternativas analizadas de los dos acueductos.



SIMBOLOGIA:

SISTEMAS PIEZOMETRICOS	---
REJES (CAY) DE SANEAMIENTO	---+---+---
SISTEMAS MASCAREÑAS	---
REJES (CAY) DE SANEAMIENTO	---+---+---
REJES (CAY) DE SANEAMIENTO	---+---+---
POZOS A BOMBAS (CONECTA A RESERVOCTO)	⊙
POZOS A BOMBAS (CONECTA A RESERVOCTO)	⊙
CONDUCTOS DE BOMBAS	⊙
TANQUES	□
VALVULAS DE PROTECCION	⊕
REJES	⊕
SERVICIOS DE EQUIPAMIENTO	⊕
OTROS	⊕
ELEVACION PIEZOMETRICA	989.55
PROYECTO DE TRAZADO	1/2500



- PROPUESTA DE SOLUCION DEL ACUEDUCTO MASCAREÑAS EN EPOCA DE ESTAJE CON DERIVACION DEL ACUEDUCTO PAREDES

ALUMNO: JUAN ANTONIO LOPEZ ABALAN TUTOR: ING. HERNANDEZ MEDO BERNARD
 CARRERA: INGENIERIA CIVIL

FECHA DE ENTREGA: 15/05/2014 ESCUELA: ENEP - ACATLAN

- PROPUESTA DE SOLUCION DEL ACUEDUCTO MASCAREÑAS EN EPOCA DE ESTAJE CON DERIVACION DEL ACUEDUCTO PAREDES

ALUMNO: JUAN ANTONIO LOPEZ ABALAN TUTOR: ING. HERNANDEZ MEDO BERNARD
 CARRERA: INGENIERIA CIVIL

FECHA DE ENTREGA: 15/05/2014 ESCUELA: ENEP - ACATLAN

5.3 Anteproyectos

Como resultado de las alternativas analizadas para los acueductos Paredes y Mascareñas para las épocas de estiaje y de lluvias surgen particularmente dos modificaciones a realizar en los acueductos; el primero es la cancelación de la derivación actual de Paredes a Mascareñas, siendo sustituida por una nueva derivación localizada en el km 19+962.5, así como el reemplazo de la tubería de 16" de diámetro que actualmente descarga en el cárcamo de bombeo Malvinas I; además de que por su antigüedad, provoca constantes rupturas y fallas en el suministro; la segunda es el reemplazo de tubería sobre el acueducto Mascareñas en el tramo del km 4+179 al 4+586. Dichas acciones se llevan a nivel de anteproyecto los cuales se describen con más detalle en los siguientes apartados.

5.3.1 Derivación del Acueducto Paredes a Mascareñas y Reemplazo de tubería en el tramo del km 0+773 al km 1+932

Dada la solución propuesta para el acueducto Mascareñas, que considera la cancelación de los pozos Casitas 1 y Alamito, debido a sus malas condiciones de equipamiento y a su bajo potencial, a la línea de 16" solo quedarán conectados las norias I y II, que se localizan próximas al punto de conexión entre Paredes y Mascareñas.

Por lo tanto, con excepción de un primer subtramo que se asocia a las descargas de dichas norias, el resto del tramo de 16" quedará cancelado y, las norias se conducirán hacia un tramo de proyecto, con diámetro de 30" y longitud de 1.16 km, propuesto paralelo al acueducto Paredes y que permitirá derivar eficientemente y sin rebombeo de Paredes a Mascareñas (época de estiaje); este tramo de proyecto se conectará con la tubería existente de Mascareñas, una vez librado el tramo de 16" con problemas.

Dicho proyecto contempla la cancelación de la derivación actual de Paredes a Mascareñas, así como el reemplazo de la tubería en el tramo del km 0+310 al km 1+932. En este tramo se localiza un tramo de tubería de 16", un tramo de 24", y un tramo de 30" de diámetro, también se contempla la cancelación de los Pozos Alamito y Casitas 1, así como la cancelación del Rebombeo Malvinas I.

El plano del anteproyecto se anexa a continuación (Plano 8), las memorias de cálculo se presentan en el apartado de anexos.

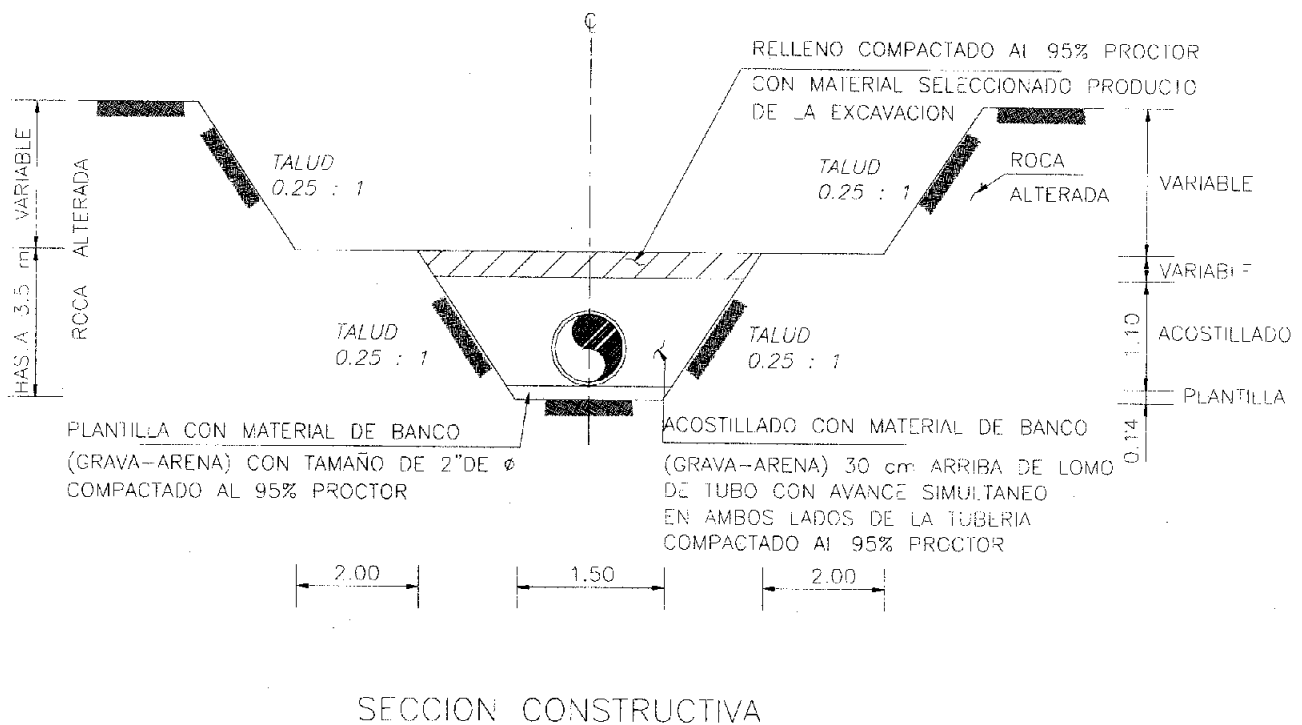
5.3.2 Reemplazo de Tubería sobre el Acueducto Mascareñas en el tramo del km 4+179 al km 4+586

El proyecto surge debido a que en este tramo del acueducto la elevación del terreno es superior a la elevación del sitio de descarga en el tanque Portezuelos, dando como consecuencia la necesidad de una mayor carga de bombeo para superar dicho tramo.

El reemplazo de tubería debe hacerse del km 4+179 al km 4+586, proponiendo la construcción de la tubería a una mayor profundidad (que en su parte más profunda sería de 7 m aproximadamente), mismo que permitirá disminuir la carga de bombeo. El tramo a reemplazar tiene una longitud de 407 m y se hará con el mismo diámetro de 30" de Asbesto Cemento clase A-5.

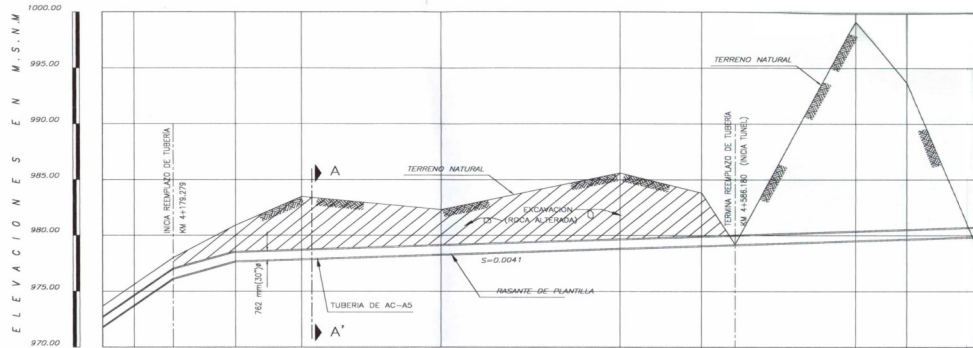
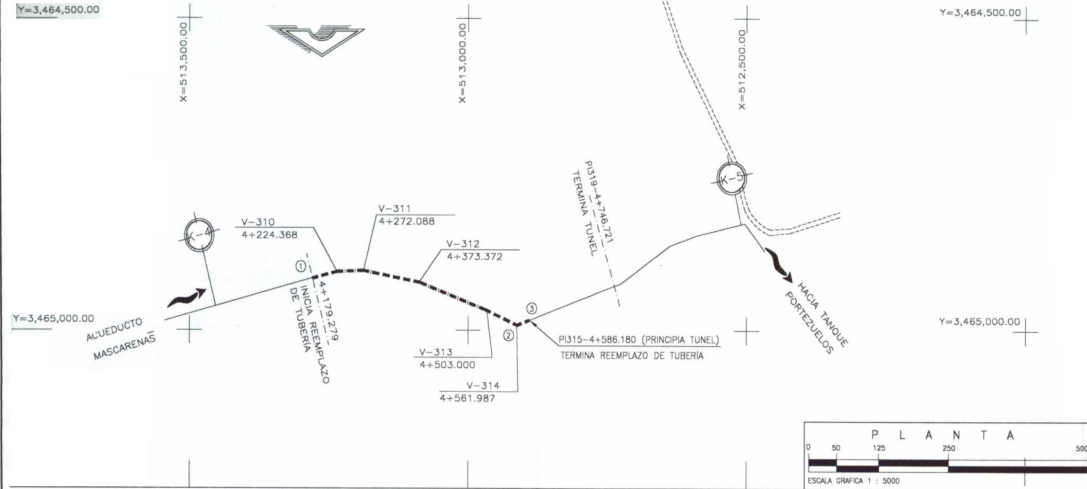
Para la construcción de este proyecto se plantea la siguiente sección constructiva, siendo la excavación en Roca Alterada.

Figura 5.3 Sección Constructiva



El plano del anteproyecto se anexa a continuación (Plano 9), las memorias de cálculo se presentan en el apartado de anexos.

Y=3,464,500.00



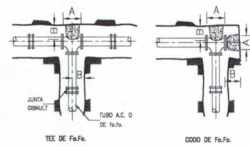
TUBERIA	CLASE TUBERIA DIAMETRO Y LONGITUD		AC-A5		TUBERIA DE ASBESTO CEMENTO CLASE A-5 LONGITUD = 408.901 DIAM. = 782 mm (30")		TUBERIA DE ASBESTO CEMENTO CLASE A-5 (EXISTENTE)	
	ELEVACION DE PLANILLA	RELEVA	Km.	RELEVA	Km.	RELEVA	Km.	RELEVA
TOPOGRAFICOS			4+178.34	972.08	4+178.34	972.08	4+500.000	978.548
			4+151.219	971.93	4+224.368	972.992	4+500.000	978.548
			4+178.279	978.00	4+272.088	982.48	4+500.000	978.548
			4+224.368	982.96	4+272.088	982.48	4+500.000	978.548
			4+272.088	982.48	4+373.372	982.31	4+500.000	978.548
			4+373.372	982.31	4+500.000	978.548	4+500.000	978.548
			4+500.000	978.548	4+500.000	978.548	4+500.000	978.548
			4+500.000	978.548	4+500.000	978.548	4+500.000	978.548



Y=3,464,500.00

SIMBOLO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
	PIEZAS ESPECIALES DE Pa.Fa.		
↖	Codo de 45° de Pa.Fa. de 782 mm (30") de diámetro	Pzs.	1
↘	Excentrico de 45° de Pa.Fa. de 782 mm (30") de diámetro	Pzs.	2
○	Juntas globales de 782 mm (30") de diámetro	Pzs.	4
○	Carpas de pueras de 782 mm (30") de diámetro	Pzs.	2
○	Tambores sin rebabas Inseparables de 314 x 1088 mm (1'4" x 8'1'4")	Pzs.	56
●	Ataque	Pzs.	1

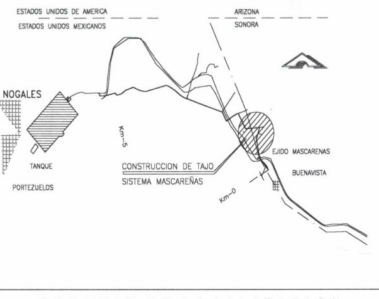
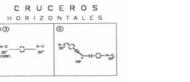
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDADES
1. Limpieza y obra	m	2,982.20
2. Excavación en material (Tipo C (Roca Alterada)	m	7,389.83
3. Perfilado apelmazado 95% gravito proctor	m	85.45
4. Acopio de material producto de excavación	m	2,088.13
5. Acopio de material de banco	m	662.81
6. Concreso simple de 1'x1'00 kg/m ³	m	0.50
7. Relleno compactado al 95% Proutor	m	2,339.72
8. Acostillado compactado 95% Proutor	m	377.36
9. Tubería de Asbesto Cemento Clase A-5 de 782 mm (30") de diámetro	m	408.90



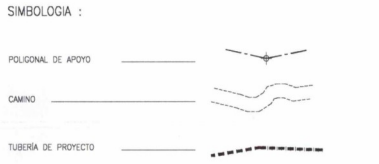
DIAMETRO NOMINAL (CANTIDAD) (LADO Y) VOLUNTARIO	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)
782	30	100	80	53	848

NOTAS PARA ATRAQUES:

- LAS PIEDRAS ESPECIALES DEBERAN ESTAR ALIGADAS Y MENDIADAS ANTES DE COLARLAS EN EL TUNEL, CON CUIDADO DEBEN PERFORARSE ANTES DE LLEVAR A TUNEL Y HACER DE LA ZONA.
- EL ANCHO DEBEN SER DE 2000 LOS CANTOS DEBEN DE HACER LA PRESION HORIZONTAL DE LA TUBERIA.
- ESTOS ATRAQUES SE USAN SOLO PARA TUBERIAS AGUAS EN ZONA.



CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS

- La planimetría y topografía fue obtenida del levantamiento topográfico realizado por la empresa MULTESTUDIOS GRUPO ASOCIADO en enero de 1998.
- El sistema de coordenadas X y Y es arbitrario.
- El sistema de Control Altimétrico es arbitrario.
- Las elevaciones y distancias están indicadas en metros.
- El Norte indicado es el Astronómico

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ENEP - ACATLAN

APROVECHAMIENTO DEL GASTO OPTIMO DE EXPLOTACION EN LAS CAPTACIONES DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PAREDES Y MASCAREÑAS EN LA CD. DE NOGALES, SONORA.

PLANO: REEMPLAZO DE TUBERIA SOBRE EL ACUEDUCTO MASCAREÑAS EN EL TRAMO DEL KM 4+179 AL KM 4+500

AUTORE: JORGE ANTONIO LOPEZ MAGALLAN **ASIS: INC. BERNABENGLIO OSCAR BERRANO**

CARRERA: INGENIERIA CIVIL **FECHA: 02/03/99** **NO. DE PLANO: 9**

ESCALA: 1 : 2,000 **PROYECTO: MARZO DEL 2000**

5.4 Evaluación de Costos

Para llevar a cabo la evaluación de los anteproyectos descritos en el apartado anterior se toma como base los precios del Catálogo de Conceptos de la Comisión Nacional del Agua (CNA) de 1999.

Para el proyecto de la Derivación del Acueducto Paredes a Mascareñas y Reemplazo de tubería en el tramo del km 0+773 al km 1+932 resulta un costo total de \$ 3'284,129; mientras que el proyecto de Reemplazo de Tubería sobre el Acueducto Mascareñas en el tramo del km 4+179 al km 4+586 resulta un costo total de \$ 2'342,389.

Asimismo, en el apartado de anexos se relacionan los presupuestos realizados para cada uno de los proyectos cuantificados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dado el caudal óptimo de explotación de las zonas de captación Paredes y Mascareñas se puede concluir que aún aumentando el caudal a 533.5 lps y 544.9 lps en época de estiaje y de lluvias respectivamente se tendrá un déficit en la Cd. de Nogales de 147 lps y 136 lps para las épocas mencionadas, motivo por el cual habrá que contemplar otro proyecto adicional para aumentar la producción y satisfacer la demanda de la ciudad.

La construcción de los pozos Santa Bárbara III y IV (Proyecto) deberán hacerse en el periodo 2002 -2004 debido a que es necesario aumentar lo más pronto posible la producción de agua para abastecer la ciudad de Nogales. Para dichos pozos se recomienda realizar un estudio más detallado de las condiciones del acuífero Santa Cruz y asimismo tener la certeza de cuanto gasto es posible explotar más y de la localización exacta de los mismos.

Es importante resaltar que la derivación del acueducto Paredes a Mascareñas solo trabajara en época de estiaje, no así en época de lluvias donde deberá cerrarse la válvula de compuerta para evitar dicha derivación.

Deberá darse una buena operación y un buen mantenimiento a los equipos de bombeo para evitar que se dejen de operar varias obras de captación al mismo tiempo reduciendo la producción de caudal, además como resultado de una buena operación y mantenimiento resulta una mayor vida útil de los equipos de bombeo.

Para el caso de los anteproyectos realizados en el presente trabajo, se recomienda llevarlos a proyecto ejecutivo, haciendo los levantamientos topográficos necesarios y los estudios de Geotecnia para conocer perfectamente las condiciones del terreno y el tipo de material.

Por la zona donde se localizan las obras de captación y dado que actualmente no cuentan con protección alguna, se recomienda colocar cercas o mallas para delimitar el área del pozo o noria y así evitar que gente ajena a las instalaciones dañen los equipos o incluso que se los roben.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- **Gilberto Sotelo Avila, "Hidráulica", Editorial Limusa. México 1989.**
- 2.- **Víctor L. Streeter, E. Benjamin Wylie, "Mecánica de los Fluidos", Editorial McGraw Hill, Tercera Edición .**
- 3.- **Ronald V. Giles, "Mecánica de los Fluidos e Hidráulica", Schaum - McGraw Hill, Segunda Edición, México.**
- 4.- **"Conducciones a Presión" Manual de Diseño de Obras Civiles, Comisión Federal de Electricidad, México 1980.**
- 5.- **Frederick S. Merritt, "Manual del Ingeniero Civil", McGraw Hill, Tercera Edición, Tomo IV.**
- 6.- **Enrique Cesar Valdés, "Abastecimiento de Agua Potable", Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 1991.**
- 7.- **Gilberto Sotelo Avila, "Apuntes de Hidráulica II", Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería.**
- 8.- **Ven Te Chow, "Handbook of Applied Hydrology", Mc Graw Hill Book Co, 1964**
- 9.- **Comisión Nacional del Agua, "Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Datos Básicos", Libro V, 1994.**
- 10.- **Comisión Nacional del Agua, "Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Sistemas Rurales", Libro II, 1994.**

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

PROYECCIONES DE POBLACIÓN Y DEMANDAS

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA EN LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA

Fuente de Información: Actualización del Plan Maestro para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Ciudad de Nogales, Son.

CONCEPTO	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
UNIDAD	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.
180,000	186,300	192,821	199,569	206,554	213,784	220,197	226,803	233,607	240,615	247,834	254,525	261,397	268,455	275,703	283,147	290,226	297,482	304,919	312,542	320,355	328,355	
180,000	186,300	187,821	188,569	190,554	190,784	191,197	191,803	192,107	192,615	192,834	193,147	193,455	193,763	194,071	194,379	194,687	194,995	195,303	195,611	195,919	196,227	
SERVICIO DE AGUA POTABLE																						
Número total de viviendas	36,000	37,260	38,554	39,914	41,311	42,757	44,039	45,361	46,721	48,123	49,567	50,905	52,279	53,691	55,141	56,629	58,045	59,496	60,984	62,508	64,071	
Usuarios registrados	23,400	24,592	26,224	28,738	31,396	34,205	36,553	39,010	41,115	43,311	45,106	46,833	48,097	49,933	51,281	53,232	55,143	57,116	59,154	60,633	62,149	
Cobertura de agua potable	0.65	0.66	0.68	0.72	0.76	0.80	0.83	0.86	0.88	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.97	
Consumo de Cd. Nogales	149.3	147.9	160.5	175.0	189.5	206.1	219.6	233.8	246.0	258.4	268.8	271.6	271.6	274.2	274.1	278.9	277.0	277.0	277.0	277.0	277.0	
Agua Contabilizada Cd. Nogales	311.0	319.0	349.0	382.0	418.0	455.0	466.0	519.0	547.0	576.0	600.0	623.0	640.0	664.0	682.0	708.0	726.0	744.0	762.6	781.7	801.2	
Población Cd. Ecológica	5,000	11,000	16,000	23,000	29,000	35,000	41,500	48,000	55,000	62,000	69,000	76,000	83,000	90,000	97,000	104,000	111,000	118,000	125,000	132,000	139,000	
Consumo de Cd. Ecológica	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	
Agua Contabilizada Cd. Ecológica	5.2	11.5	16.7	24.0	30.2	36.5	43.2	50.0	57.3	65.7	74.2	82.7	91.2	99.7	108.2	116.7	125.2	133.7	142.2	150.7	159.2	
Subtotal demandado	311.0	319.0	354.2	393.5	434.7	478.0	516.2	555.5	590.2	626.0	661.3	697.7	735.2	772.7	810.2	847.7	885.2	922.7	960.2	997.7	1,035.2	
Porcentaje de pérdidas estimadas	52.5	52.5	48.5	40.0	35.0	32.0	30.0	28.0	26.0	25.0	24.0	23.0	22.0	21.0	20.5	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	
Pérdidas	343.7	352.6	333.6	282.3	234.1	225.4	221.2	216.0	207.4	208.7	207.6	203.6	197.5	192.9	192.2	193.2	198.1	203.0	208.1	213.3	218.6	
Demanda total (Gasto Medio)	654.7	671.6	687.8	685.8	668.7	704.4	737.4	771.5	797.6	834.7	864.9	885.4	897.7	918.6	937.4	966.0	990.5	1,015.1	1,040.5	1,066.5	1,093.2	
Dotación total equivalente	314.3	311.5	308.2	283.9	279.7	284.7	289.4	293.9	296.0	299.7	301.5	300.5	296.7	295.6	293.8	294.8	294.9	294.8	294.8	294.8	294.8	
Gasto Máximo Diario (Producción Requerida)	916.6	940.2	962.9	918.1	936.2	986.1	1,032.4	1,080.1	1,116.6	1,168.5	1,210.8	1,239.5	1,256.8	1,286.0	1,312.4	1,352.4	1,386.8	1,421.2	1,456.7	1,493.1	1,530.5	

Índice de hacinamiento
Tasas de crecimiento consideradas

Consumo Actual (1998)	Cd. Nogales	175 litros/habitante
Consumo Actual (1999)	Cd. Ecológica	90 litros/habitante
Dotación de proyecto (Año 2015)		294.8 litros/habitante
Pérdidas de Proyecto (Año 2015)		20.0

OFERTA - DEMANDA EN LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA

CONCEPTO	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Gasto Máximo Diario	916.6	940.2	962.9	918.1	936.2	986.1	1,032.4	1,080.1	1,116.6	1,168.5	1,210.8	1,239.5	1,256.8	1,286.0	1,312.4	1,352.4	1,386.8	1,421.2	1,456.7	1,493.1	1,530.5
Producción Actual Época Lluvias	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745	745
Producción Actual Época Estiaje	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703	703
Déficit Época Lluvias	171.6	195.2	217.9	173.1	191.2	241.1	287.4	335.1	371.6	423.5	465.8	494.5	511.8	541.0	567.4	607.4	641.8	676.2	711.7	748.1	785.5
Déficit Época Estiaje	213.6	237.2	259.9	215.1	233.2	283.1	329.4	377.1	413.6	465.5	507.8	536.5	553.8	583.0	609.4	649.4	683.8	718.2	753.7	790.1	827.5

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

CALIBRACIÓN DEL ACUEDUCTO PAREDES

Comparación de Resultados de las Mediciones realizadas en campo y las Simulaciones variando la ϵ (Rugosidad)

Simulación	Concepto	Punto A (km 10+150.5)		Punto B (km 10+158.4)		Punto C (km 14+356.8)		Punto D (km 22+417.8)		Descarga (km 27+048.7)	
		Carga	Elev. Piez.	Carga	Elev. Piez.	Carga	Elev. Piez.	Carga	Elev. Piez.	Carga	Elev. Piez.
Comparación con la mediciones del Estudio Manométrico y Pitométrico											
Campo	Q=230.0 ips	18.50	986.64								
Campo	Q=231.4 ips			18.50	986.32						
Campo	Q=223.0 ips					32.00	991.87				
Campo	Q=159.5 ips							44.00	982.30		
	Elev. Terreno Pto. A	968.14									
	Elev. Terreno Pto. B	967.82									
	Elev. Terreno Pto. C	959.61									
	Elev. Terreno Pto. D	938.30									
	Elev. Terreno Descarga	978.04									
1	Q=231.4 ips; E=0.025	20.75	988.89	21.06	988.88	26.23	985.84	42.34	980.64	0.91	978.95
2	Q=230.0 ips; E=0.42	18.57	986.65	18.82	986.64	22.94	982.55	37.30	975.60	-4.65	973.39
3	Q=231.4 ips; E=0.491	18.20	986.34	18.51	986.33	22.45	982.06	36.52	974.82	-5.49	972.55
4	Q=223.0 ips										
	E=0.025	21.09	989.23	21.40	989.22	26.77	986.38	43.18	981.48	1.75	979.79
5	E=0.050	20.92	989.06	21.23	989.05	26.50	985.11	42.75	981.05	1.27	979.31
6	E=0.070	20.80	988.94	21.11	988.93	26.31	985.92	42.43	980.73	0.92	978.96
7	E=0.090	20.68	988.82	21.00	988.82	26.12	985.73	42.14	980.44	0.59	978.63
8	E=0.159	20.34	988.48	20.65	988.47	25.58	985.19	41.24	979.54	-0.41	977.63
9	E=0.420	19.40	987.54	19.71	987.53	24.07	983.68	38.79	977.09	-3.16	974.88
Comparación con la mediciones de Campo en época de estiaje de 1997											
	Concepto	Punto 1 (km 10+150.5)		Punto 2 (km 14+356.8)		Punto 3 (km 16+697.2)		Punto 4 (km 20+076.3)		Descarga (km 27+048.7)	
		Carga	Elev. Piez.	Carga	Elev. Piez.	Carga	Elev. Piez.	Carga	Elev. Piez.	Carga	Elev. Piez.
Campo	Q=188.0 ips	21.99	990.13	25.14	987.75	36.74	986.43	51.59	984.52		
	Elev. Terreno Pto. 1	968.14									
	Elev. Terreno Pto. 2	959.61									
	Elev. Terreno Pto. 3	949.69									
	Elev. Terreno Pto. 4	932.93									
	Elev. Terreno Descarga	978.04									
10	Q=188.0 ips Gasto en época de estiaje										
	E=0.090	21.41	989.55	27.71	987.32	36.39	986.08	51.35	984.28	2.54	980.58
11	E=0.050	21.17	989.31	27.56	987.17	36.28	985.97	51.32	984.25	2.66	980.70
12	E=0.159	21.99	990.13	28.14	987.75	36.74	986.43	51.59	984.52	2.54	980.58

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:

$$1/f = (1/12) * (-2 \log((ED)/3.71 + (2.51/(Re^{0.12}))))$$

DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
Q =	336.80
Caucium =	230.00
D =	0.61
E =	0.420
L =	1,599.56
V =	0.0100
R =	480.1E+3
V =	78.70
f =	0.01974
A =	2,922.47

OBRA DE CAPTACION	VELOCIDAD (m/s)	PERDIDAS (W/2g) (m)
GALERIA	7.30	7.30
NORIA VII	7.30	7.30
NORIA IV	7.30	7.30
STA BARBARA I	7.30	7.30
STA BARBARA II	7.30	7.30
DERIVACION	7.24	7.24



PERDIDAS = hf = f(L/D)(V²/2g) SEGUN "DARCY-WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADICA (m)	LON- GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMOJ (m)	RHID (m)	VEL (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES
								(m)	(pulg)									

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO PAREDES

Simulación 2. Condiciones Actuales (Calibrando con datos medidos en la Estación "A" Q=230.00 lps; Presión=18.5 mca)

0+000.00	1000.00	1000.00	997.20	1050.00	-2.80	-2.80	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	0.089593	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
0+102.34	989.95	989.95	997.10	1049.95	-2.85	-2.75	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	0.581470	INC. NORIA VII (Descarga libre)
1+689.66	985.42	985.42	985.64	1045.42	0.22	1.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	0.351396	
1+980.65	984.81	984.81	985.29	1044.81	0.48	2.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	0.383880	
2+355.12	982.74	982.74	984.91	1042.74	2.17	4.46	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	0.003893	INC. NORIA IV (Descarga libre)
2+388.12	982.87	982.87	984.23	1042.87	1.66	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	0.248923	Registro a superficie libre
2+614.91	981.81	981.81	983.98	1041.81	2.17	5.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	0.243289	Noria III
2+864.91	981.10	981.10	983.74	1041.10	2.64	6.10	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	0.255930	Noria II (Registro sup. libre)
3+127.90	980.48	980.48	983.48	1040.48	3.00	6.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	0.255930	
SUMA PARCIAL 5,127.80																		
3+127.90	980.48	980.48	983.48	1040.48	3.00	3.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	0.312645	
3+449.17	981.23	981.23	983.17	1041.23	1.94	2.25	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	1.047434	INC. POZO STA. BARBARA I (Est. A)
10+180.48	988.14	988.14	988.86	1018.14	18.81	26.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	0.607678	Estación B
10+188.37	987.82	987.82	988.94	1017.82	18.82	35.86	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	0.529513	
10+702.49	983.68	983.68	985.11	1013.68	22.43	29.80	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	0.002842	INC. POZO STA. BARBARA II
11+221.84	980.85	980.85	985.60	1010.85	24.75	32.63	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	0.214347	Estación C
11+442.10	984.68	984.68	985.39	1014.68	20.71	28.80	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	0.082932	Derivación a Reb. Matrnas I
14+396.60	989.61	989.61	982.65	1009.61	22.84	33.97	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	0.741038	
14+442.02	989.51	989.51	982.47	1009.51	22.96	33.97	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2300	0.0187	0.000973	0.082932	
20+613.13	930.67	930.67	976.46	1000.67	45.79	62.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1588	0.0191	0.000478	0.264513	
20+665.00	929.36	929.36	976.44	999.36	47.08	64.12	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1588	0.0191	0.000478	0.024789	
22+417.81	938.30	938.30	976.60	1008.30	37.30	55.16	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1588	0.0191	0.000478	0.037686	Estación D
22+467.81	938.91	938.91	976.68	1008.91	36.67	53.67	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1588	0.0191	0.000478	0.023876	PLANTA TIPO BOOSTER
22+563.15	943.63	943.63	976.52	983.63	31.89	48.85	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1588	0.0191	0.000478	0.055077	
24+214.90	977.64	977.64	974.74	1027.64	-2.80	16.84	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1588	0.0191	0.000478	0.071170	
24+351.09	973.68	973.68	974.68	1023.68	1.00	19.80	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1588	0.0191	0.000478	0.065034	
27+048.74	978.04	978.04	973.38	1028.04	-4.66	15.44	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1588	0.0191	0.000478	0.040156	
SUMA PARCIAL 23,920.84																		
SUMA TOTAL 27,048.74																		

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

GASTO A CONDUCIR
GASTO CONDUCCION ACUM.
DIAMETRO DE LA TUBERIA
RUGOSIDAD "E"
LONGITUD TOTAL
VISCOSIDAD CINEMATICA
NUMERO DE REYNOLDS
VELOCIDAD
COEF. DE FRICCION "f"
AREA DE SECCION
OBRA DE CAPTACION

Q=	251.48	0.00	6.01	0.00	71.00	l.p.s.
Qocum=	251.48	251.40	251.40	251.40	159.00	l.p.s.
D=	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	m
E=	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	mm
L=	1,599.56	7,759.25	1,063.47	9,391.29	6,435.61	m
V=	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	cm2seg.
R=	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	333.1E+3	
V=	79.18	79.18	79.18	79.18	54.61	cm/seg.
f=	0.0193	0.0193	0.0193	0.0193	0.0193	
A=	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	cm ²

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1/f = (-1.75) + 2 \log \left(\frac{E/D}{3.71 + 2.51f} \right) \left(\frac{Re}{f} \right)^{0.112}$

GALERIA	7.19	=	7.19
NORIA VII	7.19	=	7.19
NORIA IV	7.19	=	7.19
STA BARBARA I	7.19	=	7.19
STA BARBARA II	7.19	=	7.19
DERIVACION	7.14	=	7.14



PERDIDAS = hf = f(L/D)(V²/2g) SEGUN "DARCY-WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO	ELEVACION DE PLANTILLA	ELEVACION DE PIEZ	PRESION MAXIMA (TUBERIA)	CARGA DE TRABAJO ESTADICA		LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMOJ (m)	RHD (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidráulica	hf	OBSERVACIONES
					(m)	(m)			(m)	(pulg)									

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO PAREDES

Simulación 3. Condiciones Actuales (Calibrando con datos medidos en la Estación "B" Q=231.40 lps; Presión=18.5 mca)

0+000.00	1000.00	997.20	1050.00	-2.80	-2.80	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.104046	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
0+102.34	998.95	999.95	1049.95	-2.85	-2.75	697.61	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.807488	INC. NORIA VII (Descarga libre)
1+599.56	995.42	995.57	1048.42	0.16	1.78	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.367108	
1+980.65	994.81	995.21	1044.81	0.40	2.39	394.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.401044	
2+358.12	992.74	994.81	1042.74	2.07	4.46	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.004067	INC. NORIA IV (Descarga libre)
2+358.12	992.87	994.26	1042.87	1.59	1.69	255.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.260053	Registro a superficie libre
2+514.91	991.81	994.00	1041.81	2.19	5.39	250.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.254166	Noria III
2+864.91	991.10	993.75	1041.10	2.65	6.10	262.99	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.267373	Noria II (Registro sup. libre)
3+127.80	980.48	983.48	1040.48	3.00	6.72	SUMA PARCIAL			24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017		
3+127.80	980.48	983.48	1040.48	3.00	6.00	321.27	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.326624	
3+449.17	991.23	993.15	1041.23	1.92	2.25	1,076.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	1.094319	INC. POZO STA. BARBARA I (Ert. A)
10+150.46	968.14	968.34	1018.14	18.20	25.34	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.006021	Estación B
10+158.37	967.82	968.34	1017.82	18.31	25.68	544.12	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.553188	
10+702.49	963.68	965.78	1013.68	22.10	29.80	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.223931	INC. POZO STA. BARBARA II
11+221.84	960.85	965.26	1010.85	24.40	32.83	220.26	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.066640	Estación C
11+442.10	964.68	965.03	1014.68	20.35	28.89	761.48	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.276340	Derivación a Reb. Matvinas I
14+356.30	959.61	962.06	1009.61	22.45	33.87	85.22	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0193	0.001017	0.025417	
14+442.02	959.51	981.96	1009.51	22.47	33.97	51.87	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1586	0.0196	0.000490	0.035873	PLANTA TIPO BOOSTER
20+513.13	930.67	976.70	1000.67	45.03	62.81	58.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1586	0.0196	0.000490	0.056519	
20+665.00	929.36	975.68	999.36	46.32	64.12	115.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1586	0.0196	0.000490	0.073033	
22+447.61	938.30	974.52	1008.30	36.32	55.16	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1586	0.0196	0.000490	0.066736	
22+467.81	938.81	974.78	1009.81	34.68	63.87	136.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1586	0.0196	0.000490	0.066736	
22+583.15	943.63	974.74	993.63	31.11	49.85	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1586	0.0196	0.000490	0.041201	
24+214.90	977.64	973.94	1027.64	-3.70	16.80	SUMA PARCIAL			24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1586	0.0196	0.000490		
24+351.09	973.68	973.87	1023.68	0.19	19.84	SUMA TOTAL			24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1586	0.0196	0.000490	20.93	
27+048.74	978.04	973.55	1028.04	-4.49	15.64	27,048.74	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1586	0.0196	0.000490	0.041201	

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

Q=	223.00	0.00	0.00	0.00	84.40	l.p.s.
Qacum=	223.00	223.00	223.00	223.00	199.60	l.p.s.
D=	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	m
E=	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	mm
L=	1.599	56	7.59	25	9.39	29
V=	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	cm2/seg.
R=	465.5E+3	465.5E+3	465.5E+3	465.5E+3	333.1E+3	
V=	76.31	76.31	76.31	76.31	54.61	cm/seg.
f=	0.0144	0.0144	0.0144	0.0144	0.0144	
A=	2.922	47	2.922	47	2.922	47
	GALERIA	NORIA VII	NORIA IV	STA B I	STA B II	DERIVACION

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:

$$1/f = (V^4/12g) = -2 \log \left(\frac{E/D}{3.7} + \frac{2.51f}{Re} \right) \left(\frac{V}{\nu} \right)^{1.25}$$

GALERIA	8.347	=	8.347
NORIA VII	8.347	=	8.347
NORIA IV	8.347	=	8.347
STA BARBARA I	8.347	=	8.347
STA BARBARA II	8.347	=	8.347
DERIVACION	8.166	=	8.166



PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PIEZ (m)	ELEVACION MAXIMA (TUBERIA) (m)	PRESION (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	DIAMETRO (pulg)	AHID (m ²)	PERMEO (m)	RHID (m)	VEL (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S	hf	OBSERVACIONES
0+000.00	1000.00	1000.00	997.20	1060.00	-2.80	-2.80	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.071701	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
0+102.34	999.95	999.95	997.13	1049.95	-0.82	-0.82	7.32	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.005131	
1+002.05	997.05	997.05	996.50	1047.05	0.86	0.86	597.61	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.418672	INC. NORIA VII (Descarga libre)
1+599.56	995.42	995.42	998.08	1045.42	1.02	2.39	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.252984	
1+960.65	994.81	994.81	995.83	1044.81	1.02	1.46	394.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.276370	
2+355.12	992.74	992.74	995.55	1042.74	2.81	1.85	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.022802	INC. NORIA IV (Descarga libre)
2+359.12	992.67	992.67	994.52	1042.67	2.53	5.39	256.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.179209	Registro a superficie libre
2+614.91	991.81	991.81	994.34	1041.81	3.07	6.10	250.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.175153	Noria III
2+864.91	991.10	991.10	994.17	1041.10	3.80	8.72	262.99	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.184254	Noria II (Registro sup. libre)
3+127.90	990.48	990.48	993.98	1040.48	3.50	3.127	90	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.184254	
3+127.90	990.48	990.48	993.98	1040.48	3.50	3.60	3.60	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.357116	Noria II (Registro sup. libre)
9+074.10	964.21	964.21	969.81	1014.21	25.64	29.77	509.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.764124	Estación A Inc. Pozo Sta. Barbara I
10+150.46	963.14	963.14	963.06	1013.14	20.92	25.64	1.074	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.005528	Estación B
10+158.37	967.82	967.82	969.09	1017.82	31.23	36.16	7.86	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.002046	Inc. Pozo Sta. Barbara II
11+221.84	960.85	960.85	968.31	1010.85	27.48	33.13	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.154317	
14+358.80	959.61	959.61	966.11	1009.61	26.50	34.37	761.69	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.533561	Estación C
20+613.13	930.67	930.67	961.73	1000.67	51.06	63.31	271.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.190433	Derivación a Rebombos Malvinas I
20+665.00	929.36	929.36	961.71	999.36	52.35	64.62	51.87	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1688	0.0160	0.000376	0.019495	
22+417.81	936.50	936.50	961.06	1006.50	42.76	55.88	70.92	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0150	0.000376	0.037742	Estación D
22+487.81	939.91	939.91	961.03	1009.91	41.12	54.07	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0150	0.000376	0.018792	Planta de Bombeo Tipo Booster
24+065.86	970.82	970.82	980.43	1020.82	9.61	23.16	100.42	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0150	0.000376	0.056016	
24+214.90	977.64	977.64	980.38	1027.64	2.74	18.34	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0150	0.000376	0.051186	
24+351.09	973.68	973.68	980.32	1023.68	6.64	20.30	136.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0150	0.000376	0.012757	
26+777.08	974.05	974.05	979.41	1024.05	5.36	19.93	33.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0150	0.000376	0.070499	
26+964.66	974.78	974.78	979.34	1024.78	4.56	19.20	187.56	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0150	0.000376	0.031601	
27+048.34	978.04	978.04	979.51	1028.04	3.27	15.94	84.03	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.66	0.1686	0.0160	0.000376	14.67	
					SUMA PARCIAL		3,127.90												
					SUMA TOTAL		27,048.74												

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO PAREDES

Simulación 5. Condiciones Actuales (época de lluvia) Operando solo la Galería Filtrante y derivando al Rebombos Malvinas I

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PIEZ (m)	ELEVACION MAXIMA (TUBERIA) (m)	PRESION (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	DIAMETRO (pulg)	AHID (m ²)	PERMEO (m)	RHID (m)	VEL (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S	hf	OBSERVACIONES
0+000.00	1000.00	1000.00	997.20	1060.00	-2.80	-2.80	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.071701	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
0+102.34	999.95	999.95	997.13	1049.95	-0.82	-0.82	7.32	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.005131	
1+002.05	997.05	997.05	996.50	1047.05	0.86	0.86	597.61	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.418672	INC. NORIA VII (Descarga libre)
1+599.56	995.42	995.42	998.08	1045.42	1.02	2.39	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.252984	
1+960.65	994.81	994.81	995.83	1044.81	1.02	1.46	394.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.276370	
2+355.12	992.74	992.74	995.55	1042.74	2.81	1.85	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.022802	INC. NORIA IV (Descarga libre)
2+359.12	992.67	992.67	994.52	1042.67	2.53	5.39	256.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.179209	Registro a superficie libre
2+614.91	991.81	991.81	994.34	1041.81	3.07	6.10	250.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.175153	Noria III
2+864.91	991.10	991.10	994.17	1041.10	3.80	8.72	262.99	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.184254	Noria II (Registro sup. libre)
3+127.90	990.48	990.48	993.98	1040.48	3.50	3.127	90	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.184254	
3+127.90	990.48	990.48	993.98	1040.48	3.50	3.60	3.60	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.357116	Noria II (Registro sup. libre)
9+074.10	964.21	964.21	969.81	1014.21	25.64	29.77	509.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.764124	Estación A Inc. Pozo Sta. Barbara I
10+150.46	963.14	963.14	963.06	1013.14	20.92	25.64	1.074	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.005528	Estación B
10+158.37	967.82	967.82	969.09	1017.82	31.23	36.16	7.86	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.000701	0.002046	Inc. Pozo Sta. Barbara II
11+221.84	960.85	960.85	968.31	1010.85	27.48	33.13	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0144	0.		

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

GASTO A CONDUCIR	Q _m = 223.00	0.00	0.00	0.00	34.40 l.p.s.
GASTO CONDUCCION ACUM.	Q _{acum} = 223.00	223.00	223.00	223.00	154.90 l.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D = 0.61	0.61	0.61	0.61	0.61 m
RUGOSIDAD "E"	E = 0.075	0.075	0.075	0.075	0.075 mm
LONGITUD TOTAL	L = 1,590.56	759.56	1,063.47	9,391.29	6,435.61 m
VISCOSIDAD DINAMICA	v = 0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100 cm ² /seg.
NUMERO DE REYNOLDS	R = 465.5E+3	465.5E+3	465.5E+3	465.5E+3	333.1E+3
VELOCIDAD	V = 76.31	76.31	76.31	76.31	54.61 cm/seg.
COEF. DE FRICCION "f"	f = 0.0147	0.0147	0.0147	0.0147	0.0147
AREA DE SECCION	A = 2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47 cm ²

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $1/f \cdot (1/2) = -2 \log ((ED)/3.7 + (2.51/f) \cdot Re \cdot (1/2))$

GALERIA	8.245	=	8.245
NORIA VII	8.245	=	8.245
NORIA IV	8.245	=	8.245
STA BARBARA I	8.245	=	8.245
STA BARBARA II	8.245	=	8.245
DERIVACION	8.076	=	8.076



PERDIDAS = hf = f(LD)/(V279) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KI	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PIEZ (m)	PRESSION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA (m)	LONGITUD GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA (m)	DIAMETRO (m)	DIAMETRO (pulg)	AHID (m ²)	PERMO. (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S Hidraulica	hf	OBSERVACIONES
------------------------	--------------------------	----------------------------	--------------------	-------------------------------	----------------------------------	--------------------	---------------------	--------------	-----------------	------------------------	------------	----------	-------------	-----------------------------	---------	--------------	----	---------------

0+000.00	1000.00	1000.00	987.20	1050.00	-2.80	-2.80	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0147	0.000718	0.073479	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
0+102.34	989.95	989.95	987.13	1049.95	-2.82	-2.75	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0147	0.000718	0.005258	INC. NORIA VII (Descarga libre)
1+002.05	997.05	997.05	996.48	1047.05	-0.57	0.15	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0147	0.000718	0.429005	
1+899.66	995.42	995.42	996.05	1045.42	0.63	1.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0147	0.000718	0.259258	
1+960.65	994.81	994.81	995.79	1044.81	0.98	2.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0147	0.000718	0.283224	
2+355.12	992.74	992.74	995.51	1042.74	2.77	4.46	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0147	0.000718	0.002872	INC. NORIA IV (Descarga libre)
2+369.12	992.67	992.67	994.53	1042.67	1.86	1.88	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0147	0.000718	0.002872	Registro a superficie libre
2+614.91	991.81	991.81	994.35	1041.81	2.54	5.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0147	0.000718	0.179497	Noria III
2+864.91	991.10	991.10	994.17	1041.10	3.07	6.10	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0147	0.000718	0.179497	Noria III
3+127.90	990.48	990.48	993.98	1040.48	3.50	8.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0147	0.000718	0.188324	Noria II (Registro sup. libre)
SUMA PARCIAL 3,127.90																		

3+127.90	990.48	990.48	993.98	1040.48	3.50	3.60	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0147	0.000718	0.365973	Noria II (Registro sup. libre)
9+074.10	964.21	964.21	969.71	1014.21	25.50	29.77	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0147	0.000718	0.772827	Estación A Inc. Pozo Sta. Barbara I
10+150.40	963.14	963.14	968.84	1013.14	23.80	25.84	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0147	0.000718	0.005865	Estación B
10+158.37	967.82	967.82	968.83	1017.82	21.31	76.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0147	0.000718	0.005865	Inc. Pozo Sta. Barbara II
11+221.84	960.85	960.85	968.17	1010.85	27.32	33.13	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0147	0.000718	0.002097	Estación C
11+442.10	964.68	964.68	968.01	1014.68	23.33	29.30	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0147	0.000718	0.156144	Derivación a Rebombeo Malvinas I
14+356.80	959.61	959.61	965.92	1009.61	26.81	34.37	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.65	0.1896	0.0153	0.000383	0.019887	
20+665.00	930.67	930.67	961.43	1000.67	50.76	63.31	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.65	0.1896	0.0153	0.000383	0.030267	Estación D
23+417.81	938.30	938.30	960.73	1005.30	42.43	55.68	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.65	0.1896	0.0153	0.000383	0.030267	Planta de Bombeo Tipo Booster
23+487.81	938.91	938.91	960.71	1009.91	40.80	54.07	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.65	0.1896	0.0153	0.000383	0.019170	
24+065.86	970.82	970.82	980.10	1020.82	9.28	23.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0153	0.000383	0.036500	
24+214.90	977.84	977.84	980.04	1027.84	2.40	16.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0153	0.000383	0.057141	
24+351.00	973.68	973.68	979.99	1023.68	6.31	20.30	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0153	0.000383	0.052214	
26+777.08	974.05	974.05	979.06	1024.05	5.01	19.93	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0153	0.000383	0.013014	
28+964.66	974.78	974.78	978.99	1024.78	4.21	19.20	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0153	0.000383	0.071916	
32+048.74	978.04	978.04	978.98	1028.04	6.92	16.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.66	0.1696	0.0153	0.000383	0.032236	
SUMA PARCIAL 23,820.84																		
SUMA TOTAL 27,048.74																		

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar e valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:

$$1/f = \frac{1}{f} \left(\frac{1}{2} \right) = -2 \log \left(\frac{E/D}{3.71 + 2.51 \left(\frac{V}{Re} \right)^{1/4}} \right) \quad \text{Re} = \left(\frac{V \cdot D}{\nu} \right)$$



DATOS POR OBRA DE CAPTACION			
GASTO A CONDUCIR	Q _{com} =	223.00	0.00
GASTO CONDUCIDO ACUM.	Q _{acum} =	223.00	223.00
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D =	0.61	0.61
RUJOSIDAD "E"	E =	0.090	0.090
LONGITUD TOTAL	L =	1,589.56	7,799.25
VISCOSIDAD CINEMATICA	ν =	0.100	0.100
NUMERO DE REYNOLDS	R =	465.5E+3	465.5E+3
VELOCIDAD	V =	76.31	76.31
COEF. DE FRICCIÓN "f"	f =	0.01506	0.01506
AREA DE SECCION	A =	2,922.47	2,922.47

PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY-WEISSBACH"

GALERIA		NORIA VII		NORIA IV		STA B I		STA B II		DERIVACION	
GA	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
NO	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
SB	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
ST	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
DERIVACION	8.000										

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTATICA		LON-GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)		AHID (m ²)	PERMOU (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES
					(m)	(m)			(m)	(m)									

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO PAREDES

Simulación 7. Condiciones Actuales (época de lluvia) Operando solo la Galería Filtrante y derivando al Rebombeo Malvinas I

0+000.00	1000.00	1000.00	987.20	1060.00	-2.80	-2.80	102.84	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.075127	INICIO EN GALERIA FILTRAN.															
0+102.34	999.95	999.95	997.12	1049.95	-2.83	-2.75	7.32	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.005376																
1+002.05	997.05	997.05	996.46	1047.05	-0.59	0.15	397.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.438629	INC. NORIA VII (Descarga libre)															
1+698.56	995.42	995.42	996.03	1045.42	0.61	1.78	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.285074																
1+860.65	994.81	994.81	995.76	1044.81	0.95	2.39	394.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.289578																
2+365.12	992.74	992.74	995.47	1042.74	2.73	4.46	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.002936	INC. NORIA IV (Descarga libre)															
2+359.12	992.67	992.67	994.64	1042.67	1.87	1.87	255.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.187774	Registro a superficie libre															
2+614.91	991.61	991.61	994.35	1041.61	2.84	5.39	250.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.183524	Noria III															
2+864.91	991.10	991.10	994.17	1041.10	3.07	6.10	262.99	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.193060	Noria II (Registro sup. libre)															
3+127.90	990.48	990.48	993.98	1040.48	3.60	6.72	3,127.90	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734																	
SUMA PARCIAL																	3,127.90																	
3+127.90	990.48	990.48	993.98	1040.48	3.60	6.72	509.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.374163	Noria II (Registro sup. libre)															
9+074.10	964.21	964.21	969.61	1014.21	25.40	29.77	1,076.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.790165	Estación A inc. Pozo Sta. Barbara I															
10+150.48	963.14	963.14	968.82	1013.14	20.88	25.84	7.85	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.005792	Estación B															
10+188.37	967.92	967.92	968.82	1017.92	31.90	36.16	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.002144	Inc. Pozo Sta. Barbara II															
11+221.84	960.85	960.85	968.04	1010.85	27.18	33.13	220.26	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.161692																
11+442.10	964.68	964.68	967.89	1014.68	23.20	29.30	761.46	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0150	0.000734	0.568988																
14+356.90	959.61	959.61	965.74	1009.61	26.13	34.37	271.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1988	0.0156	0.000391	0.199534	Estación C															
20+665.00	930.67	930.67	961.14	1000.67	50.47	63.31	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1988	0.0156	0.000391	0.020264	Derivación a Rebombeo Malvinas I															
22+417.81	939.91	939.91	970.42	1009.91	40.81	54.07	100.42	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1988	0.0156	0.000391	0.019533	Estación D															
24+214.80	977.64	977.64	979.74	1027.64	2.10	18.34	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1988	0.0156	0.000391	0.039231	Planta de Bombeo Tipo Booster															
24+351.09	973.68	973.68	979.68	1023.68	6.00	20.30	136.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1988	0.0156	0.000391	0.058225																
26+777.08	974.05	974.05	978.74	1024.05	4.69	19.93	387.54	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1988	0.0156	0.000391	0.053205																
26+964.66	974.78	974.78	978.66	1024.78	3.88	19.20	181.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1988	0.0156	0.000391	0.013260																
37+068.74	978.04	978.04	979.84	1028.04	1.80	16.84	94.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1988	0.0156	0.000391	0.073280																
SUMA PARCIAL																	23,820.84																	
SUMA TOTAL																	27,048.74																	

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $f = \frac{1}{(f \cdot (1/2))} = -2 \log \left(\frac{(E/D) \cdot 3.71 + (2.51 / Re)}{(f \cdot (1/2))} \right)$

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
GALERIA	7.895	=
NORIA VII	7.895	=
NORIA IV	7.895	=
STA BARBARA I	7.895	=
STA BARBARA II	7.895	=
DERIVACION	7.780	=

DATOS POR OBRA DE CAPTACION			
Q=	0.06	0.08	0.30
Qacum=	233.90	233.90	233.90
D=	0.61	0.61	0.61
E=	0.169	0.168	0.168
L=	1.589.56	7.799.25	1.063.47
V=	0.0100	0.0100	0.0100
R=	465.5E+3	465.5E+3	465.5E+3
V=	76.31	76.31	76.31
f=	0.0160	0.0160	0.0160
A=	2.922.47	2.922.47	2.922.47
PERDIDAS = $10 \cdot f \cdot (L/D) \cdot (V^2/g)$	2.922.47	2.922.47	2.922.47
STAB I	2.922.47	2.922.47	2.922.47
STAB II	2.922.47	2.922.47	2.922.47
DERIVACION	2.922.47	2.922.47	2.922.47



PERDIDAS = $10 \cdot f \cdot (L/D) \cdot (V^2/g)$ SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	DIAMETRO (pulg)	AHID (m2)	PERNOJ (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	S	hf	OBSERVACIONES
0+000.00	1000.00	1000.00	987.20	1050.00	-2.80	-2.80	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0160	0.000783	0.080137	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
0+102.34	989.95	989.95	987.12	1049.95	-2.83	-2.75	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0160	0.000783	0.006734	INC. NORIA VII (Descarga libre)
1+002.05	997.05	997.05	996.42	1047.05	-0.63	0.15	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0160	0.000783	0.467880	INC. NORIA VII (Descarga libre)
1+688.68	985.42	985.42	985.95	1045.42	0.53	1.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0160	0.000783	0.282752	INC. NORIA VII (Descarga libre)
1+860.65	994.81	994.81	995.66	1044.81	0.85	2.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0160	0.000783	0.308890	INC. NORIA VII (Descarga libre)
2+356.12	992.74	992.74	995.38	1042.74	2.62	4.46	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0160	0.000783	0.282752	INC. NORIA VII (Descarga libre)
2+959.12	992.67	992.67	994.68	1042.67	1.91	1.81	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0160	0.000783	0.003132	INC. NORIA IV (Descarga libre)
2+614.91	991.81	991.81	994.38	1041.81	2.57	5.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0160	0.000783	0.200296	Registro a superficie libre
2+864.91	991.10	991.10	994.18	1041.10	3.08	6.10	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0160	0.000783	0.195763	Noria III
3+127.80	990.48	990.48	993.88	1040.48	3.50	6.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0160	0.000783	0.205934	Noria II (Registro sup. libre)
SUMA PARCIAL 3,127.80																		
3+127.80	990.48	990.48	993.88	1040.48	3.50	6.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0160	0.000783	0.399136	Noria II (Registro sup. libre)
9+074.10	964.21	964.21	969.32	1014.21	25.11	29.77	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0160	0.000783	0.842960	Estación A Inc. Pozo Sta. Barbara I
10+150.48	968.74	968.74	969.48	1018.74	30.34	35.84	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0160	0.000783	0.006178	Estación B
10+158.37	967.82	967.82	968.27	1017.82	30.65	35.18	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0160	0.000783	0.002287	Inc. Pozo Sta. Barbara II
11+221.84	960.85	960.85	987.64	1010.85	26.78	33.13	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0160	0.000783	0.0212841	Estación C
11+442.10	964.68	964.68	987.47	1014.68	22.79	29.30	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0160	0.000783	0.021423	Estación C
14+356.80	959.61	959.61	985.19	1009.61	26.58	34.37	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0160	0.000783	0.032595	Derivación a Rebombos Malvinas I
20+613.13	930.67	930.67	980.29	1000.67	49.62	63.31	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1996	0.0165	0.000413	0.021423	Estación D
20+665.00	929.36	929.36	980.27	999.36	50.91	64.62	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1996	0.0165	0.000413	0.021423	Estación D
22+417.81	938.30	938.30	978.54	1008.30	41.24	55.68	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1996	0.0165	0.000413	0.021423	Estación D
22+467.81	938.91	938.91	978.52	1008.91	39.61	54.07	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1996	0.0165	0.000413	0.021423	Estación D
24+065.86	970.82	970.82	978.86	1020.82	8.04	23.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1996	0.0165	0.000413	0.021423	Estación D
24+214.90	977.64	977.64	978.90	1027.64	1.16	18.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1996	0.0165	0.000413	0.021423	Estación D
24+351.09	973.68	973.68	979.74	1023.68	5.06	20.30	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1996	0.0165	0.000413	0.021423	Estación D
26+777.08	974.05	974.05	977.74	1024.05	3.69	19.93	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1996	0.0165	0.000413	0.021423	Estación D
26+964.66	974.78	974.78	977.66	1024.78	2.88	19.20	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1996	0.0165	0.000413	0.021423	Estación D
27+048.74	978.04	978.04	977.63	1028.04	-0.41	16.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1996	0.0165	0.000413	0.021423	Estación D
SUMA PARCIAL 23,920.84																		
SUMA TOTAL 27,048.74																		

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO PAREDES

Simulación 8. Condiciones Actuales (época de lluvia) Operando solo la Galería Filtrante y derivando al Rebombos Malvinas I

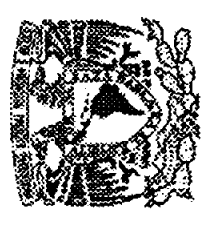
CONDICIONES	VALOR
INICIO EN GALERIA FILTRAN.	0.080137
INC. NORIA VII (Descarga libre)	0.467880
INC. NORIA IV (Descarga libre)	0.003132
Registro a superficie libre	0.200296
Noria III	0.195763
Noria II (Registro sup. libre)	0.205934
Noria II (Registro sup. libre)	0.399136
Estación A Inc. Pozo Sta. Barbara I	0.842960
Estación B	0.006178
Inc. Pozo Sta. Barbara II	0.002287
Estación C	0.0212841
Derivación a Rebombos Malvinas I	0.021423
Estación D	0.032595
Planta de Bombeo Tipo Booster	0.020651
	0.041475
	0.061556
	0.056249
	0.014019
	0.077473
	0.000413
	0.034727
	16.35

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar a valor del coeficiente de fricción "f" se usa la fórmula siguiente:

$1/(f \cdot (L/D)^5) = -2 \log \left(\frac{K_s}{3.7D} + \frac{0.06}{Re} \sqrt{f} \right) \quad Re = (f \cdot L \cdot Q^2 / \nu^4)$

Table with 2 columns: Parameter and Value. Includes: GASTO A CONducIR, DIAMETRO DE LA TUBERIA, VISCOSIDAD "E", LONGITUD TOTAL, etc.



PERDIDAS = hf = f(L/D) (V2/g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

Main data table with columns: DISTANCIA AL ORIGEN KM, ELEVACION DE TERRENO (m), ELEVACION DE PLANTILLA (m), ELEV. PIEZ (m), PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m), CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA (m), LONGITUD (m), TIPO DE TUBERIA, DIAMETRO (m), ANCHO (m2), PERIMETRO (m), RHID (m), VEL. (m/s), GASTO Q (m3/s), f Darcy, s hidráulica, hf, OBSERVACIONES, Carga Leida Ajustada.

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO PAREDES

Simulación 10. Con datos en Epoca de estilaje 1997

Summary table with columns: Distance (km), Elevation (m), Piez (m), Pressure (m), Static Load (m), Length (m), Tube Type, Diameter (m), Perimeter (m2), Friction (m), Velocity (m/s), Flow (m3/s), Loss coefficient (Darcy), Hydraulic loss (s), Head loss (hf), Observations, Adjusted Reading.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1/f \cdot (1/2) = -2 \log ((ED)/3.7 + 2.51 / (Re \cdot (f \cdot (1/2))))$

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
GASTO A CONDUCIR	40.00	l.p.s.
GASTO CONDUCIDO ACUM.	25.00	l.p.s.
DIÁMETRO DE LA TUBERÍA	114.30	mm
RUGOSIDAD "E"	0.61	mm
LONGITUD TOTAL	1,599.56	m
VISCOSIDAD CINEMÁTICA	0.0100	cm ² /seg.
NÚMERO DE REYNOLDS	187.9E+3	
VELOCIDAD	30.80	cm/seg.
COEF. DE FRICCIÓN "f"	0.0164E	
ÁREA DE SECCIÓN	2,922.47	cm ²
OBRA DE CAPTACION	GALERIA NORIA VI NORIA IV STAB I STAB I DERIVACION	



PERDIDAS = hf = f(LQ)² / (V⁵ D⁵) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	PIEZ. (m)	PRESSION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA (m)	LONG. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIÁMETRO (m)	AHD (m)	PERIM. (m)	RHD (m)	VEL. (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidráulica	hf	OBSERVACIONES
0+000.00	1000.00	1000.00	887.20	1050.00	-2.80												
1+599.56	895.42	895.42	898.99	1045.42	1.57	597.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0165	0.000131	0.076143	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
2+359.12	892.87	892.87	891.61	1042.87	-1.06	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1150	0.0158	0.000205	0.000820	INC. NORIA VI (Descarga libre)
2+614.91	891.81	891.81	891.53	1041.81	-0.28	5.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0153	0.000294	0.075288	INC. NORIA IV (Descarga libre)
3+127.90	890.48	890.48	891.38	1040.48	0.80	6.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0153	0.000294	0.077407	Registro a superficie libre
						3,127.90											Noria II (Registro sup. libre)

Carga Leída Ajustada

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO PAREDES

Simulación 11. Con datos en Epoca de estiaje 1997

3+127.90	890.48	891.38	1040.48	0.80														Noria II (Registro sup. libre)
3+449.17	891.23	891.23	1041.23	0.06	0.15	321.27	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0153	0.000294	0.094581		
10+150.48	898.14	898.14	897.14	21.17	23.34	1,076.35	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1400	0.0153	0.000294	0.316816		Estación A Inc. Pozo Sta. Barbara I
10+158.37	967.82	969.31	1017.82	21.49	23.56	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.004024		Estación B
11+221.84	960.85	968.77	1010.85	21.92	30.53	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.001489		Inc. Pozo Sta. Barbara II
11+818.74	966.54	968.41	1018.54	21.87	24.84	230.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.117651		
13+291.00	983.34	987.71	1013.34	24.37	28.04	217.11	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.368317		Estación C
14+356.80	989.81	987.17	1009.81	37.56	31.77	761.48	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.085252		
16+221.36	953.43	953.43	1003.43	32.79	37.95	158.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.224587		
16+661.77	947.98	947.98	997.98	38.01	43.40	440.41	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.080812		
16+697.22	949.89	949.89	999.89	34.28	41.89	35.45	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.224587		
17+720.16	948.05	985.45	986.05	39.40	45.33	142.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.072957		
18+044.43	937.55	964.78	1007.55	47.23	53.83	216.25	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.110277		
20+878.28	932.93	984.28	1002.93	51.32	58.45	127.96	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.085252		
20+613.13	930.87	983.98	1000.87	53.31	60.71	271.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.085252		
22+417.61	938.30	983.06	1008.30	44.76	53.08	78.92	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.040245		
22+467.81	939.91	983.06	1009.91	43.12	51.47	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.025497		
24+065.66	970.82	982.22	1020.82	11.40	20.56	100.42	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.051209		
24+214.90	977.64	982.14	1027.64	4.50	13.74	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.076003		
26+777.08	974.05	980.83	1024.05	6.78	17.33	39.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.017309		
26+964.66	974.78	980.74	1024.78	5.96	16.60	187.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.035655		
37+048.74	978.04	988.70	1028.04	2.68	13.34	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1880	0.0147	0.000510	0.042877		
						SUMA PARCIAL												
						23,920.84												
						SUMA TOTAL												
						27,048.74												

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

Q =	90.00	23.00	48.00	0.50	0.06	l.p.s.
Q _{acum} =	80.00	115.00	140.00	180.00	180.00	l.p.s.
D	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	m
E =	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	mm
L =	1.059	7.799	2.063	9.319	6.435	m
R =	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	cm ² /seg.
V =	187.9E+3	240.0E+3	292.2E+3	392.4E+3	392.4E+3	cm ³ /seg.
V _a	30.80	39.35	47.90	64.33	64.33	cm ³ /seg.
f =	0.01752	0.0175	0.0175	0.0175	0.0175	
A =	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	cm ²

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f" se usa la fórmula siguiente:
 $f = \frac{1}{(Re)^{1.75}} = -2 \log \left(\frac{E/D}{3.7} + \frac{5.74}{Re} \right) \log \left(\frac{E/D}{3.7} + \frac{5.74}{Re} \right)$ Re (1/121)

GALERIA	7.53	7.53
NORIA VII	7.65	7.65
NORIA IV	7.73	7.73
STA BARBARA I	7.84	7.84
STA BARBARA II	7.84	7.84
DERIVACION	7.84	7.84



PERDIDAS = Hf = f(L/D) (V²/2g) SEGUN DARCY - WEISBACH

DISTANCIA AL ORIGEN (KM)	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	AREA (m ²)	PERMEO (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidráulica	Hf	OBSERVACIONES
0+000.00	1000.00	1000.00	987.20	1050.00	-2.80	-2.80											
1+588.56	985.42	985.42	986.98	1045.42	1.56	1.76	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0176	0.000140	0.053677	
2+358.12	982.67	982.67	982.84	1042.67	-0.03	-0.03	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.39	0.1150	0.0171	0.000222	0.008888	
2+614.91	981.81	981.81	982.56	1041.81	0.75	5.39	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.48	0.1400	0.0167	0.000322	0.052325	
3+127.90	980.48	980.48	982.39	1040.48	1.91	6.72	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.48	0.1400	0.0167	0.000322	0.064642	
GALERIA NORIA VI NORIA IV STA BI STA B I DERIVACION																	

Carga
Linda Ajustada

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO PAREDES

Simulación 12. Con datos en Epoca de estilaje 1997

3+127.90	980.48	982.39	1040.48	1.91			A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.48	0.1400	0.0167	0.000322	0.103399		
3+449.17	991.23	992.29	1041.23	1.06	1.16	321.27	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.48	0.1400	0.0167	0.000322	0.346427		
10+150.37	986.34	986.43	986.43	1016.34	21.99	1.076.38	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.004459		
11+221.84	980.65	980.85	989.52	1017.82	22.31	24.57	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.001650		
11+819.74	988.54	988.13	1018.54	22.59	25.85	230.71	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.122698		
13+291.00	983.34	988.36	1013.34	25.02	28.05	217.11	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.430348		
14+256.80	985.81	987.81	987.75	1008.81	28.14	764.48	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.122698		
16+221.36	983.43	986.70	1003.43	33.27	38.98	158.47	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.089553		
16+661.77	947.98	947.98	986.45	997.98	38.47	44.41	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.248879		
16+687.32	948.69	948.69	986.43	998.69	38.74	42.70	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.020035		
17+720.16	946.05	946.05	985.85	996.05	39.80	46.34	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.060748		
19+044.43	937.55	985.10	1007.55	47.55	54.84	216.25	A-C Clase A-7	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.122206		
20+076.26	932.83	984.82	1002.83	81.88	59.46	127.96	A-C Clase A-7	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.072309		
20+613.13	930.67	984.22	1000.67	53.55	61.72	271.81	A-C Clase A-7	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.153602		
22+417.81	938.30	983.20	1008.30	44.90	54.09	78.92	A-C Clase A-7	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.044598		
22+467.81	939.91	983.17	1009.91	43.26	52.48	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.028255		
24+065.86	970.82	970.82	1020.82	11.45	21.57	100.42	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.056748		
24+214.90	977.64	977.64	1027.64	4.54	14.75	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.084224		
26+777.08	974.05	974.05	980.73	1024.05	6.68	18.34	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.019181		
26+964.66	974.78	974.78	1024.78	5.85	17.61	187.58	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.106001		
27+048.74	978.04	980.59	1028.04	2.54	14.35	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	1.92	0.1524	0.64	0.1880	0.0163	0.000565	0.047514		
SUMA PARCIAL 23,920.84																		
SUMA TOTAL 27,048.74																		
S=0.000565																		
Noria II (Registro sup. libre)																		
Estación A Inc. Pozo Sta. Barbara I 16.37 21.99																		
Estación B																		
Inc. Pozo Sta. Barbara II 22.77 22.59																		
Estación C 26.92 25.02																		
30.59 28.14																		
33.47 33.27																		
Derivacion a Rebombeo Malvinas I 37.81 36.74																		
Estación D 41.82 39.8																		
Planta de Bombeo Tipo Booster 48.12 47.55																		
51.37 51.69																		
0.00 2.54																		
11.81																		

**DIAGNOSTICO DE LA LINEA DE CONDUCCION A GRAVEDAD
CAPTACION PAREDES - TANQUE SUP. PORTEZUELOS
EN LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA**

AJUSTE DE LA LINEA PIEZOMETRICA DE ACUERDO AL METODO DE REGRESION LINEAL

ANALISIS, TOMANDO COMO BASE LA TOPOGRAFIA LEVANTADA EN 1997

No DE MEDICION	KILOMETRAJE	ELEV. DE TERRENO	ELEV. DE PLANTILL	AJUSTE PIEZOM	ELEV. PIEZOM.	CARGA LEIDA	CARGA AJUSTADA
1	10+150.48	968.14	968.14	990.13	984.51	16.37	21.99
2	11+919.74	966.54	966.54	989.13	989.31	22.77	22.59
3	13+291.00	963.34	963.34	988.36	990.26	26.92	25.02
4	14+356.80	959.61	959.61	987.75	990.20	30.59	28.14
5	16+221.36	953.43	953.43	986.70	986.90	33.47	33.27
6	16+697.22	949.69	949.69	986.43	987.50	37.81	36.74
7	17+720.16	946.05	946.05	985.85	987.87	41.82	39.80
8	19+044.43	937.55	937.55	985.10	985.67	48.12	47.55
9	20+076.26	932.93	932.93	984.52	984.30	51.37	51.59
10	27+048.74	978.04	978.04	980.58	978.04	0.00	2.54

X	Y	y = mx + b
		CASO 1
10+150.48	984.5	990.131
11+919.74	989.3	989.131
13+291.00	990.3	988.356
14+356.80	990.2	987.754
16+221.36	986.9	986.700
16+697.22	987.5	986.431
17+720.16	987.9	985.853
19+044.43	985.7	985.104
20+076.26	984.3	984.521
27+048.74	978.0	980.580

-0.000565 = m
995.87 = b
-0.000565 = Tendencia

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

DIAGNÓSTICO DEL ACUEDUCTO PAREDES

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

GASTO A CONDUCIR		DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
GASTO CONDUCCION ACUM.	223.00	Q=	223.00
DIAMETRO DE LA TUBERIA	223.00	Qacum	223.00
RUGOSIDAD "E"	0.61	D=	0.61
LONGITUD TOTAL	9.099	E=	0.099
VISCOSIDAD CINEMATICA	1.50956	L=	1.50956
NUMERO DE REYNOLDS	485.5E+3	V=	485.5E+3
VELOCIDAD	76.31	A=	76.31
COEF. DE FRICCION "f"	0.0151	PERDIDAS = hf = f(L/D)(V ² /2g) SEGUN DARCY - WEISBACH	
AREA DE SECCION	2.92247	GALERIA 8.15 = 8.15	
OBRA DE CAPTACION	2.92247	NORIA VII 8.15 = 8.15	
		NORIA IV 8.15 = 8.15	
		STA BARBARA I 8.15 = 8.15	
		STA BARBARA II 8.15 = 8.15	
		DERIVACION 8.00 = 8.00	

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente
 $1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \log((E/D)/3.71 + (2.51 / (Re \cdot (f \cdot (1/2))))$



DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA (m)	LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m2)	PERIM. (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES
								(m)	(pulg)									
0+000.00	1000.00	997.20	1050.00	-2.80	-2.80													
0+102.34	999.95	997.12	1049.95	-2.83	-2.75	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.075177	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
0+311.84	998.66	996.87	1048.66	-1.69	-1.46	209.50	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.153895	
0+520.39	998.33	996.82	1048.33	-1.51	-1.13	208.55	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.153197	
0+759.05	997.36	996.64	1047.36	-0.72	-0.18	239.66	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.175315	
0+994.73	997.73	996.47	1047.73	-1.26	-0.53	235.68	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.173124	
1+002.05	997.05	996.46	1047.05	-0.59	0.15	7.32	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.005378	INC. NORIA VII (Descarga libre)
1+599.56	995.42	996.02	1045.42	0.60	1.78	597.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.438920	
1+860.65	994.81	995.76	1044.81	0.95	2.39	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.265250	
2+355.12	992.74	995.47	1042.74	2.73	4.46	394.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.289771	
2+359.12	992.67	994.54	1042.67	1.87	1.87	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.002938	INC. NORIA IV (Descarga libre)
2+864.91	991.81	994.35	1041.81	2.54	5.39	255.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.187899	Registro a superficie libre
2+864.91	991.10	994.17	1041.10	3.07	6.10	250.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.183646	Noria III
3+127.90	990.48	993.98	1040.48	3.50	6.72	282.99	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.193188	Noria II (Registro sup. libre)
SUMA PARCIAL 3,127.90																		
3+127.90	990.48	993.98	1040.48	3.50	3.50		A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.235999	Noria II (Registro sup. libre)
3+449.17	991.23	993.74	1041.23	2.51	2.75	321.27	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.203243	Noria Cardenas V.
3+490.34	990.58	993.71	1040.58	3.13	3.40	41.17	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.208576	
3+774.21	992.83	993.51	1042.83	0.68	1.15	293.87	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.593939	
4+582.75	986.25	992.91	1036.25	6.66	7.73	808.54	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.357984	
5+070.08	987.79	992.55	1037.79	4.76	6.19	487.33	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.411998	Noria V
5+630.94	984.82	992.14	1034.82	7.32	9.16	560.86	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.435292	Noria I
6+247.04	984.53	991.71	1034.53	7.18	9.45	592.57	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.215206	
6+247.04	982.57	991.69	1032.57	9.12	11.41	23.53	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.416483	
6+540.14	979.60	991.47	1029.60	11.87	14.38	293.10	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.289863	
7+107.65	980.94	991.06	1030.94	10.12	13.04	587.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.223445	Pozo Inhabilitado
7+501.02	977.01	990.77	1027.01	13.78	16.97	393.37	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.223445	
7+805.20	962.83	990.54	1012.83	27.61	31.05	304.18	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.223445	
8+190.11	968.24	990.26	1016.24	24.02	27.74	384.91	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2230	0.0151	0.000735	0.282748	

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

GASTO A CONDUCIR	Q=	223.00	0.00	0.00	0.00	63.40	l.p.s.
GASTO CONDUCCION ACUM.	Qacum	223.00	223.00	223.00	223.00	199.90	l.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D=	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	m
RUGOSIDAD "E"	E=	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	mm
LONGITUD TOTAL	L=	1,598.56	7,780.25	1,063.47	9,391.29	6,435.61	m
VISCOSIDAD CINEMATICA	v=	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	cm ² /seg.
NUMERO DE REYNOLDS	R=	465.5E+3	465.5E+3	465.5E+3	465.5E+3	333.1E+3	
VELOCIDAD	V=	76.31	76.31	76.31	76.31	54.61	cm/seg.
COEF. DE FRICCION "f"	f=	0.0156	0.0151	0.0151	0.0151	0.0155	
AREA DE SECCION	A=	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	cm ²

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $1/f = (1/12) = -2 \log ((ED)/3.7 + (2.5/f) / Re^{1/4})$

GALERIA	8.15	=	8.15
NORIA VII	8.15	=	8.15
NORIA IV	8.15	=	8.15
STA BARBARA I	8.15	=	8.15
STA BARBARA II	8.15	=	8.15
DERIVACION	8.00	=	8.00



PERDIDAS = hf = (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (kg)	CARGA DE TRABAJO ESTATICA		LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	DIAMETRO (pulg)	AHID (m ²)	PERIM. (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES															
					(m)	(m)																												
25+276.13	949.75	949.75	979.31	998.75	29.56	44.23	155.31	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.060651																
25+405.12	955.33	955.33	979.26	1005.33	23.93	38.65	128.99	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.050373																
25+468.81	952.50	952.50	978.24	1002.50	26.74	41.48	61.69	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.024091																
25+503.69	955.77	955.77	978.23	1005.77	23.46	38.21	38.88	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.014402																
25+704.11	960.03	960.03	978.15	1010.03	18.12	33.95	200.42	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.078288																
25+757.33	964.64	964.64	979.13	1014.64	14.49	29.34	53.22	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.020783																
25+787.11	960.24	960.24	979.12	1010.24	18.88	33.74	29.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.011630																
25+845.14	960.70	960.70	979.05	1010.70	18.35	33.28	158.03	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.061714																
26+012.17	969.26	969.26	979.03	1019.26	9.77	24.72	67.03	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.026176																
26+123.81	965.44	965.44	978.98	1015.44	13.54	28.54	111.74	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.043636																
26+227.18	972.21	972.21	978.94	1022.21	6.73	21.77	103.27	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.040329																
26+303.40	969.60	969.60	978.91	1019.60	9.31	24.38	76.22	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.029785																
26+393.75	968.88	968.88	978.88	1018.88	10.00	25.10	90.35	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.035283																
26+531.51	970.66	970.66	978.82	1020.66	8.16	23.32	137.76	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.053798																
26+656.67	972.89	972.89	978.78	1022.89	5.89	21.09	125.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.048877																
26+743.14	972.00	972.00	978.74	1022.00	6.74	21.98	86.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.033766																
26+777.08	974.05	974.05	978.73	1024.05	4.68	19.93	33.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.013255																
26+964.66	974.78	974.78	978.66	1024.78	3.88	19.20	187.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.073252																
27+048.74	978.04	978.04	978.62	1028.04	0.58	15.94	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.55	0.1596	0.0156	0.000391	0.032835																
SUMA PARCIAL															23,920.84																			
SUMA TOTAL															27,048.74																			

- Notas:**
- El gasto transitado se toma a partir de las mediciones pitométricas realizadas en campo. Al momento de la medición la única fuente que estaba trabajando es la Galería Filtrante, las Norias VII y IV y los pozos Santa Barbara I y II no trabajaban.
 - La Noria VII y IV descargan a una caja a superficie libre, por lo tanto en estos puntos se tiene una presión atmosférica.
 - El análisis en condiciones actuales se inició en el km 3+127.90 debido a que existe una caja que se encuentra a presión atmosférica con una h=3.50 m (frente a Noria II).
 - La rugosidad de la tubería es la que se obtuvo de la Calibración del Acueducto
 - El presente análisis considera que en el km 20+613.13 se derivan 63.40 lps al Acueducto Mascareñas.

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

CALIBRACIÓN DEL ACUEDUCTO MASCAREÑAS

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $f = \frac{1}{(1.48)^2} \log \left(\frac{10.67 \cdot V^{1.49}}{R^{0.78} \cdot K^{0.14}} \right)$

DATOS POR OBRA DE CAPTACION									
GASTO A CONDUCIR	Q =	40.00	0.00	100.78	0.00	28.44	28.76	0.00	l.p.s.
GASTO CONDUCTO ACUM.	Qacum =	40.00	40.00	100.78	100.78	28.44	155.59	155.59	l.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D =	0.41	0.41	0.61	0.76	0.76	0.76	0.76	m
RUGOSIDAD "n"	n =	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	mm
LONGITUD TOTAL	L =	221.32	537.75	120.20	347.03	354.67	530.54	615.95	264.00
VISCOSIDAD CINEMATICA	v =	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	cm ² /seg.
NUMERO DE REYNOLDS	Re =	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3	210.2E+3	166.7E+3	212.5E+3	260.7E+3
VELOCIDAD	V =	31.59	31.59	31.59	34.46	22.20	27.96	34.30	34.30
COEF. DE FRICION "f"	f =	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183
AREA DE SECCION	A =	1.294.62	1.294.62	1.294.62	1.294.62	4.536.47	4.536.47	4.536.47	4.536.47
OBRA DE CAPTACION		NORIA I	NORIA I	ALAMITO	CASITA I	R. MALVINAS I	POZO 8	POZO 3	POZO 5
									P. BUENAVISTA



PERDIDAS = hf = f [L/D] (V²/g)

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTATICA (m)	LON. SITIO (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)		AHID (m ²)	PERMO (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S Hidraulica	hf	OBSERVACIONES
								(m)	(pulg)									
0+000.00	928.37	928.37	933.97	979.37	4.50	4.50												
0+221.32	928.37	928.37	933.82	978.37	5.45	5.50	221.32	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.0409	0.0184	0.000229	0.0506	Inc. Noria II
0+759.07	929.41	929.41	933.70	979.41	4.29	4.46	28.88	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.0409	0.0184	0.000229	0.0066	Noria I (Fuera de Servicio)
0+854.40	929.56	929.56	933.67	979.56	4.11	4.31	95.33	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.0409	0.0184	0.000229	0.0218	Pozo Castitas 2 (Fuera de Servicio)
0+974.60	930.07	930.07	933.65	980.07	3.58	3.80	120.20	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.0409	0.0184	0.000229	0.0275	Pozo Castitas 1 (Fuera de Servicio)
1+321.63	929.24	929.24	933.57	979.24	4.33	4.63	25.54	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.0409	0.0184	0.000229	0.0058	Rebombero Malvinas I
1+321.63	928.24	928.24	986.24	978.24	57.00	57.00												
1+673.44	926.79	926.79	986.18	976.79	59.39	59.45	351.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1007	0.0166	0.000165	0.0581	Reb. Malvinas I (Estacion E)
1+706.30	926.31	926.31	986.18	976.31	58.97	58.93	32.86	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1007	0.0166	0.000165	0.0054	Pozo 8 (Fuera de Servicio)
2+236.84	937.48	937.48	986.15	987.48	48.69	48.78	24.75	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.22	0.0170	0.000555	0.0014	Inc. Pozo 3
2+852.78	970.88	970.88	986.09	1020.89	15.20	15.35	212.05	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.28	0.1268	0.000085	0.0180	Inc. Pozo 5
3+479.06	985.68	985.68	986.02	1015.68	30.24	30.66	87.44	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.000124	0.0108	Estacion F
4+375.37	982.31	982.31	985.91	1032.31	3.60	3.93	101.28	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.000124	0.0125	Cima del Cero
4+503.00	985.60	985.60	985.89	1035.60	0.29	0.64	129.63	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.000124	0.0073	
4+561.99	983.81	983.81	978.88	1033.81	-4.93	2.43	56.99	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.000124	0.0073	
4+586.18	978.19	978.19	978.88	1028.19	-0.31	7.05	24.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.000124	0.0030	
4+873.37	989.19	978.19	978.87	1028.19	-0.32	7.05	87.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.000124	0.0108	
4+760.28	978.17	978.17	978.86	1028.17	-0.31	7.07	49.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.000124	0.0062	
4+793.54	973.19	973.19	978.85	1023.19	5.66	13.05	33.26	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.000124	0.0041	
4+867.27	968.77	968.77	978.85	1018.77	10.08	17.47	73.73	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.000124	0.0091	
6+293.22	978.04	978.04	978.88	1028.04	0.64	8.20	135.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.000124	0.0167	Cambio de Clase de tubería
					SUMA PARCIAL	4,970.59												
					SUMA TOTAL	6,282.22												

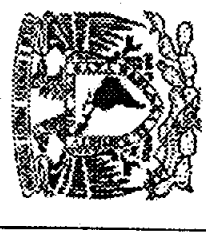
- Notas:**
- La Noria II, Noria I, Pozos Alamito y Casitas 1 se encuentran conectados al acueducto y descargan en el Rebombero Malvinas I.
 - El Rebombero Malvinas I, bombea el gasto producido por las fuentes antes mencionadas y el gasto derivado del acueducto Paredes, mas adelante se incorporan al mismo acueducto el Pozo 8, Pozo 3 y Pozo 5.
 - El gasto trasladado se tomo a partir de las mediciones pitométricas realizadas en campo. Al momento de la medición las únicas fuentes que estaban trabajando son la Noria II, Pozo 3 y Pozo 5.
 - El presente análisis considera que el Acueducto Paredes deriva un Q=63.4 lps al Acueducto Mascareñas, los cuales se incorporan al Rebombero Malvinas I.
 - El Acueducto Mascareñas pasa por un tunel, el cual tiene su inicio en el km 4+586.18 y termina en el km 4+746.72.
 - El tramo del km 4+561.99 al 4+760.28 trabaja como canal, es decir no trabaja a tubo lleno.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $f = \frac{1}{(1.487 R)^{1.49}} = -2 \log \left(\frac{E/D}{3.7} + \frac{2.51}{R} \left(\frac{f}{3.14} \right)^{0.125} \right)$

INCORPORACIÓN DE DATOS POR OBRA DE CAPTACION

Q _o	Q _o (lps)	Q _o (m³/s)	Q _o (m³/d)	Q _o (m³/h)	Q _o (m³/min)
0+000.00	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
0+221.32	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
0+759.07	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
0+854.40	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
0+974.60	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
1+321.63	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
1+321.63	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
1+673.44	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
1+706.30	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
2+236.84	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
2+652.79	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
3+478.08	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
4+323.37	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
4+503.00	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
4+561.99	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
4+586.18	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
4+673.37	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
4+760.28	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
4+793.54	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
4+887.27	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79
6+292.22	40.00	0.00	960.00	36.14	28.79



DISTANCIA AL ORIGEN (KM)	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION DE PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA		LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		PERIMCQ (m)	RHD (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m³/s)	f Darcy	S Hidráulica	hf	OBSERVACIONES	
					(m)	(m)			(m)	(pulg)									
0+000.00	928.37	933.87	978.37	4.50	4.50	221.32	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0181	0.000238	0.0527	Inc. Noria II	
0+221.32	928.37	933.82	978.37	5.45	5.50	28.88	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0191	0.000238	0.0069	Noria I (Fuera de Servicio)	
0+759.07	929.56	933.67	979.56	4.11	4.31	95.33	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0191	0.000238	0.0227	Pozo Alamito (Fuera de Servicio)	
0+854.40	930.07	933.64	980.07	3.57	3.80	120.20	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0191	0.000238	0.0286	Pozo Casitas 2 (Fuera de Servicio)	
0+974.60	928.24	933.56	978.24	4.32	4.63	25.54	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0191	0.000238	0.0061	Pozo Casitas 1 (Fuera de Servicio)	
1+321.63	928.24	933.56	978.24	4.32	4.63	25.54	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0191	0.000238	0.0061	Rebombeo Malvinas I	
1+673.44	926.79	936.18	976.79	59.39	59.45	351.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.35	0.1007	0.0173	0.000172	0.0605	Reb. Malvinas I (Estación E)	
1+706.30	926.31	936.17	976.31	59.88	59.93	32.86	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.35	0.1007	0.0173	0.000172	0.0057	Pozo 8 (Fuera de Servicio)	
2+236.84	937.46	938.14	987.46	48.68	48.78	24.75	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.22	0.1067	0.0175	0.000057	0.0014	Pozo 9 (Fuera de Servicio)	
2+652.79	970.89	988.09	1020.89	15.20	15.35	212.05	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.28	0.1268	0.0170	0.000088	0.0166	Inc. Pozo 3	
3+478.08	965.88	985.01	1015.89	20.33	20.58	87.44	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0165	0.000128	0.0112	Inc. Pozo 5	
4+323.37	982.31	985.89	1032.31	3.58	3.93	101.28	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0165	0.000128	0.0130	Estación F	
4+503.00	985.60	985.88	1035.60	0.28	0.64	129.63	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0165	0.000128	0.0167	Cima del Cerro	
4+561.99	983.81	978.87	1033.81	-4.94	2.43	59.99	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0165	0.000128	0.0076	Inicio Tunel	
4+586.18	978.19	978.87	1028.19	-0.32	7.05	24.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0165	0.000128	0.0031	Termina Tunel	
4+673.37	998.19	978.86	1028.19	-0.33	7.05	87.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0165	0.000128	0.0112		
4+760.28	978.17	978.84	1028.17	-0.33	7.07	49.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0165	0.000128	0.0064		
4+793.54	973.19	978.84	1023.19	5.65	13.05	33.26	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0165	0.000128	0.0043		
4+887.27	968.77	978.83	1018.77	10.06	17.47	73.73	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0165	0.000128	0.0095	Cambio de Clase de tubería	
6+292.22	978.04	978.69	1028.04	0.82	8.20	136.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0165	0.000128	0.0174		
						SUMA PARCIAL													
						1,321.63													
						57.00													
						6,292.22													
						6,292.22													

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO MASCAREÑAS
Simulación 2. Condiciones Actuales considerando la derivación del Acueducto Paredes. Rugosidad ε=0.150

Notas:

- La Noria II, Noria I, Pozos Alamito y Casitas 1 se encuentran conectados al acueducto y descargan en el Rebombeo Malvinas I.
- El Rebombeo Malvinas I, bombea el gasto producido por las fuentes antes mencionadas y el gasto derivado del acueducto Paredes, más adelante se incorporan al mismo acueducto el Pozo 8, Pozo 3 y Pozo 5.
- El gasto transfiere se toma a partir de las mediciones pitométricas realizadas en campo. Al momento de la medición las únicas fuentes que estaban trabajando son la Noria II, Pozo 3 y Pozo 5.
- El presente análisis considera que el Acueducto Paredes deriva un Q=63.4 lps al Acueducto Mascareñas, los cuales se incorporan al Rebombeo Malvinas I.
- El Acueducto Mascareñas pasa por un tunel, el cual tiene su inicio en el km 4+586.18 y termina en el km 4+746.72.
- El tramo del km 4+561.99 al 4+760.28 trabaja como canal, es decir no trabaja a tubo lleno.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

GASTO A CONDUCIR	Q=	40.90	6.00	6.00	100.70	0.00	28.75	0.00	l.p.a.
GASTO CONDUCCION ACUM.	Qacum=	40.90	40.90	40.90	100.70	124.84	153.59	153.59	l.p.a.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D=	0.41	0.41	0.41	0.61	0.76	0.76	0.76	m
RUGOSIDAD "e"	e=	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	mm
LONGITUD TOTAL	L=	221.32	537.75	120.20	347.03	530.54	615.95	284.00	3,155.43 m
VISCOSIDAD CINEMATICA	v=	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	cm ² /seg.
NUMERO DE REYNOLDS	Re=	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3	210.2E+3	168.7E+3	260.7E+3	260.7E+3
VELOCIDAD	V=	31.59	31.59	31.59	31.59	34.46	22.20	27.96	34.30 cm/s
COEF. DE FRICCION "f"	f=	0.02166	0.02166	0.02166	0.02166	0.01825	0.01825	0.01825	0.01825
AREA DE SECCION	A=	1.294.62	1.294.62	1.294.62	2.922.47	4.536.47	4.536.47	4.536.47	cm ²
OBRA DE CAPTACION		NORIA I	NORIA I	ALAMITO	CASITAS I	CASITAS I	POZO 3	POZO 5	P. BUENAVISTA

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $f = \frac{1}{(Re)^{1.75}} = -2 \log \left(\frac{ED}{3.7Re} + \frac{5.74}{Re} \right)$




PERDIDAS = M * f (L/D) (V/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA (m)	LOW GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)		AHM (m ²)	PERNOJO (m)	RHD (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	Mf	OBSERVACIONES	
								(m)	(pulg)										
0-000.00	928.37	933.87	978.37	4.50	4.50	221.32	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0216	0.000269	0.0596	Inc. Noria I	
0-221.32	928.37	933.81	978.37	5.44	5.50	221.32	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0216	0.000269	0.0596	Noria I (Fuera de Servicio)	
0-759.07	928.41	933.67	979.41	4.26	4.46	28.86	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0216	0.000269	0.0596	Pozo Alamito (Fuera de Servicio)	
0-854.40	929.56	933.64	978.56	4.08	4.31	95.33	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0216	0.000269	0.0596	Pozo Casitas 2 (Fuera de Servicio)	
0-974.60	930.07	933.61	980.07	3.54	3.80	120.20	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0216	0.000269	0.0596	Pozo Casitas 1 (Fuera de Servicio)	
1-321.83	928.24	933.51	979.24	4.27	4.63	25.54	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0216	0.000269	0.0596	Rebombeo Malvinas I	
1-321.83	928.24	966.24	979.24	57.00	57.00	1,321.83													
1-4673.44	926.79	965.17	976.79	59.38	59.45	351.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.35	0.1007	0.0195	0.000194	0.0683	Reb. Malvinas I (Estación E)	
1-706.30	926.31	968.17	976.31	59.96	59.93	32.86	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.35	0.1007	0.0195	0.000194	0.0683	Pozo 8 (Fuera de Servicio)	
2-236.84	937.46	968.13	967.46	48.67	48.78	24.75	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.22	0.1007	0.0195	0.000063	0.0016	Pozo 5	
2-852.78	970.89	965.07	1020.89	15.18	15.35	212.05	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.28	0.1268	0.0189	0.000098	0.0207	Inc. Pozo 3	
3-478.06	965.88	965.88	1015.88	20.30	20.36	87.44	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0185	0.000144	0.0126	Estación F	
4-373.37	982.31	965.85	1032.31	3.54	3.93	101.28	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0185	0.000144	0.0146	Cima del Cerro	
4-503.00	985.60	985.83	1035.60	0.23	0.64	129.63	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0185	0.000144	0.0187		
4-561.99	983.81	978.83	1033.81	-4.98	2.43	58.99	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0185	0.000144	0.0085		
4-586.18	978.19	978.82	1028.19	-0.37	7.05	24.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0185	0.000144	0.0035		
4-873.37	988.19	978.81	1028.19	-0.38	7.05	87.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0185	0.000144	0.0126	Inicio Tunnel	
4-760.28	978.17	978.80	1028.17	-0.37	7.07	49.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0185	0.000144	0.0072	Termino Tunnel	
4-783.54	973.19	978.79	1023.19	5.60	13.05	33.26	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0185	0.000144	0.0048		
4-887.27	968.77	978.78	1018.77	10.01	17.47	73.73	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0185	0.000144	0.0106	Cambio de Clase de tubería	
6-292.22	978.04	978.59	1028.04	0.52	8.20	135.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0185	0.000144	0.0195		
						SUMA PARCIAL													
						SUMA PARCIAL													
						SUMA TOTAL													

- Notas:
- La Noria II, Noria I, Pozos Alamito y Casitas 1 se encuentran conectados al acueducto y descargan en el Rebombeo Malvinas I.
 - El Rebombeo Malvinas I, bombea el gasto producido por las fuentes antes mencionadas y el gasto derivado del acueducto Paredes, mas adelante se incorporan al mismo acueducto el Pozo 8, Pozo 3 y Pozo 5
 - El gasto transitado se tomo a partir de las mediciones pitométricas realizadas en campo. Al momento de la medición las unicas fuentes que estaban trabajando son la Noria II, Pozo 3 y Pozo 5.
 - El presente análisis considera que el Acueducto Paredes deriva un Q=63.4 lps al Acueducto Mascareñas, los cuales se incorporan al Rebombeo Malvinas I
 - El Acueducto Mascareñas pasa por un tunel, el cual tiene su inicio en el km 4+586.18 y termina en el km 4+746.72
 - El tramo del km 4+561.99 al 4+760.28 trabaja como canal, es decir no trabaja a tubo lleno.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $f = \frac{1}{(R^{1/12})} = -2 \log \left(\frac{EID}{3.7 + 12.5 \sqrt{Re}} \right) \left(\frac{f}{R} \right)^{1/4}$



DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
Q=	40.80 50.00 60.00 70.00 80.00 90.00 100.76 218.75 283.54 353.99 l.p.s.
GASTO CONDUCCION ACUM.	40.80 40.80 40.80 40.80 40.80 40.80 40.80 153.58 153.58 l.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	40.80 40.80 40.80 40.80 40.80 40.80 40.80 153.58 153.58 l.p.s.
RUGOSIDAD "e"	0.41 0.41 0.41 0.41 0.41 0.41 0.41 0.76 0.76
LONGITUD TOTAL	1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000
VISCOSIDAD CINEMATICA	221.32 537.75 953.33 120.20 347.03 384.67 530.54 615.95 284.00 3.155.43 m
NUMERO DE REYNOLDS	0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100
VELOCIDAD	128.3E+3 128.3E+3 128.3E+3 128.3E+3 128.3E+3 210.2E+3 168.7E+3 212.5E+3 260.7E+3 0.0100 cm ² /seg.
AREA DE FRICCION "f"	31.59 31.59 31.59 31.59 31.59 34.46 22.20 27.96 34.30 34.30 cm ² /seg.
COEF. DE FRICCION "f"	0.025180 0.025180 0.025180 0.025180 0.025180 0.025180 0.025180 0.025180 0.025180 0.025180
AREA DE SECCION	1.294.62 1.294.62 1.294.62 1.294.62 1.294.62 1.294.62 1.294.62 4.536.47 4.536.47 4.536.47 cm ²
OBRA DE CAPTACION	NORIA II NORIA I ALAMITO CASITA I R. MALVINAS I POZO 3 POZO 5 P. BUENAVISTA

DISTANCIA AL ORIGEN K+M	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA (m)	LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (pulg.)	AHMD (m ²)	PERIMC (m)	RHD (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidráulica	hf	OBSERVACIONES

CALIBRACION DEL ACUEDUCTO MASCAREÑAS																		
Simulación 4. Condiciones Actuales considerando la derivación del Acueducto Paredes. Rugosidad ε=0.1.000																		
0+000.00	929.37	929.37	933.97	978.37	4.50	4.50	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0259	0.000323	0.0715	Inc. Noria II	
0+221.32	928.37	928.37	933.97	979.41	4.21	4.46	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0259	0.000323	0.0715	Noria I (Fuera de Servicio)	
0+759.07	929.41	929.41	933.97	979.41	4.21	4.46	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0259	0.000323	0.0715	Pozo Alamito (Fuera de Servicio)	
0+854.40	929.56	929.56	933.97	979.56	4.03	4.31	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0259	0.000323	0.0715	Pozo Casitas 2 (Fuera de Servicio)	
0+974.60	930.07	930.07	933.97	980.07	3.49	3.80	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0259	0.000323	0.0715	Pozo Casitas 1 (Fuera de Servicio)	
1+321.63	928.24	928.24	933.44	978.24	4.20	4.63	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0259	0.000323	0.0715	Rebombeo Malvinas I	
1+321.63	928.24	928.24	988.38	978.24	57.15	57.15	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0259	0.000323	0.0715	Rebombeo Malvinas I	
1+673.44	928.79	928.79	986.31	976.79	59.52	59.52	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0259	0.000323	0.0715	Reb. Malvinas I (Estación E)	
1+706.30	926.31	926.31	986.30	978.31	59.99	60.08	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0259	0.000323	0.0715	Pozo 8 (Fuera de Servicio)	
2+238.84	937.46	937.46	986.26	987.46	48.83	48.83	A-C Clase A-7	0.406	30	0.4560	2.39	0.1905	0.22	0.1007	0.00073	0.018	Inc. Pozo 3	
2+852.78	970.89	970.89	988.19	1020.89	15.30	15.30	A-C Clase A-7	0.406	30	0.4560	2.39	0.1905	0.28	0.1268	0.00222	0.0243	Inc. Pozo 5	
3+478.96	968.66	968.66	988.06	1018.66	20.40	20.40	A-C Clase A-7	0.406	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1568	0.00220	0.0149	Estación F	
4+373.37	982.31	982.31	985.93	1032.31	3.62	4.08	A-C Clase A-7	0.406	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1568	0.00220	0.0173	Címa del Cerro	
4+503.00	985.60	985.60	985.91	1035.60	0.31	0.79	A-C Clase A-7	0.406	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1568	0.00220	0.0173	Címa del Cerro	
4+561.99	963.81	963.81	978.90	1033.81	-4.91	2.58	A-C Clase A-7	0.406	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1568	0.00220	0.0173	Címa del Cerro	
4+588.18	978.19	978.19	978.90	1028.19	-4.29	7.20	A-C Clase A-7	0.406	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1568	0.00220	0.0173	Címa del Cerro	
4+673.37	989.19	989.19	978.86	1028.19	-0.31	7.20	A-C Clase A-7	0.406	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1568	0.00220	0.0173	Címa del Cerro	
4+760.28	978.17	978.17	978.87	1028.17	-0.30	7.22	A-C Clase A-7	0.406	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1568	0.00220	0.0173	Címa del Cerro	
4+793.54	973.19	973.19	978.86	1023.19	5.67	13.20	A-C Clase A-7	0.406	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1568	0.00220	0.0173	Címa del Cerro	
4+887.27	968.77	968.77	978.85	1018.77	10.08	17.62	A-C Clase A-7	0.406	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1568	0.00220	0.0173	Címa del Cerro	
5+592.22	978.04	978.04	978.62	1028.04	0.58	8.35	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1568	0.00220	0.0173	Cambio de Clase de tubería	
					SUMA PARCIAL	4.970.59												
					SUMA TOTAL	6.282.22												

Notas:

- La Noria II, Noria I, Pozos Alamito y Casitas I se encuentran conectados al acueducto y descargan en el Rebombeo Malvinas I.
- El Rebombeo Malvinas I, bombea el gasto producido por las fuentes antes mencionadas y el gasto derivado del acueducto Paredes, mas adelante se incorporan al mismo acueducto el Pozo 8, Pozo 3 y Pozo 5
- El gasto trasladado se toma a partir de las mediciones pitométricas realizadas en campo. Al momento de la medición las únicas fuentes que estaban trabajando son la Noria II, Pozo 3 y Pozo 5.
- El presente analisis considera que el Acueducto Paredes deriva un Q=63.4 lps al Acueducto Mascareñas, los cuales se incorporan al Rebombeo Malvinas I.
- El Acueducto Mascareñas pasa por un túnel, el cual tiene su inicio en el km 4+586.18 y termina en el km 4+746.72.
- El tramo del km 4+561.99 al 4+760.28 trabaja como canal, es decir no trabaja a tubo lleno.

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

DIAGNÓSTICO DEL ACUEDUCTO MASCAREÑAS

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
Q =	49.38 0.00 0.00 0.00 100.70 0.30 26.14 26.78 0.00 l.p.s.
Qacum	40.99 40.99 40.99 40.99 100.70 100.70 100.70 100.70 155.58 l.p.s.
D =	0.41 0.41 0.41 0.41 0.61 0.76 0.76 0.76 0.76 m
μ =	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 mm
L =	221.32 537.75 92.33 120.20 347.03 384.67 530.54 615.95 284.00 3,155.43 m
V =	0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 cm ² /seg.
R =	128.3E+3 128.3E+3 128.3E+3 128.3E+3 210.2E+3 168.7E+3 212.5E+3 260.7E+3 260.7E+3
V =	31.59 31.59 31.59 31.59 34.46 22.20 27.96 34.30 34.30 cm/seg.
f =	0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100
A =	1,294.62 1,294.62 1,294.62 1,294.62 2,922.47 4,536.47 4,536.47 4,536.47 4,536.47 cm ²
NORIA I	ALAMITO CASTA I R. MALVINAS POZO 3 POZO 5 P. BUENAVISTA

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción T, se usa la fórmula siguiente:
 $1/(f \cdot L/(12)) = -2 \log \left(\frac{ED}{3.7} + \frac{5.74}{Re} \left(\frac{f \cdot L}{12} \right) \right)$



DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	PIEZ (m)	ELEV. MAXIMA (m)	PRESION MAXIMA (kg/cm ²)	CARGA DE TRABAJO (m)		LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA (m)	DIAMETRO (m)		AHID (m ²)	PERIM (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES
						(m)	(m)			(m)	(m)									

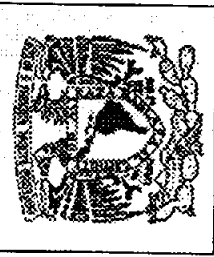
PERDIDAS = hf = f(L/D) (V ² /2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"																				
0+000.00	929.37	929.37	933.87	979.37	4.50	5.50	221.32	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0506	Inc. Noria I	
0+221.32	928.37	928.37	933.82	978.37	6.45	6.00	220.40	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0504	Noria I (Fuera de Servicio)	
0+441.72	927.77	927.77	933.77	977.77	6.00	5.78	33.00	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0076		
0+474.72	928.08	928.08	933.76	978.08	5.68	5.32	285.47	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0584		
0+730.19	928.38	928.38	933.70	978.38	5.29	4.46	28.88	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0066	Pozo Alamito (Fuera de Servicio)	
0+759.07	929.41	929.41	933.70	979.41	4.29	4.31	95.33	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0275	Pozo Casitas 2 (Fuera de Servicio)	
0+854.40	929.56	929.56	933.67	979.56	4.11	3.80	120.20	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0582	Pozo Casitas 1 (Fuera de Servicio)	
0+974.60	930.07	930.07	933.66	980.07	3.58	6.11	254.23	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0057		
1+228.83	927.76	927.76	933.59	977.76	5.83	7.17	24.93	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0059		
1+253.76	926.70	926.70	933.58	976.70	6.88	8.77	25.59	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0038		
1+279.35	925.10	925.10	933.58	975.10	8.48	6.36	16.74	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0058		
1+298.09	927.51	927.51	933.57	977.51	6.06	4.83	25.64	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0038		
1+321.83	928.24	928.24	933.57	979.24	4.33	4.83	25.64	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.32	0.0409	0.0184	0.000229	0.0038		
SUMA PARCIAL 1,321.63																				
1+321.83	929.24	929.24	986.24	979.24	57.00	57.00	351.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.35	0.1007	0.0186	0.000165	0.0581	Reb. Malvinas (Estación E)	
1+673.44	926.79	926.79	986.18	976.79	59.39	59.45	32.86	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.35	0.1007	0.0166	0.000165	0.0054		
1+706.30	926.31	926.31	986.18	976.31	59.87	58.83	30	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.22	0.1007	0.0170	0.000055	0.0067	Pozo 8 (Fuera de Servicio)	
1+827.78	927.83	927.83	986.17	977.83	58.34	58.41	121.48	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.22	0.1007	0.0170	0.000055	0.0038		
1+932.48	927.14	927.14	986.16	977.14	59.02	59.10	104.70	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.22	0.1007	0.0170	0.000055	0.0047		
2+016.51	927.94	927.94	986.16	977.94	58.22	58.30	84.03	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.22	0.1007	0.0170	0.000055	0.0108		
2+212.09	936.19	936.19	986.15	986.19	49.96	50.05	195.58	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.22	0.1007	0.0170	0.000055	0.0014	Inc. Pozo 3	
2+238.84	937.46	937.46	986.15	987.46	48.69	48.78	24.75	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.28	0.1268	0.0164	0.000085	0.0043		
2+287.39	947.40	947.40	986.14	997.40	38.74	38.84	50.55	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.28	0.1268	0.0164	0.000085	0.00300		
2+640.74	954.58	954.58	986.11	1004.58	31.53	31.66	353.35	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.28	0.1268	0.0164	0.000085	0.0180		
2+852.79	970.89	970.89	986.09	1020.89	15.20	15.35	212.05	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.28	0.1268	0.0164	0.000085	0.0298		
3+093.09	951.86	951.86	986.07	1001.86	34.21	34.38	240.30	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0054		
3+136.79	945.29	945.29	986.06	995.29	40.77	40.77	43.70	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0054	P. Buenavista (Fuera de Servicio)	
3+199.61	951.00	951.00	986.05	1001.00	35.05	35.24	62.82	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0078		

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION										
GASTO A CONDUCIR	Q=	46.80	0.00	0.00	100.70	0.00	39.14	38.78	0.00	l.p.s.
GASTO CONDUCCION ACUM.	Qacum	46.80	46.80	46.80	100.70	100.70	138.84	153.58	153.58	l.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D=	0.41	0.41	0.41	0.61	0.76	0.76	0.76	0.76	m
RUGOSIDAD "e"	e	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	mm
LONGITUD TOTAL	L=	221.32	537.75	85.33	347.03	364.67	530.54	615.95	294.00	3,156.43 m
VISCOSIDAD CINEMATICA	ν=	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	cm ² /seg.
NUMERO DE REYNOLDS	Re	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3	210.2E+3	168.7E+3	212.5E+3	260.7E+3	
VELOCIDAD	V=	31.59	31.59	31.59	31.59	34.46	22.20	27.86	34.30	cm/seg.
COEF. DE FRICCION "f"	f	0.0185	0.0185	0.0185	0.0185	0.0185	0.0185	0.0185	0.0185	
AREA DE SECCION	A=	1.284.62	1.284.62	1.284.62	2.922.47	4.536.47	4.536.47	4.536.47	4.536.47	cm ²
OBRA DE CAPTACION		NORIA I	NORIA I	ALAMITO	CASITA I	R. MALVINAS I	POZO 1	POZO 2	POZO 3	P. BUENAVISTA

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO	ELEVACION DE PLANTILLA	ELEV. PIEZ	PRESION MAXIMA (TUBERIA)	CARGA DE TRABAJO	DISEÑO	LON. GITUD	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID	PERHOJ	RHID	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	s hidraulica	Hf	OBSERVACIONES
									(m)	(pulg.)									
3+236.20	947.93	947.93	987.93	38.12	38.31	36.59	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0045		
3+289.16	956.65	956.65	1006.65	23.74	23.95	62.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0078		
3+357.96	962.29	962.29	1012.29	24.51	24.72	58.80	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0073		
3+391.62	961.52	961.52	1011.52	20.34	20.56	87.44	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0042		
3+478.06	965.68	965.68	1015.68	36.76	36.76	110.49	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0108	Estación F	
3+689.55	949.48	949.48	999.48	33.79	34.03	28.65	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0137		
3+618.20	952.21	952.21	1002.21	28.48	28.73	65.84	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0035		
3+684.04	957.51	957.51	1007.51	27.10	27.35	31.09	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0082		
3+905.37	958.89	958.89	1008.89	21.84	21.84	190.24	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0039		
3+715.13	964.40	964.40	1014.40	14.31	14.31	22.87	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0236		
4+128.34	973.68	973.68	1023.68	12.26	12.56	22.97	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0276		
4+151.21	971.93	971.93	1021.93	7.93	8.24	28.07	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0028		
4+179.28	978.00	978.00	1028.00	5.02	5.34	45.09	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0035		
4+224.37	980.90	980.90	1030.90	2.44	2.76	47.72	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0056		
4+272.06	983.48	983.48	1033.48	3.60	3.93	101.28	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0059		
4+373.37	982.31	982.31	1032.31	0.29	0.84	129.63	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0125		
4+503.00	985.60	985.60	1035.60	-4.93	2.43	58.99	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0161		
4+561.99	983.81	983.81	1033.81	-0.31	7.05	24.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0073	Inicia Tunel	
4+586.18	978.19	978.19	1028.19	-0.32	7.05	87.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0030		
4+673.37	989.18	989.18	1029.18	-0.31	7.07	49.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0108		
4+710.32	993.68	993.68	1029.19	5.66	13.05	33.26	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0046		
4+780.28	978.17	978.17	1028.17	11.69	17.47	73.73	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0062		
4+793.54	973.19	973.19	1023.19	10.88	13.05	33.26	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0041		
4+867.27	968.77	968.77	1018.77	11.69	17.47	73.73	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0062		
4+920.20	967.15	967.15	1017.15	11.69	17.47	73.73	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0091	Termina Tunel	
5+006.39	964.06	964.06	1014.06	14.77	22.18	86.19	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0066		
5+063.16	963.06	963.06	1013.06	15.76	23.18	56.77	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0107		
5+176.45	961.52	961.52	1011.52	17.29	24.72	113.29	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0140		
5+194.33	963.05	963.05	1013.05	15.75	23.19	17.88	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0022		
5+214.00	961.82	961.82	1011.82	16.98	24.42	19.67	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0024		
5+293.41	963.43	963.43	1013.43	15.36	22.81	79.41	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0098		

SEGUN "DARCY - WEISBACH"
PERDIDAS = Hf = f (L/D) (V²/2g)



Para encontrar el valor del coeficiente de fricción T, se usa la fórmula siguiente:
 $1/f = (1/12) = -2 \log \left(\frac{K_s}{3.7 + 2.51 \left(\frac{Re}{f} \right)^{0.5}} \right)$ (172)

NORIA II	7.38	7.38	7.38
NORIA I	7.38	7.38	7.38
ALAMITO	7.38	7.38	7.38
CASITA II	7.38	7.38	7.38
CASITA I	7.38	7.38	7.38
R. MALVINAS I	7.76	7.76	7.76
POZO 8	7.67	7.67	7.67
POZO 3	7.81	7.81	7.81
POZO 5	7.93	7.93	7.93
P. BUENAVISTA	7.93	7.93	7.93

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

GASTO A CONDUCIR		DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
Q _o	40.90	0.00	0.00
Q _{acum}	40.90	40.90	40.90
D _o	0.41	0.41	0.41
R _o	0.000	0.000	0.000
L _o	221.32	537.75	95.33
N _o	0.0100	0.0100	0.0100
R _e	128.3E+3	128.3E+3	128.3E+3
V _o	31.59	31.59	31.59
C _o	0.01835	0.01835	0.01835
A _o	1,294.62	1,294.62	1,294.62
OBRA DE SECCION			
NORIA I ALAMITO CASITA I POZO 1 NORIA II ALAMITO CASITA II POZO 2 NORIA III ALAMITO CASITA III POZO 3 NORIA IV ALAMITO CASITA IV POZO 4 NORIA V ALAMITO CASITA V POZO 5			
OBRA DE CAPTACION			
NORIA I ALAMITO CASITA I POZO 1 NORIA II ALAMITO CASITA II POZO 2 NORIA III ALAMITO CASITA III POZO 3 NORIA IV ALAMITO CASITA IV POZO 4 NORIA V ALAMITO CASITA V POZO 5			

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $f = \frac{1}{1.49} \left(\frac{v}{R} \right)^{1.49} \left(\frac{v}{R} \right)^{1.49} \left(\frac{v}{R} \right)^{1.49} \left(\frac{v}{R} \right)^{1.49}$



DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO (m)	DISEÑO (m)	LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA (m)	DIAMETRO (pulg)		AHD (m ²)	PERMOJ (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S Hidráulica	hf	OBSERVACIONES
									(m)	(pulg)									
5+385.69	964.87	978.78	1014.87	13.81	21.37	72.28	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0030		
5+402.65	963.55	978.79	1013.55	15.24	22.69	36.96	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0046		
5+444.97	965.36	978.78	1015.36	13.42	20.88	42.32	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0052		
5+775.00	970.66	978.74	1020.66	8.08	15.58	330.03	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0409		
5+900.16	972.89	978.73	1022.89	5.84	13.35	125.16	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0155		
5+960.40	972.00	978.72	1022.00	6.72	14.24	60.24	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0075		
6+020.57	974.05	978.71	1024.05	4.66	12.19	60.17	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0075		
6+157.07	974.78	978.69	1024.78	3.91	11.46	136.50	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0169		
6+282.22	978.04	978.68	1028.04	0.64	3.20	135.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.34	0.1556	0.0159	0.000124	0.0167		
SUMA PARCIAL														4,870.59					
SUMA TOTAL														6,292.22					

- Notas:**
- La Noria II, Noria I, Pozos Alamito y Casitas 1 se encuentran conectados al acueducto y descargan en el Rebombío Malvinas I.
 - El Rebombío Malvinas I, bombea el gasto producido por las fuentes antes mencionadas y el gasto derivado del acueducto Paredes, mas adelante se incorporan al mismo acueducto el Pozo 8, Pozo 3 y Pozo 5
 - El gasto trasladado se tomo a partir de las mediciones pitométricas realizadas en campo. Al momento de la medicion las unicas fuentes que estaban trabajando son la Noria II, Pozo 3 y Pozo 5.
 - El presente análisis considera que el Acueducto Paredes deriva un Q=63.4 lps al Acueducto Mascareñas, los cuales se incorporan al Rebombío Malvinas I.
 - El Acueducto Mascareñas pasa por un tunel, el cual tiene su inicio en el km 4+586.18 y termina en el km 4+746.72.
 - El tramo del km 4+561.99 al 4+760.28 trabaja como canal, es decir no trabaja a tubo lleno.
 - La rugosidad de la tubería se obtuvo de la calibración del acueducto.

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

**ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL ACUEDUCTO PAREDES
(ÉPOCA DE ESTIAJE)**

Cuadro 5.3 Alternativas de Operación para los Acueductos Paredes y Mascareñas en Época de Estiaje

Alternativa	Obras de Captación del Acueducto Paredes										Aortación propia Paredes Ips	Derivación a Mascareñas Ips	Gasto Total Ips	Pérdidas en línea (fricción) m	Rebombeo Requerido m
	Galería Filtrante Ips	Noria VII Ips	Noria IV Ips	Sta. Bárbara I Ips	Sta. Bárbara II Ips	Sta. Bárbara III Ips	Sta. Bárbara IV Ips	Sta. Bárbara I Ips	Sta. Bárbara II Ips	Sta. Bárbara III Ips					
Época de Estiaje															
1	90.00	30.00	32.00	70.00	80.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	302.00	167.50	302.00	17.36	0.00
2	90.00	30.00	32.00	70.00	80.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	352.00	201.50	352.00	18.69	0.00
3	90.00	30.00	32.00	70.00	80.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	402.00	235.00	402.00	19.89	0.00
4	90.00	30.00	32.00	70.00	80.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	240.00	0.00	240.00	15.12	0.00

Alternativa	Obras de Captación del Acueducto Mascareñas										Aortación propia Mascareñas Ips	Derivación de Paredes Ips	Gasto Total Ips	Pérdidas en línea (fricción) m	Rebombeo Requerido m
	Noria II Ips	Noria I Ips	Intercon. C/Paredes Ips	Pozo 8 Ips	Pozo 3 Ips	Pozo 5 Ips	Pozo 8 Ips	Pozo 3 Ips	Pozo 5 Ips	Pozo 8 Ips					
Época de Estiaje															
1	34.00	20.50	0.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	27.00	131.50	167.50	131.50	2.10	0.00
2	34.00	20.50	201.50	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	27.00	131.50	201.50	131.50	2.62	0.00
3	34.00	20.50	235.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	27.00	131.50	235.00	131.50	3.05	0.00

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar e valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $1 / (f \cdot (1/12)) = -2 \log (ED/D) \cdot 3.71 + 2.51 / (Re \cdot (f \cdot (1/12)))$

DATOS POR OBRA DE CAPTACION		80.00	90.00	100.00	110.00	120.00	130.00	140.00	150.00
GASTO A CONDUCIR	Q=	30.00	32.00	34.00	36.00	38.00	40.00	42.00	44.00
GASTO CONDUCCION ACUM.	Qacum=	50.00	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D=	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
RUGOSIDAD "e"	e=	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
LONGITUD TOTAL	L=	1,508.58	7,791.38	1,071.36	6,810.48	1,012.11	918.04	7,086.27	7.89
VISCOSIDAD CINEMATICA	v=	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	7.98
NUMERO DE REYNOLDS	Re=	187.9E+3	250.5E+3	317.3E+3	463.4E+3	630.4E+3	830.4E+3	1,010.0E+3	8.15
VELOCIDAD	V=	30.80	41.06	52.01	75.98	103.34	103.34	280.7E+3	8.28
COEF. DE FRICCION "f"	f=	0.01680	0.01623	0.01570	0.01505	0.01458	0.01458	0.01698	8.28
AREA DE SECCION	A=	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	8.28
OBRA DE CAPTACION		GALERIA NORIA VII	NORIA IV	STA B I	STA B II	POZO P 1	POZO P 2	UNION ACU	7.91



PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTATICA		LON- GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMOJ (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S Hidraulica	hf	OBSERVACIONES
					(m)	(m)			(m)	(pulg)									

Propuesta de Solución Epoca de Estaje. Acueducto Paredes Alternativa 1. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, Noria VII, Noria IV, los pozos Santa Barbara I y II. Derivando un Q=167.50 lps al acueducto Mascareñas.

0+000.00	1000.00	1000.00	995.00	1050.00	-4.00	-4.00	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.013750	INCIO EN GALERIA FILTRAN.
0+102.34	999.95	999.95	995.89	1049.95	-3.96	-3.96	209.50	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.028148	
0+311.84	998.66	998.66	995.96	1048.66	-2.70	-2.70	208.55	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.028021	
0+520.39	998.33	998.33	995.93	1048.33	-2.40	-2.40	238.66	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.032066	
0+759.05	997.38	997.38	995.90	1047.38	-1.46	-1.46	235.68	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.031665	
0+984.73	997.73	997.73	995.87	1047.73	-1.86	-1.73	7.32	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.31	0.0900	0.0169	0.000134	0.000984	
1+002.05	997.05	997.05	995.87	1047.05	-1.18	-1.05	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.41	0.1200	0.0162	0.000229	0.080281	
1+599.56	995.42	995.42	995.79	1045.42	0.37	0.37	394.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.41	0.1200	0.0162	0.000229	0.080468	
1+860.65	994.81	994.81	995.70	1044.81	0.89	1.18	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.41	0.1200	0.0162	0.000229	0.000918	
2+355.12	992.74	992.74	995.61	1042.74	2.87	3.26	250.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.089006	
2+359.12	992.67	992.67	995.61	1042.67	2.94	3.33	262.99	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.089006	
2+614.91	991.81	991.81	995.52	1041.81	3.71	4.19	321.27	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.0893631	
2+864.91	991.10	991.10	995.43	1041.10	4.33	4.90	41.17	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.114380	
3+127.90	990.48	990.48	995.34	1040.48	4.86	5.52	283.87	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.101065	
3+489.34	990.58	990.58	995.21	1040.58	4.63	5.42	808.54	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.101065	
3+774.21	992.83	992.83	995.11	1042.83	2.28	3.17	487.33	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.173502	
4+582.75	986.25	986.25	984.82	1036.25	8.57	9.75	560.86	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.199681	
5+070.08	987.79	987.79	994.65	1037.79	6.86	8.21	23.53	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.210970	
5+630.84	984.82	984.82	994.45	1034.82	9.63	11.18	293.10	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.008377	
6+223.51	984.53	984.53	994.24	1034.53	9.71	11.47	567.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.104351	
6+247.04	982.57	982.57	984.23	1032.57	11.66	13.43	393.37	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.202048	
6+540.14	979.60	979.60	994.12	1029.60	14.52	16.40	304.18	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.140050	
7+107.65	980.94	980.94	983.92	1030.94	12.98	15.06	384.91	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.108298	
7+501.02	977.01	977.01	983.78	1027.01	16.77	18.99	310.62	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.137038	
7+805.20	962.93	962.93	983.67	1012.93	30.74	33.07	63.65	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.022861	
8+190.11	966.24	966.24	983.53	1016.24	27.29	29.76	509.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.181473	
8+500.73	962.66	962.66	983.42	1012.66	30.76	33.94	1,076.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1520	0.0157	0.000356	0.383219	
8+584.38	967.02	967.02	983.40	1012.02	26.38	28.98													
9+074.10	964.21	964.21	983.22	1014.21	29.01	31.79													
10+150.48	968.14	968.14	982.84	1018.14	24.70	27.86													

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

GASTO A CONDUCIR	Q ₁	30.00	42.00	70.00	90.00	0.90	0.90	167.56	l.p.s.
GASTO CONDUCCION ACUM.	Q _{acum}	30.00	120.00	192.00	242.00	302.00	302.00	154.50	l.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D ₁	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	m
RUGOSIDAD "e"	e	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	mm
LONGITUD TOTAL	L _t	1.589.56	759.56	7.791.38	1.071.38	6.810.48	1.012.11	918.04	7.088.27 m
VISCOSIDAD CINEMATICA	v	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	cm ² /seg.
NUMERO DE REYNOLDS	Re	187.9E+3	260.5E+3	317.3E+3	463.4E+3	630.4E+3	830.4E+3	830.4E+3	280.7E+3
VELOCIDAD	V	30.80	41.08	52.01	75.96	103.34	103.34	103.34	46.02 cm/seg.
COEF. DE FRICCION "f"	f	0.01690	0.01623	0.01570	0.01505	0.01458	0.01458	0.01458	0.01598
AREA DE SECCION	A	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47 cm ²

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \log (ED/D) \sqrt{7.14 + (2.51 / (Re \cdot (f \cdot (1/2))))}$



PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISSBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (pulg)		AHID (m ²)	PERMEO (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES
								(m)	(m)									
10+158.37	967.82	967.82	982.83	1017.82	25.01	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2220	0.0151	0.000728	0.005744	
11+218.92	959.46	959.46	992.06	1009.46	32.80	359.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2220	0.0151	0.000728	0.261472	
11+221.84	960.85	960.85	992.06	1010.85	31.21	35.15	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2220	0.0151	0.000728	0.002126	Inc. Pozo Sta. Barbara II
11+442.10	964.68	964.68	991.77	1014.68	27.09	2.20	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287476	
12+971.27	962.59	962.59	969.77	1012.59	27.16	33.41	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.678112	
13+073.89	963.74	963.74	989.64	1013.74	25.90	102.62	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.133936	
13+291.00	963.34	963.34	989.36	1013.34	26.02	32.66	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.283359	
14+356.80	959.61	959.61	987.97	1009.61	28.36	36.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.993859	
14+442.02	959.51	959.51	987.85	1009.51	28.34	36.49	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.112226	
14+889.17	954.13	954.13	987.27	1004.13	33.14	41.87	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.583805	
15+775.58	952.95	952.95	986.11	1002.95	33.16	43.05	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.545285	
16+042.42	950.79	950.79	985.77	1000.79	34.98	45.21	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.348271	
16+849.31	948.20	948.20	984.71	998.20	36.51	47.80	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.029927	
17+720.16	946.05	946.05	983.58	996.05	37.53	49.95	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.186495	
17+901.94	940.66	940.66	983.34	990.66	42.88	55.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.237253	
17+983.25	943.73	943.73	983.23	993.73	39.50	52.27	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.108123	
18+032.32	941.32	941.32	983.17	991.32	41.85	54.68	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.064045	Pozo de Proyecto No. 1
18+097.03	941.57	941.57	983.08	991.57	41.51	54.43	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.064457	
18+130.16	945.06	945.06	983.04	995.06	37.98	50.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.043240	
18+486.56	941.85	941.85	982.58	991.85	40.63	54.05	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.485161	
18+530.00	941.52	941.52	982.52	991.52	41.00	54.48	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.056896	
18+597.28	940.85	940.85	982.43	1010.85	41.56	55.15	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.087812	
18+633.48	936.24	936.24	982.38	1006.24	46.14	59.76	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.047260	
18+720.09	938.53	938.53	982.27	1008.53	43.74	57.47	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.113027	
18+828.18	937.52	937.52	982.13	1007.52	44.61	58.48	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.141075	
19+044.43	937.55	937.55	981.85	1007.55	44.30	58.45	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.282242	
19+606.88	936.06	936.06	981.11	1006.06	45.05	59.94	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.734091	Pozo de Proyecto No. 2
19+691.15	931.34	931.34	981.00	1001.34	49.66	64.56	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.109986	
19+853.33	929.94	929.94	980.79	999.94	50.85	66.06	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.211672	
19+946.30	928.58	928.58	980.67	998.58	52.09	67.42	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.123952	
19+962.47	927.62	927.62	980.65	997.62	53.03	68.38	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.213652	
20+034.95	930.43	930.43	980.63	1000.43	50.20	65.57	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.018494	Interconexion a Mascareñas
													0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.020065	

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
GASTO A CONDUCCIR	30.00
GASTO CONDUCCIO ACUM.	33.00
DIAMETRO DE LA TUBERIA	302.00
RUGOSIDAD "e"	0.01
LONGITUD TOTAL	0.090
VISCOSIDAD CINEMATICA	1.598.56
NUMERO DE REYNOLDS	250.5E+3
VELOCIDAD	30.80
COEF. DE FRICCIÓN "f"	0.01680
AREA DE SECCION	2.922.47
OBRA DE CAPTACION	GALERIA NORIA VII
	NORIA IV
	STAB I
	STAB II
	POZO P 1
	POZO P 2
	UNION ACU.

DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
167.50 l.p.s.	0.00
134.50 l.p.s.	362.90
0.61 m	0.61
0.090 mm	0.090
7.98	7.98
7.85	7.85
8.15	8.15
8.28	8.28
8.28	8.28
8.28	8.28
7.91	7.91

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $1/f \cdot (V/112) = -2 \log \left(\frac{ED}{3.71} + \frac{2.51}{Re} \cdot \left(\frac{f}{112} \right) \right)$
 GALERIA 7.89 = 7.89
 NORIA VII 7.85 = 7.85
 NORIA IV 7.98 = 7.98
 STA BARBARA I 8.15 = 8.15
 STA BARBARA II 8.28 = 8.28
 POZO P 1 8.28 = 8.28
 POZO P 2 8.28 = 8.28
 UNION ACU. 7.91 = 7.91



DISTANCIA AL ORIGEN (KM)	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEY PIEZ (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (pulg)		AHID (m2)	PERMOJ (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	S hidráulica	hf	OBSERVACIONES
							(m)	(m)									
20+119.33	933.09	933.09	980.60	47.51	84.36	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.48	0.1345	0.0160	0.000284	0.023942	
20+245.54	931.15	931.15	980.57	48.42	126.21	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.035810	
20+341.32	931.70	931.70	980.54	48.84	95.78	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.027176	
20+618.13	930.87	930.87	980.46	49.79	271.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.077123	Der. R. Malvinas I (cancelada)
20+665.00	929.36	929.36	980.45	51.09	66.64	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.48	0.1345	0.0160	0.000284	0.014717	
20+824.84	928.71	928.71	980.40	51.89	159.84	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.045381	
20+946.12	928.25	928.25	980.37	52.12	121.18	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.034383	
21+107.67	927.67	927.67	980.32	52.65	181.55	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.045838	
22+338.89	934.13	934.13	979.97	45.84	74.51	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.021141	
22+417.81	938.30	938.30	979.95	41.65	78.92	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.022393	
22+467.81	939.91	939.91	979.94	40.03	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.014187	
22+583.15	943.63	943.63	979.91	36.28	115.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.032726	P.B. Tipo Booster
23+182.05	954.05	954.05	979.74	25.69	126.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.035986	
23+886.63	959.53	959.53	979.53	20.00	129.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.036647	
24+065.86	962.65	962.65	979.51	16.86	33.35	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.021510	
24+214.90	970.82	970.82	979.48	8.66	25.18	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.028493	
24+351.09	977.64	977.64	979.44	1.80	18.36	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.042288	
26+743.14	973.88	973.88	979.40	5.72	22.32	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.038642	
26+777.08	972.00	972.00	978.73	6.73	24.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.024535	
26+964.66	974.05	974.05	978.72	4.67	21.95	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.009631	
27+048.74	974.78	974.78	978.66	3.88	187.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.053223	
	978.04	978.04	978.64	0.60	17.86	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.46	0.1345	0.0160	0.000284	0.023857	
SUMA TOTAL																27,048.74	

Notas:
 * La rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo.
 * En el presente análisis se considera que la línea piezométrica tiene inicio en el km 0+000.
 * El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 90 lps (gasto teórico que produce la Galería en época de estiaje) y los gastos recomendados de las Norias VII y IV (30 lps y 32 lps respectivamente) y de los pozos Santa Barbara I (70 lps) y Santa Barbara II (80 lps).
 * Para este análisis se considera que en el km 19+962.47 se derivan 167.50 lps al Acueducto Mascareñas (km 0+773.34).
 * Para esta condición de funcionamiento no se necesita operar la Planta de Bombeo Tipo Booster.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:

$$1/f \cdot (V \cdot 12)^2 = -2 \log \left(\frac{ED}{3.71 + (2.61/f) \cdot Re} \right) \cdot (V \cdot 12)^2$$

Q _{cap}	Q _{cap} m ³ /s	Q _{cap} lps	Q _{cap} gpm	Q _{cap} cfs	D	L	V	R	V	A
30.00	30.00	76.00	80.00	0.00	0.00	201.50	0.00	0.00	201.50	0.00
90.00	90.00	222.00	303.00	362.00	0.61	0.61	0.61	0.61	130.90	1.30
0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
1.58856	1.58856	7.79136	1.07136	8.1048	1.01211	918.04	7.08827	7.98	1.58856	7.98
0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
187.9E+3	250.5E+3	317.3E+3	483.4E+3	630.4E+3	734.7E+3	734.7E+3	314.1E+3	8.28	187.9E+3	8.28
30.80	41.06	52.01	75.98	103.34	120.45	120.45	51.50	8.33	30.80	8.33
0.01690	0.01623	0.01570	0.01505	0.01458	0.01440	0.01440	0.01673	8.33	0.01690	8.33
2.92247	2.92247	2.92247	2.92247	2.92247	2.92247	2.92247	2.92247	2.92247	2.92247	2.92247

PERDIDAS = hf = f(L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"



DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA (m)	LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	AHID (m ²)	PERMOJ (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES

Propuesta de Solución Epoca de Estiaje. Acueducto Paredes

Alternativa 2. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, Noria VII, Noria IV, los pozos Santa Barbara I y II y pozo de proyecto No. 1. Derivando un Q=201.50 lps al acueducto Mascareñas.

0+000.00	1000.00	1000.00	997.36	1050.00	-2.64	-2.64	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000134	0.013750	
0+102.34	989.95	989.95	987.35	1049.95	-2.60	-2.60	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000134	0.028148	
0+311.64	988.66	988.66	987.32	1048.66	-1.34	-1.30	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000134	0.028021	
0+520.39	988.33	988.33	987.29	1048.33	-1.04	-0.97	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000134	0.032068	
0+758.05	987.36	987.36	987.23	1047.36	-0.10	0.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000134	0.031665	
0+984.73	987.73	987.73	987.23	1047.73	-0.50	0.18	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000134	0.000984	
1+002.05	987.05	987.05	987.23	1047.05	0.18	0.31	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000134	0.080281	INC. NORIA VII
1+860.65	984.81	984.81	986.06	1044.81	2.25	1.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000134	0.080281	
2+355.12	982.74	982.74	986.97	1042.74	4.23	4.82	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000229	0.080488	
2+359.12	982.67	982.67	986.97	1042.67	4.30	4.69	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000229	0.080488	
2+614.91	981.81	981.81	986.98	1041.81	5.07	5.55	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.091068	
2+864.91	981.10	981.10	986.79	1041.10	5.69	6.28	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.091068	
3+127.90	980.48	980.48	986.70	1040.48	6.22	6.88	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.091068	
3+449.17	981.23	981.23	986.58	1041.23	5.35	6.13	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.091068	
3+480.34	980.58	980.58	986.57	1040.58	5.99	6.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.091068	
3+774.21	982.83	982.83	986.47	1042.83	3.64	4.53	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.014658	
4+582.75	986.25	986.25	996.18	1038.25	9.93	11.11	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.101065	
5+070.08	987.79	987.79	995.01	1037.79	8.22	9.57	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.287861	
5+630.94	984.82	984.82	985.81	1034.82	10.99	12.54	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.173502	
6+223.51	984.53	984.53	985.60	1034.53	11.07	12.63	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.199681	
6+247.04	982.57	982.57	985.59	1032.57	13.02	14.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.210970	
6+540.14	979.60	979.60	985.48	1029.60	15.88	17.76	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.008377	
7+107.65	980.94	980.94	985.28	1030.94	14.34	16.42	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.104351	
7+501.02	977.01	977.01	985.14	1027.01	18.13	20.35	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.202048	
7+805.20	982.93	982.93	985.03	1012.93	32.10	34.43	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.140050	
8+190.11	986.24	986.24	984.89	1016.24	28.65	31.12	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.108296	
8+500.73	982.66	982.66	984.78	1012.66	32.12	34.70	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.137038	
8+564.38	987.02	987.02	984.76	1017.02	27.74	30.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.110589	
9+074.10	984.21	984.21	984.58	1014.21	30.37	33.15	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.022661	
10+150.48	988.14	988.14	984.20	1018.14	26.06	29.22	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0189	0.000356	0.181473	

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

Q =	90.00	30.00	32.00	70.00	90.00	50.00	0.00	201.90 l.p.s.
Q _{acum} =	90.00	130.00	152.00	222.00	302.00	352.00	352.00	150.00 l.p.s.
D =	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61 m
C =	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090 mm
L =	1,599.56	759.56	7,781.36	1,071.36	6,810.48	1,012.11	918.04	7,086.27 m
V =	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100 cm2/seg.
R =	187.9E+3	250.5E+3	317.3E+3	483.4E+3	630.4E+3	734.7E+3	734.7E+3	314.1E+3
V =	30.80	41.08	52.01	75.96	103.34	120.45	120.45	51.50 cm/seg.
A =	0.01690	0.01623	0.01870	0.01505	0.01458	0.01440	0.01440	0.01573
A =	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47 cms
OBRA DE CAPTACION	GALERIA	NORIA VII	NORIA IV	STA B I	STA B II	POZO P 1	POZO P 2	UNION ACU.

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $1/f \cdot (V/12) = -2 \log ((ED)/3.71 + 2.51 / (Re \cdot (f/12)))$



PERDIDAS = hf = f(L/D)(V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ. (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA (m)	LON- GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMIO (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES
								(m)	(pulg)									
10+158.37	967.82	967.82	984.19	1017.82	28.37	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.76	0.2220	0.0151	0.000728	0.005744	
11+218.92	959.46	959.46	993.42	1008.46	33.96	37.90	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.76	0.2220	0.0151	0.000728	0.005744	
11+221.84	960.85	960.85	993.42	1010.85	32.57	36.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	0.76	0.2220	0.0151	0.000728	0.005744	
11+442.10	964.68	964.68	993.13	1014.68	28.45	32.68	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287476	
12+971.27	962.59	962.59	991.13	1012.59	28.54	34.77	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287476	
13+073.88	963.74	963.74	991.00	1013.74	27.26	33.62	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287476	
13+291.00	963.34	963.34	990.72	1013.34	27.38	34.02	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287476	
14+442.02	959.61	959.61	989.33	1009.61	28.72	37.75	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287476	
14+889.17	959.51	959.51	989.21	1009.51	29.70	37.85	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287476	
15+775.58	952.95	952.95	987.47	1002.95	34.52	44.41	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287476	
16+042.42	950.79	950.79	987.13	1000.79	36.34	46.57	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287476	
16+849.31	948.20	948.20	986.07	998.20	37.87	49.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287476	
17+20.16	946.05	946.05	984.94	996.05	38.69	51.31	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287476	
17+801.94	940.66	940.66	984.70	990.66	44.04	56.70	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287476	
17+883.25	943.73	943.73	984.59	993.73	40.86	53.63	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287476	
18+032.32	941.32	941.32	984.53	991.32	43.21	56.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287476	
18+097.03	941.57	941.57	984.41	991.57	42.84	55.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287476	
18+130.16	945.06	945.06	984.36	995.06	39.30	52.30	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.113322	
18+486.56	941.95	941.95	983.73	991.95	41.78	55.41	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.058018	
18+530.00	941.52	941.52	983.66	991.52	42.14	55.84	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.624137	
18+587.28	940.85	940.85	983.54	1010.85	42.69	58.51	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.076073	
18+633.49	936.24	936.24	983.48	1006.24	47.24	61.12	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.117822	
18+720.09	938.53	938.53	983.32	1008.53	44.79	58.83	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.063412	
18+828.18	937.52	937.52	983.13	1007.52	45.61	59.84	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.151656	
19+044.43	937.55	937.55	982.76	1007.55	45.21	59.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.189290	
19+606.88	936.06	936.06	981.77	1006.06	45.71	61.30	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.984977	
19+681.15	931.34	931.34	981.62	1001.34	50.28	66.02	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.378703	
19+853.33	929.94	929.94	981.34	999.94	51.40	67.42	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.984977	
19+948.30	928.58	928.58	981.17	998.58	52.59	68.78	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.147576	
19+962.47	927.62	927.62	981.15	997.62	53.53	69.74	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.284014	
20+0+4.95	930.43	930.43	981.12	1000.43	50.69	66.93	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2819	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.168314	
																		Interconexión a A. Mascareñas
																		0.000350 0.025346

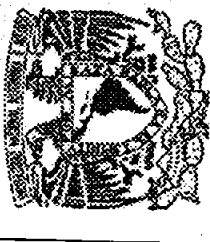
Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

GASTO A CONDUCIR	30.00	33.00	70.00	83.00	50.00	0.00	251.50 l.p.s.
GASTO CONDUCCION ACUM.	90.00	120.00	192.00	302.00	352.00	352.00	150.50 l.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61 m
RUGOSIDAD "ε"	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090 mm
LONGITUD TOTAL	1,588.58	7,791.36	1,071.36	6,810.48	1,012.11	918.04	7,088.27 m
VISCOSIDAD CINEMATICA	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100 cm ² /seg.
NUMERO DE REYNOLDS	187.9E+3	250.5E+3	317.3E+3	463.4E+3	630.4E+3	734.7E+3	314.1E+3
VELOCIDAD	30.80	41.06	52.01	75.98	103.34	120.45	51.50 cm/seg.
COEF. DE FRICCION "f"	0.01690	0.01623	0.01970	0.01505	0.01458	0.01440	0.01573
AREA DE SECCION	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47 cm ²
OBRA DE CAPTACION	GALERIA NORIA VII	NORIA IV	STAB I	STAB II	POZO P 1	POZO P 2	UNION ACU.

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1 / (f \wedge (1/2)) = -2 \log ((ED)/3.71 + (2.51 / (Re (f \wedge (1/2))))$

GALERIA	7.69	=	7.69
NORIA VII	7.85	=	7.85
NORIA IV	7.98	=	7.98
STA BARBARA I	8.15	=	8.15
STA BARBARA II	8.28	=	8.28
POZO P 1	8.33	=	8.33
POZO P 2	8.33	=	8.33
UNION	7.9733	=	7.97032



PERDIDAS = hf = (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADICA		LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERIM. (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S Hidraulica	hf	OBSERVACIONES		
					(m)	(m)			(m)	(m)											
20+119.33	933.09	933.09	981.08	1003.09	48.00	64.27	84.36	A-C Clase A-7	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.029508			
20+245.54	931.15	931.15	981.05	1001.15	49.90	66.21	126.21	A-C Clase A-7	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.044138			
20+341.32	931.70	931.70	981.02	1001.70	49.32	65.66	95.78	A-C Clase A-7	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.033484			
20+613.13	930.67	930.67	980.92	1000.67	50.25	66.89	271.61	A-C Clase A-7	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.095052	Der. R. Malvinas I (cancelada)		
20+665.00	929.36	929.36	980.90	999.36	51.54	68.00	51.87	A-C Clase A-7	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.018139			
20+824.94	928.71	928.71	980.85	998.71	52.14	68.65	159.94	A-C Clase A-7	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.056494			
20+946.12	928.25	928.25	980.80	998.25	52.55	69.11	121.18	A-C Clase A-7	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.042377			
21+107.67	927.67	927.67	980.75	997.67	53.08	69.69	161.55	A-C Clase A-7	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.055931			
22+338.89	934.13	934.13	980.32	1004.13	46.19	63.23	74.51	A-C Clase A-7	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.026056			
22+417.81	938.30	938.30	980.29	1008.30	41.99	59.06	78.92	A-C Clase A-7	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.027598			
22+467.81	939.91	939.91	980.27	1009.91	40.36	57.45	50.00	A-C Clase A-7	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.017485			
22+583.15	943.63	943.63	980.23	993.63	36.80	53.73	115.34	A-C Clase A-5	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.040334	P.B. Tipo Booster		
23+182.05	954.05	954.05	980.02	1004.05	25.97	43.31	126.78	A-C Clase A-5	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.044328			
23+889.63	959.53	959.53	979.77	1009.53	20.24	37.83	129.16	A-C Clase A-5	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.045167			
23+865.44	962.65	962.65	979.75	1012.65	17.10	34.71	75.61	A-C Clase A-5	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.026511			
24+065.86	970.82	970.82	979.71	1020.82	8.69	28.54	100.42	A-C Clase A-5	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.035117			
24+214.90	977.64	977.64	979.66	1027.64	2.02	19.72	149.04	A-C Clase A-5	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.052119	Cima del Cerro		
24+351.09	973.68	973.68	979.61	1023.68	5.93	23.68	136.19	A-C Clase A-5	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.047626			
26+743.14	972.00	972.00	978.78	1022.00	6.78	25.36	86.47	A-C Clase A-5	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.030239			
26+777.08	974.05	974.05	978.76	1024.05	4.71	23.31	33.94	A-C Clase A-5	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.011870			
26+964.66	974.78	974.78	978.70	1024.78	3.92	22.58	187.58	A-C Clase A-5	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.063596			
27+048.74	978.04	978.04	978.67	1028.04	0.63	19.32	84.08	A-C Clase A-5	0.610	0.610	0.2919	1.92	0.1524	0.52	0.1505	0.0157	0.000350	0.029403			
SUMA TOTAL															27,048.74					18.69	

Notas:

- La rugosidad de la tubería se calculó a partir de las mediciones de campo
- En el presente análisis se considera que la línea piezométrica tiene inicio en el km 0+000
- El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 90 lps (gasto teórico que produce la Galería en época de estiaje) y los gastos recomendados de las Norias VII y IV (30 lps y 32 lps respectivamente) y de los pozos Santa Barbara I (70 lps) y Santa Barbara II (80 lps), además se incluyen una fuente adicional (Pozo de Proyecto No. 1) con un Q=50 lps.
- Para este análisis se considera que en el km 19+962.47 se derivan 201.50 lps al Acueducto Mascareñas (km 0+773.34)
- Para esta condición de funcionamiento no se necesita operar la Planta de Bombeo Tipo Booster.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

GASTO A CONDUCIR		DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
GASTO CONDUCCION ACUM.	30.00	30.00	235.00 i.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	30.00	30.00	187.00 i.p.s.
RUGOSIDAD "n"	0.61	0.61	
LONGITUD TOTAL	0.090	0.090	0.090 mm
VISCOSIDAD CINEMATICA	1.598 58	7.781 36	1.071 38
NUMERO DE REYNOLDS	0.0100	0.0100	0.0100
VELOCIDAD	187.9E+3	250.5E+3	317.3E+3
COEF. DE FRICCION "f"	30.80	41.06	52.01
AREA DE SECCION	0.01690	0.01623	0.01670
OBRA DE CAPTACION	2.922.47	2.922.47	2.922.47

GASTO A CONDUCIR	GALERIA		NORIA VII		NORIA IV		POZO P 1		POZO P 2		UNION ACU.	
	f	Q	f	Q	f	Q	f	Q	f	Q	f	Q
GALERIA	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69
NORIA VII	7.85	7.85	7.85	7.85	7.85	7.85	7.85	7.85	7.85	7.85	7.85	7.85
NORIA IV	7.98	7.98	7.98	7.98	7.98	7.98	7.98	7.98	7.98	7.98	7.98	7.98
STA BARBARA I	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15	8.15
STA BARBARA II	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28
POZO P 1	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33
POZO P 2	8.38	8.38	8.38	8.38	8.38	8.38	8.38	8.38	8.38	8.38	8.38	8.38
UNION ACU.	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1/f \sqrt{V} = -2 \log \left(\frac{ED}{3.71 + 2.61f \sqrt{V}} \right) \left(\frac{Re}{10^6} \right)^{1/4}$

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	TRABAJO ESTADISTICA (m)	CARGA DE ESTADISTICA (m)	LON. CINTA (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMOJ (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES
									(m)	(pulg)									
0+000.00	1000.00	1000.00	998.35	1050.00	-1.65	-1.65	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000134	0.013750	INC EN GALERIA FILTRAN.	
0+102.34	999.95	999.95	998.34	1049.95	-1.61	-1.60	209.50	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000134	0.028148		
0+311.84	998.66	998.66	998.31	1048.66	-0.35	-0.31	208.55	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000134	0.028021		
0+520.39	998.33	998.33	998.28	1048.33	-0.05	0.02	208.66	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000134	0.032066		
0+759.05	997.36	997.36	998.25	1047.36	0.89	0.99	235.68	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000134	0.031665		
0+894.73	997.73	997.73	998.22	1047.73	0.49	0.62	7.32	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000134	0.000984		
1+002.05	997.05	997.05	998.22	1047.05	1.17	1.30	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000134	0.000281	INC NORIA VII	
1+599.56	995.42	995.42	998.14	1045.42	2.72	2.93	394.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000229	0.082831		
1+960.65	994.81	994.81	998.05	1044.81	3.24	3.54	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000229	0.080488		
2+355.12	992.74	992.74	997.95	1042.74	5.22	5.61	255.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000229	0.000918		
2+359.12	992.67	992.67	997.96	1042.67	5.29	5.68	262.99	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.091063	INC NORIA IV	
2+614.91	991.81	991.81	997.87	1041.81	6.06	6.54	321.27	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.0893631		
2+864.91	991.10	991.10	997.78	1041.10	6.66	7.25	41.17	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.114380		
3+127.90	990.48	990.48	997.69	1040.48	7.21	7.87	283.87	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.101065		
3+449.17	991.23	991.23	997.57	1041.23	6.34	7.12	808.54	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.287861		
3+480.34	990.58	990.58	997.56	1040.58	6.98	7.77	487.33	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.199681		
3+774.21	992.83	992.83	997.46	1042.83	4.83	5.52	560.86	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.173502		
4+582.75	986.25	986.25	997.17	1036.25	10.92	12.10	592.57	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.210970		
5+070.08	987.79	987.79	997.00	1037.79	9.21	10.56	293.10	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.008377		
5+630.94	984.82	984.82	996.80	1034.82	11.98	13.53	567.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.104351		
6+223.51	984.53	984.53	996.59	1034.53	12.06	13.82	393.37	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.202048		
6+247.04	982.57	982.57	996.58	1032.57	14.01	15.78	304.18	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.140050		
6+540.14	979.60	979.60	996.47	1029.60	16.87	18.75	364.91	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.108296		
7+107.65	980.94	980.94	996.27	1030.94	15.33	17.41	310.62	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.137038		
7+501.02	977.01	977.01	996.13	1027.01	19.12	21.34	63.65	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.110569		
7+805.20	966.24	966.24	996.02	1012.93	33.09	35.42	509.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.022661		
8+190.11	966.24	966.24	995.88	1016.24	29.64	32.11	1076.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.181473		
8+500.73	962.66	962.66	995.77	1012.66	33.11	35.69		A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356	0.383219	INC Pozo Sta Barbara I	
8+564.36	967.02	967.02	995.75	1017.02	28.73	31.33		A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356			
9+074.10	964.21	964.21	995.57	1014.21	31.36	34.14		A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356			
10+160.48	968.14	968.14	995.19	1018.14	27.05	30.21		A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000356			

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

	Q _{max}	Q _{prom}	30.00	32.00	70.00	80.00	90.00	100.00	110.00	120.00	130.00	140.00	150.00	160.00	170.00	180.00	190.00	200.00
GASTO A CONDUCIR	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
GASTO CONDUCIDO ACUM.			302.06	332.00	222.00	392.06	382.06	402.00	382.06	402.00	382.06	402.00	382.06	402.00	382.06	402.00	382.06	402.00
DIAMETRO DE LA TUBERIA	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
RUGOSIDAD "n"	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
LONGITUD TOTAL	1,599.56	759.56	7,791.36	1,071.36	6,810.48	1,012.11	918.04	7,086.27 m	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
VISCOSIDAD CINEMATICA	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
NUMERO DE REYNOLDS	187.8E+3	250.5E+3	317.3E+3	463.4E+3	630.4E+3	734.7E+3	839.1E+3	348.6E+3	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
VELOCIDAD	30.80	41.06	52.01	75.98	103.34	120.45	137.55	57.14	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
COEF. DE FRICCIÓN "f"	0.01680	0.01623	0.01570	0.01505	0.01458	0.01440	0.01424	0.01565	0.01458	0.01440	0.01424	0.01565	0.01458	0.01440	0.01424	0.01565	0.01458	0.01440
AREA DE SECCION	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47
OBRA DE CAPTACION	GALERIA	NORIA VII	NORIA IV	STA B I	POZO P 1	POZO P 2	UNION ACU.	STA B II	POZO P 1	POZO P 2	UNION ACU.							

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $f = \frac{1}{f} \left(\frac{1}{12} \right) = -2 \log \left(\frac{ED}{3.7} + \frac{2.51f}{Re} \left(\frac{f}{12} \right) \right)$

GALERIA	7.69	=	7.69
NORIA VII	7.85	=	7.85
NORIA IV	7.98	=	7.98
STA BARBARA I	8.15	=	8.15
STA BARBARA II	8.28	=	8.28
POZO P 1	8.33	=	8.33
POZO P 2	8.38	=	8.38
UNION ACU.	8.02	=	8.02



PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/g)

DISTRANCIA AL ORIGEN (m)	ELEVACION TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA	LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)		AHID (m ²)	PERMOU (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES	
								(m)	(pulg)										
10+158.37	967.82	967.82	995.18	1017.82	27.36	30.53	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.78	0.2220	0.0151	0.000728	0.005744	
11+218.92	959.46	959.46	994.41	1009.46	34.95	38.89	359.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2220	0.0151	0.000728	0.261472	
11+221.84	960.85	960.85	994.41	1010.85	33.56	37.50	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.76	0.2220	0.0151	0.000728	0.002126	Inc. Pozo Sta. Barbara II
11+442.10	964.68	964.68	994.12	1014.68	29.43	33.67	220.26	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.287476	
12+971.27	962.59	962.59	992.12	1012.59	29.53	35.76	519.56	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.678112	
13+073.89	963.74	963.74	991.99	1013.74	28.25	34.61	102.62	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.133936	
13+281.00	963.34	963.34	991.71	1013.34	28.37	35.01	217.11	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.283359	
14+556.60	959.61	959.61	990.32	1009.61	30.71	38.74	761.48	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.893858	
14+442.02	959.51	959.51	990.20	1009.51	30.69	38.84	85.22	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.112226	
14+888.17	954.13	954.13	989.62	1004.13	35.49	44.22	447.15	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.563605	
15+775.58	952.85	952.85	988.46	1002.85	35.51	45.40	417.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.545285	
16+042.42	950.79	950.79	988.12	1000.79	37.33	47.56	268.84	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.348271	
16+849.31	948.20	948.20	987.06	998.20	38.88	50.15	22.93	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.299227	
17+720.16	946.05	946.05	985.93	996.05	38.88	52.30	142.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.186495	
17+901.94	940.66	940.66	985.69	990.66	45.03	57.69	181.78	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.237253	
17+983.25	943.73	943.73	985.56	983.73	41.85	54.62	81.31	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.106123	
18+032.32	941.32	941.32	985.52	991.32	44.20	57.03	49.07	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0146	0.001305	0.064045	Pozo de Proyecto No. 1
18+097.03	941.57	941.57	985.40	991.57	43.83	56.78	64.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3020	0.0144	0.001751	0.113322	
18+130.16	945.06	945.06	985.35	995.06	40.29	53.29	33.13	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.058018	
18+486.56	941.95	941.95	984.72	991.95	42.77	56.40	356.40	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.624137	
18+530.00	941.52	941.52	984.85	991.52	43.13	56.83	43.44	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.076073	
18+597.28	940.85	940.85	984.53	1010.85	43.66	57.50	67.28	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.117822	
18+633.49	936.24	936.24	984.47	1008.24	46.23	62.11	36.21	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.063412	
18+720.09	938.53	938.53	984.31	1008.53	45.78	59.82	86.60	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.151856	
18+828.18	937.52	937.52	984.12	1007.52	46.60	60.83	108.09	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.189290	Pozo de Proyecto No. 2
19+044.43	937.55	937.55	983.75	1007.55	46.20	60.80	216.25	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.21	0.3520	0.0144	0.001751	0.378703	
19+608.88	936.06	936.06	982.48	1006.06	46.42	62.29	562.45	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4020	0.0142	0.002259	1.270400	
19+691.15	931.34	931.34	982.28	1001.34	50.94	67.01	84.27	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4020	0.0142	0.002259	1.090340	
19+853.33	929.94	929.94	981.92	999.94	51.98	68.41	162.18	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4020	0.0142	0.002259	0.366314	
19+948.30	928.58	928.58	981.70	998.58	53.12	69.77	94.97	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4020	0.0142	0.002259	0.214508	
19+962.47	927.62	927.62	981.67	997.62	54.05	70.73	14.17	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4020	0.0142	0.002259	0.032006	Interconexion a A. Mascareñas
20+034.95	930.43	930.43	981.64	1000.43	51.21	67.92	72.48	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000426	0.030851	

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

GASTO A CONDUCIR	30.00	30.00	60.00	50.00	50.00	245.00	i.p.s.
GASTO CONDUCTO ACUM.	96.00	120.00	150.00	302.00	352.00	462.00	i.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	m
RUGOSIDAD "e"	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	mm
LONGITUD TOTAL	1,599.58	759.58	7,781.36	1,071.36	8,110.48	7,088.27	m
VISCOSIDAD CINEMATICA	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	cm ² /seg.
NUMERO DE REYNOLDS	187.9E+3	250.5E+3	317.3E+3	463.4E+3	630.4E+3	734.7E+3	
VELOCIDAD	30.80	41.08	52.01	75.98	103.34	120.45	cm/seg.
COEF. DE FRICCION "f"	0.01690	0.01623	0.01570	0.01505	0.01458	0.01440	
AREA DE SECCION	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	cm ²
OBRA DE CAPTACION	GALERIA	NORIA VII	NORIA IV	STA BI	POZO P 1	POZO P 2	UNION ACU.

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \cdot \log ((E/D) \cdot 3.71 + 5.74 / (Re \cdot (1/2)))$

GALERIA	7.69	=	7.69
NORIA VII	7.85	=	7.85
NORIA IV	7.98	=	7.98
STA BARBARA I	8.15	=	8.15
STA BARBARA II	8.28	=	8.28
POZO P 1	8.33	=	8.33
POZO P 2	8.38	=	8.38
UNION ACU.	8.02	=	8.02



PERDIDAS = hf = f (L/D) (V/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTATICA		LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMOJ (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES												
					(m)	(m)			(m)	(pulg)																					
20+119.33	933.09	933.09	981.61	1003.09	48.52	65.28	84.38	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2918	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.035917													
20+245.54	931.15	931.15	981.55	1001.15	50.40	67.20	128.21	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2918	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.035917													
20+341.32	931.70	931.70	981.51	1001.70	49.81	66.85	95.78	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.040789													
20+613.13	930.67	930.67	981.40	1000.87	50.73	67.68	271.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.115697	Der. R. Malvinas I (cancelada)												
20+865.00	929.36	929.36	981.37	999.36	52.01	68.99	51.87	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.022079													
20+824.84	928.71	928.71	981.31	998.71	52.60	68.84	159.94	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.068079													
20+946.12	928.25	928.25	981.25	998.25	53.00	70.10	121.18	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.051581													
21+107.67	927.67	927.67	981.18	997.67	53.51	70.68	161.55	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.068765													
22+338.89	934.13	934.13	980.66	1004.13	46.53	64.22	74.51	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.031716													
22+417.81	938.30	938.30	980.63	1008.30	42.33	60.05	78.92	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.033593													
22+467.81	939.91	939.91	980.61	1009.91	40.70	58.44	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.021283													
22+583.15	943.63	943.63	980.56	993.63	36.93	54.72	115.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.049095	P. B. Tipo Booster												
23+182.05	954.05	954.05	980.30	1004.05	26.25	44.30	128.76	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.053958													
23+869.63	959.53	959.53	980.00	1009.53	20.47	36.82	129.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2918	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.054978													
23+965.44	962.65	962.65	979.97	1012.65	17.32	35.70	75.81	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.032269													
24+065.86	970.82	970.82	979.93	1020.82	9.11	27.53	100.42	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.042744													
24+214.90	977.64	977.64	979.86	1027.64	2.22	20.71	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.063440	Cima del Cerro												
24+351.09	973.68	973.68	979.80	1023.68	6.12	24.67	136.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.063440													
26+743.14	972.00	972.00	978.79	1022.00	6.79	26.35	86.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.057970													
26+777.08	974.05	974.05	978.77	1024.05	4.72	24.30	33.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.036806													
26+964.66	974.78	974.78	978.69	1024.78	3.91	23.57	187.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.014448													
27+048.74	978.04	978.04	978.66	1028.04	0.62	20.31	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.57	0.1670	0.0156	0.000428	0.079843													
														SUMA TOTAL	27,048.74															19.69	

- Notas:
- La rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo.
- En el presente análisis se considera que la línea piezométrica tiene inicio en el km 0+000.
- El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 90 lps (gasto teórico que produce la Galería en época de estiaje) y los gastos recomendados de las Norias VII y IV (30 lps y 32 lps respectivamente) y de los pozos Santa Barbara I (70 lps) y Santa Barbara II (80 lps), además se incluyen dos fuentes adicionales (Pozo de Proyecto No. 1 y No. 2) con un Q=50 lps cada una.
- Para este análisis se considera que en el km 19+962.47 se derivan 235.00 lps al Acueducto Mascareñas (km 0+773.34).
- Para esta condición de funcionamiento no se necesita operar la Planta de Bombeo Tipo Booster.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1/f \cdot (1/2) = -2 \log ((ED)/3.71 + (2.51/Re) \cdot (f \cdot (1/2)))$

DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
Q _{cap}	94.00
Q _{acum}	94.00
D _{cap}	0.61
D _{acum}	0.61
L	1,589.56
V	187.9E+3
V _{cap}	30.80
f	0.01690
A	2,922.47

	0.00 l.p.s.	94.00 l.p.s.
GALERIA	7.69	7.69
NORIA VII	7.69	7.69
NORIA IV	7.69	7.69
STA BARBARA I	8.00	8.00
STA BARBARA II	8.19	8.19
DERIVACION	8.19	8.19



DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV PIEZ (m)	ELEV MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA (m)	LON- GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	AHID (m ²)	PERMOJ (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidráulica	M	OBSERVACIONES
0+000.00	1000.00	1000.00	993.70	1050.00	-6.30												
0+102.34	999.95	999.95	993.69	1049.95	-6.26	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000134	0.013750	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
1+899.86	995.42	995.42	993.49	1045.42	-1.93	597.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000134	0.060281	INC. NORIA VII
1+960.65	994.81	994.81	993.44	1044.81	-1.37	381.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000134	0.048516	
2+355.12	992.74	992.74	993.38	1042.74	0.64	394.47	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000134	0.053001	
2+359.12	992.67	992.67	993.38	1042.67	0.71	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000134	0.000537	INC. NORIA IV
2+814.91	991.81	991.81	993.35	1041.81	1.54	255.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000134	0.034368	
10+150.48	968.14	968.14	992.34	1018.14	24.20	1,076.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.0900	0.0169	0.000134	0.144621	Estación A Inc. Pozo Sta. Barbara I
10+158.37	967.82	967.82	992.33	1017.82	24.51	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1600	0.0156	0.000392	0.003095	Estación B
11+221.84	960.85	960.85	991.92	1010.85	31.07	32.85	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.1600	0.0156	0.000392	0.001145	Inc. Pozo Sta. Barbara II
11+442.10	964.68	964.68	991.73	1014.68	27.05	220.26	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2400	0.0149	0.000842	0.185541	
14+358.80	959.81	959.81	989.28	1009.81	29.87	761.48	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2400	0.0149	0.000842	0.641448	
20+813.13	930.67	930.67	984.01	1000.67	53.34	271.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2400	0.0149	0.000842	0.043694	Estación C
20+865.00	928.36	928.36	983.96	999.36	54.60	64.34	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2400	0.0149	0.000842	0.066480	Der. a Reb. Malvinas I (cancelada)
22+417.81	938.30	938.30	982.48	1008.30	44.18	51.87	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2400	0.0149	0.000842	0.043694	
22+467.81	939.91	939.91	982.44	1009.91	42.53	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2400	0.0149	0.000842	0.066480	
22+583.15	943.63	943.63	982.35	993.63	38.72	115.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2400	0.0149	0.000842	0.042119	Estación D
24+065.86	970.82	970.82	981.10	1020.82	10.28	22.88	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2400	0.0149	0.000842	0.097159	Planta de Bombeo Tipo Booster
24+214.90	977.64	977.64	980.97	1027.64	3.33	16.06	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2400	0.0149	0.000842	0.084591	
24+351.09	973.68	973.68	980.86	1023.68	7.18	20.02	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2400	0.0149	0.000842	0.125547	
26+777.08	974.05	974.05	978.61	1024.05	4.76	19.65	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2400	0.0149	0.000842	0.114722	
26+964.66	974.78	974.78	978.65	1024.78	3.87	18.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2400	0.0149	0.000842	0.028593	
27+048.74	978.04	978.04	978.58	1028.04	0.54	15.66	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.2400	0.0149	0.000842	0.158009	
						SUMA TOTAL			27,048.74								15.12

Propuesta de Solución Epoca de Estiaje. Acueducto Paredes

Alternativa 4. Fuentes funcionando: Galería Filtrante y pozos Santa Barbara I y II. No es necesario derivar al acueducto Mascareñas.

- Notas:
- La rugosidad de la tubería se calculó a partir de las mediciones de campo.
 - En el presente análisis se considera que la línea piezométrica tiene inicio en el km 0+000.
 - El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 90 lps (gasto teórico que produce la Galería en época de estiaje) y los gastos recomendados de los pozos Santa Barbara I (70 lps) y Santa Barbara II (80 lps). Se considera que no halla derivación de gasto al Acueducto Mascareñas, y que las Norias VII y IV no operen.
 - Para esta condición de funcionamiento no es necesario que trabaje la Planta de Bombeo Booster.
 - Para este análisis del km 0+000 al km 1+960.65 la tubería trabaja como canal

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

**ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL ACUEDUCTO MASCAREÑAS
(ÉPOCA DE ESTIAJE)**

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION																		
GASTO A CONDUCIR	GASTO CONDUCCION ACUM.	DIAMETRO DE LA TUBERIA	RUGOSIDAD "ε"	LONGITUD TOTAL	VISCOSIDAD CINEMATICA	NUMERO DE REYNOLDS	VELOCIDAD	COEF. DE FRICCION "f"	AREA DE SECCION	OBRA DE CAPTACION								
											20.00	25.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
Q=	34.00	187.40	25.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00								
Qacum=	34.00	222.60	247.60	247.60	247.60	247.60	247.60	247.60	247.60	247.60								
D=	0.41	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76								
ε=	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090								
L=	221.32	90.74	1,159.14	304.36	615.95	3,439.43	m											
ν=	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	cm ² /seg.											
R=	108.8E+3	170.8E+3	371.9E+3	413.8E+3	455.7E+3	500.9E+3												
V=	26.26	42.10	48.84	54.45	59.98	65.91	cm/seg.											
f=	0.01890	0.01760	0.01618	0.01498	0.01460	0.01463												
A=	1,294.62	1,294.62	4,538.47	4,538.47	4,538.47	4,538.47	cm ²											
NORIA II NORIA I UNION ACU. POZO 8 POZO 3 POZO 5																		
DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA TRABAJO ESTATICA (m)	LONG. OBTUO (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	DIAMETRO (pulg)	AHID (m ²)	PERMOJ (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S Hidraulica	hf	OBSERVACIONES

Propuesta de Solución Epoca de Estiaje. Acueducto Mascareñas

Alternativa 1.1. Fuentes funcionando: Noria II, Noria I, Pozo 8, Pozo 3, Pozo 5 e incorporándose un Q=167.50 lps del acueducto Paredes.

PERDIDAS = hf = f (L/D) (V ² /2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"																		
0+461.28	929.37	929.37	980.72	979.37	51.35	221.32	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1287	1.28	0.1016	0.26	0.0340	0.0189	0.000163	0.0360	Inc. Noria II
0+682.60	928.37	928.37	980.68	978.37	52.31	90.74	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.42	0.0345	0.0176	0.000390	0.0354	Inc. Noria I
0+773.34	927.62	927.62	980.65	977.62	53.03	25.23	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.49	0.2220	0.0152	0.000241	0.0081	Interconexión a A. Paredes
0+798.57	928.23	928.23	980.64	978.23	52.41	48.60	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.49	0.2220	0.0152	0.000241	0.0117	
0+847.17	930.43	930.43	980.63	980.43	50.20	39.95	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.49	0.2220	0.0152	0.000241	0.0086	
0+887.12	932.93	932.93	980.62	982.93	47.69	43.07	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.49	0.2220	0.0152	0.000241	0.0104	
0+930.20	933.09	933.09	980.61	983.09	47.52	126.21	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.49	0.2220	0.0152	0.000241	0.0304	
1+056.41	931.15	931.15	980.58	981.15	49.43	95.78	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.49	0.2220	0.0152	0.000241	0.0230	
1+152.19	931.70	931.70	980.56	981.70	48.68	271.81	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.49	0.2220	0.0152	0.000241	0.0654	
1+424.00	930.67	930.67	980.48	980.67	49.82	50.05	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.49	0.2220	0.0152	0.000241	0.0125	
1+475.87	929.38	929.38	980.48	980.67	49.82	51.36	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.49	0.2220	0.0152	0.000241	0.0230	
1+635.81	928.71	928.71	980.44	979.36	51.73	51.87	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.49	0.2220	0.0152	0.000241	0.0654	
1+756.96	929.25	929.25	980.41	978.25	52.16	159.94	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.49	0.2220	0.0152	0.000241	0.0125	
1+918.54	927.67	927.67	980.37	977.67	52.70	121.18	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.49	0.2220	0.0152	0.000241	0.0292	
1+932.48	927.14	927.14	980.37	977.14	53.23	181.56	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.49	0.2220	0.0152	0.000241	0.0389	
2+016.51	927.84	927.84	980.35	977.84	52.41	13.94	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.49	0.2220	0.0152	0.000241	0.0034	Inc. Pozo 8
2+212.09	936.19	936.19	980.29	986.19	44.10	84.03	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.54	0.2470	0.0150	0.000294	0.0247	
2+236.84	937.46	937.46	980.28	987.46	42.82	195.58	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.54	0.2470	0.0150	0.000294	0.0574	
2+287.39	947.40	947.40	980.26	987.40	32.86	24.75	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.54	0.2470	0.0150	0.000294	0.0073	Inc. Pozo 3
2+640.74	954.58	954.58	980.14	1004.58	25.58	50.55	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.60	0.2720	0.0148	0.000352	0.0178	
2+652.79	970.89	970.89	980.06	1020.89	9.83	353.35	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.60	0.2720	0.0148	0.000352	0.1244	
3+093.09	951.86	951.86	979.96	1001.86	28.10	212.05	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.60	0.2720	0.0148	0.000352	0.0747	
3+136.79	945.28	945.28	979.94	995.29	34.65	240.30	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.1011	
3+199.61	951.00	951.00	979.92	1001.00	28.92	43.70	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0184	
3+478.06	965.68	965.68	979.80	1015.68	14.12	62.82	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0264	
3+589.55	949.48	949.48	979.75	999.48	30.27	87.44	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0368	
						110.49	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0465	

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
GASTO A CONDUCCIR	Q = 34.30
GASTO CONDUCCIDO ACUM.	Qacum = 34.30
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D = 0.41
RUGOSIDAD "e"	e = 0.090
LONGITUD TOTAL	L = 221.32
VISCOSIDAD CINEMATICA	v = 0.0100
NUMERO DE REYNOLDS	Re = 108.0E+3
VELOCIDAD	V = 28.28
COEF. DE FRICCIÓN "f"	f = 0.01890
AREA DE SECCION	A = 1.284.62
OBRA DE CAPTACION	NORIA II UNION ACU. POZO 8

25.00	27.00	29.00
197.50	23.00	27.00
222.50	247.00	258.00
0.78	0.78	0.78
0.090	0.090	0.090
615.95	3.439.43	304.36
0.0100	0.0100	0.0100
455.7E+3	500.0E+3	
59.96	65.91	cm/seg.
0.01480	0.01463	
4.536.47	4.536.47	cm2
POZO 3	POZO 8	POZO 5

Para encontrar e valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $1/f \cdot (1/2) = -2 \log \left(\frac{ED}{3.71 + (2.51 / \text{Re}) \cdot (f \cdot (1/2))} \right)$



DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA		LON- GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	DIAMETRO (pulg)	AHID (m2)	PERMOJ. (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES
				TRABAJO (m)	ESTATICA (m)													
4+178.28	978.00	978.00	1028.00	1.51	2.56	28.07	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0118	
4+224.37	980.90	979.19	1029.19	0.30	1.37	45.09	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0190	
4+272.09	983.48	979.19	1029.19	0.28	1.37	47.72	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0201	
4+373.37	982.31	979.19	1029.19	0.23	1.37	101.28	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0426	
4+503.00	985.60	979.19	1029.19	0.18	1.37	129.63	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0545	
4+561.99	983.81	979.19	1029.19	0.15	1.37	58.99	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0248	Cima en el Cerro
4+586.18	979.19	979.19	1029.19	0.11	1.37	24.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0102	Inicia Tunnel
4+673.37	989.19	979.19	1029.19	0.11	1.37	87.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0367	
4+710.32	983.68	979.19	1029.19	0.09	1.37	36.95	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0155	
4+760.28	979.17	979.17	1029.17	0.09	1.39	49.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0210	Termina Tunnel
4+783.54	973.19	973.19	1023.19	0.06	7.37	33.26	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0140	Cambio de Clase de tubería
4+887.27	988.77	979.22	1018.77	10.45	11.79	73.73	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0310	
4+820.20	967.15	967.15	1017.15	12.04	13.41	52.93	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0223	
5+006.39	964.06	964.06	1014.06	15.10	16.50	86.19	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0363	
5+900.16	972.89	972.89	1022.89	5.92	7.67	125.16	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0528	
5+960.40	972.00	972.00	1022.00	6.79	8.56	60.24	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0253	
6+020.57	974.05	974.05	1024.05	4.71	6.51	60.17	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0253	
6+157.07	974.78	974.78	1024.78	3.92	5.76	136.50	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0574	
6+292.22	978.04	978.04	1028.04	0.61	2.82	135.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.66	0.2990	0.0146	0.000421	0.0569	
SUMA 5.830.94																		

- Notas:
- La rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo.
 - Es necesario abrir un tejo sobre el acueducto del km 4+224.37 al km 4+586.18. El Acueducto pasa por un tunel que inicia en el km 4+586.18 y termina en el km 4+746.72.
 - Se debe construir un tramo del acueducto con un diametro de 30" entre los km 0+773.34 y 1+932.48.
 - La solución al acueducto Mascareñas considera sacar de funcionamiento los Pozos Alamiro, Casitas 2 y Casitas 1, ademas del Rebombao Malvinas I.
 - Para esta condición de funcionamiento se incorpora en el km 0+773.34 un Q=167.50 lps del acueducto Paredes.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \log ((E/D) \cdot 3.71 + (2.51 / Re) \cdot (f \cdot (1/2)))$

DATOS POR OBRA DE CAPTACION	
Q =	20.60 201.60 25.00 26.90 27.00 l.p.s.
Qocurr =	34.30 201.60 25.00 209.00 281.90 333.00 l.p.s.
D =	0.41 0.76 0.76 0.76 0.76 m
e =	0.090 0.090 0.090 0.090 0.090 mm
L =	221.32 80.74 1,159.14 304.36 815.95 3,439.43 m
v =	0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 cm ² /seg.
R =	108.8E+3 170.9E+3 428.9E+3 470.9E+3 512.6E+3 557.9E+3
v =	28.26 42.10 58.43 61.94 67.45 73.41 cm/seg.
f =	0.01890 0.01760 0.01489 0.01473 0.01460 0.01445
A =	1,294.62 1,294.62 4,536.47 4,536.47 4,536.47 4,536.47 cm ²

NORIA II NORIA I UNION ACU. POZO 8 POZO 3 POZO 5



DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA		LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA (m)	DIAMETRO (m)	DIAMETRO (pulg)	AHID (m ²)	PERMOJ (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidráulica	Mf	OBSERVACIONES
					TRABAJO (m)	ESTATICA (m)													

Propuesta de Solución Epoca de Estilaje. Acueducto Mascareñas

ALTERNATIVA 2.1. Fuentes funcionando: Noria II, Noria I, Pozo 8, Pozo 3, Pozo 5 e incorporándose un Q=201.50 lps del acueducto Paredes.																				
0+461.28	929.37	929.37	981.22	979.37	51.85															Inc. Noria II
0+682.60	928.37	928.37	981.18	978.37	52.81	52.85	221.32	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.26	0.0340	0.0189	0.000163	0.0360		Inc. Noria I
0+778.57	927.62	927.62	981.15	977.62	53.53	53.80	90.74	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1287	1.28	0.1016	0.42	0.0545	0.0176	0.000390	0.0354		Interconexión a A. Paredes
0+847.17	928.23	928.23	981.14	978.23	52.91	52.99	25.23	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.56	0.2560	0.0149	0.000314	0.0079		
0+887.12	930.43	930.43	980.43	980.43	50.70	50.79	48.60	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.56	0.2560	0.0149	0.000314	0.0153		
0+930.20	932.93	932.93	981.11	982.93	48.18	48.29	39.95	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.56	0.2560	0.0149	0.000314	0.0125		
1+056.41	933.09	933.09	981.10	983.09	48.01	48.13	43.07	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.56	0.2560	0.0149	0.000314	0.0135		
1+152.19	931.15	931.15	981.06	981.15	49.91	50.07	126.21	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.56	0.2560	0.0149	0.000314	0.0398		
1+424.00	931.70	931.70	981.03	981.70	49.33	49.52	95.78	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.56	0.2560	0.0149	0.000314	0.0301		
1+475.87	930.67	930.67	980.94	980.67	50.27	50.55	271.81	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.56	0.2560	0.0149	0.000314	0.0853		
1+635.81	929.36	929.36	980.93	979.36	51.57	51.86	51.87	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.56	0.2560	0.0149	0.000314	0.0163		
1+756.98	928.71	928.71	980.88	978.71	52.17	52.51	159.94	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.56	0.2560	0.0149	0.000314	0.0502		
1+918.54	928.25	928.25	980.84	978.25	52.59	52.97	121.18	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.56	0.2560	0.0149	0.000314	0.0360		
1+932.48	927.67	927.67	980.79	977.67	53.12	53.55	161.56	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.56	0.2560	0.0149	0.000314	0.0507		
2+016.51	927.14	927.14	980.78	977.14	53.64	54.08	13.94	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.56	0.2560	0.0149	0.000314	0.0044		
2+212.09	927.94	927.94	980.75	977.94	52.81	53.28	84.03	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.56	0.2560	0.0149	0.000314	0.0314		Inc. Pozo 8
2+236.84	936.19	936.19	980.68	986.19	44.49	45.03	195.58	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.62	0.2810	0.0147	0.000374	0.0093		
2+267.39	937.46	937.46	980.65	987.46	43.21	43.76	24.75	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.62	0.2810	0.0147	0.000374	0.0072		
2+640.74	947.40	947.40	980.65	987.40	33.25	33.82	50.55	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.62	0.2810	0.0147	0.000374	0.0089		Inc. Pozo 3
2+652.79	954.58	954.58	980.49	1004.58	25.91	26.64	353.35	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.67	0.3060	0.0145	0.000440	0.0222		
3+093.09	970.89	970.89	980.40	1020.89	9.51	10.33	212.05	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.67	0.3060	0.0146	0.000440	0.1554		
3+138.79	951.86	951.86	980.28	1001.86	28.42	29.36	240.30	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.67	0.3060	0.0146	0.000440	0.0932		
3+189.61	945.29	945.29	980.25	995.29	34.96	35.93	43.70	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.1238		
3+479.06	951.00	951.00	980.22	1001.00	29.22	30.22	62.82	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0225		
3+589.55	965.68	965.68	980.08	1015.68	14.40	15.54	87.44	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0324		
	949.48	949.48	980.02	999.48	30.54	31.55	110.49	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0451		

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

GASTO A CONDUCIR	Q = 34.90	20.50	25.00	27.00 l.p.s.
GASTO CONDUCCION ACUM.	Qacum = 34.90	205.00	251.00	277.00 l.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D = 0.41	0.76	0.76	0.76 m
RUGOSIDAD "e"	e = 0.090	0.090	0.090	0.090 mm
LONGITUD TOTAL	L = 221.32	90.74	1,159.14	3,043.38 m
VISCOSIDAD CINEMATICA	v = 0.0100	0.0100	0.0100	0.0100 cm ² /seg.
NUMERO DE REYNOLDS	Re = 106.8E+3	170.8E+3	470.8E+3	512.8E+3
VELOCIDAD	V = 26.26	42.10	58.43	61.84 cm/seg.
COEF. DE FRICCION "f"	f = 0.01890	0.01760	0.01489	0.01473
AREA DE SECCION	A = 1,294.62	1,294.62	4,536.47	4,536.47 cm ²
OBRA DE CAPTACION	NORIA II	NORIA I	UNION ACU.	POZO 8
				POZO 3
				POZO 5

Para encontrar e valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \log ((ED)/3.71 + (2.51 / (Re \cdot (f \cdot (1/2))))$



PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA		LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMO. (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES	
					TRABAJO (m)	ESTATICA (m)			(m)	(pulg)										
4+179.28	978.00	978.00	979.72	1028.00	1.72	3.03	28.07	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0145		
4+224.37	980.90	979.19	979.69	1028.19	0.50	1.84	45.09	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0232		
4+272.09	983.48	979.19	979.67	1029.19	0.48	1.84	47.72	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0246		
4+373.37	982.31	979.19	979.62	1029.19	0.43	1.84	101.28	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0522		
4+603.00	985.60	979.19	979.55	1029.19	0.36	1.84	129.63	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0522		
4+561.99	983.81	979.19	979.52	1029.19	0.33	1.84	58.99	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0668	Cima en el Cerro	
4+586.18	979.19	978.19	979.51	1029.19	0.32	1.84	24.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0304		
4+673.37	995.19	978.19	979.46	1029.19	0.27	1.84	87.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0125	Inicia Tunel	
4+710.32	993.68	979.19	979.44	1029.19	0.25	1.84	36.95	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0449		
4+760.28	979.17	979.17	979.42	1029.17	0.25	1.86	49.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0190		
4+793.54	973.19	973.19	979.40	1023.19	6.21	7.84	33.26	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0257	Termina Tunel	
4+867.27	968.77	968.77	979.36	1018.77	10.59	12.26	73.73	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0171		
4+820.20	967.15	967.15	979.33	1017.15	12.18	13.88	52.93	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0380	Cambio de Clase de tubería	
5+006.39	964.06	964.06	978.29	1014.06	15.23	16.97	66.19	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0273		
5+900.16	972.89	972.89	978.67	1022.89	5.98	8.14	125.16	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0444		
5+980.40	972.00	972.00	978.84	1022.00	6.84	9.03	60.24	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0645		
6+020.57	974.05	974.05	978.80	1024.05	4.75	6.98	60.17	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0310		
6+157.07	974.78	974.78	978.73	1024.78	3.95	6.25	136.50	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0310		
6+292.22	978.04	978.04	978.66	1028.04	0.62	2.99	135.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1805	0.73	0.3330	0.0145	0.000515	0.0703		
							SUMA												2.4321	

- Notas:
- La rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo.
 - Es necesario abrir un tajo sobre el acueducto del km 4+224.37 al km 4+586.18. El Acueducto pasa por un tunel que inicia en el km 4+586.18 y termina en el km 4+746.72
 - Se debe construir un tramo del acueducto con un diametro de 30" entre los km 0+773.34 y 1+932.48.
 - La solución al acueducto Mascareñas considera sacar de funcionamiento los Pozos Alamo, Casitas 2 y Casitas 1, además del Rebombao Malvinas I.
 - Para esta condición de funcionamiento se incorpora en el km 0+773.34 un Q=201.50 lps del acueducto Paredes.

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

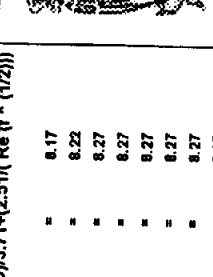
**ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL ACUEDUCTO PAREDES
(ÉPOCA DE LLUVIAS)**

Cuadro 5.4 Alternativas de Operación para los Acueductos Paredes y Mascareñas en Época de Lluvias

Alternativa	Obras de Captación del Acueducto Paredes										Aortación propia Paredes Ips	Derivación a Mascareñas Ips	Gasto Total Ips	Pérdidas en línea (fricción) m	Rebombeo Requerido m			
	Galería Filtrante	Noria VII	Noria IV	Sta. Bárbara I	Sta. Bárbara II	Sta. Bárbara III	Sta. Bárbara IV	Sta. Bárbara III	Sta. Bárbara IV	Sta. Bárbara IV								
	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips	m	m			
Época de Lluvias																		
1	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	293.40	293.40	32.53	11.10				
2	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	301.40	301.40	29.99	8.60				
3	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	311.40	311.40	30.74	9.35				
4	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	393.40	393.40	40.44	19.05				
5	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	401.40	401.40	38.06	16.70				
6	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	411.40	411.40	39.06	17.70				
7	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	413.40	413.40	49.10	27.80				
8	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	413.40	413.40	47.81	26.40				
9	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	423.40	423.40	48.87	27.50				
10	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	431.40	431.40	46.09	24.70				
11	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	513.40	513.40	59.62	38.25				
12	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	543.40	543.40	67.92	46.55				
13	235.00	30.00	32.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	235.00	235.00	21.89	0.00				
14	231.40	30.00	32.00	70.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	443.40	443.40	56.86	35.50				
Época de Lluvias																		
Obras de Captación del Acueducto Mascareñas																		
Alternativa	Noria II	Noria I	Intercon. C/Paredes	Pozo 8	Pozo 3	Pozo 5										Gasto Total Ips	Pérdidas en línea (fricción) m	Rebombeo Requerido m
	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips	Ips										Ips	m	m
	34.00	20.50	0.00	25.00	25.00	27.00										131.50	0.37	0.00
Epoca de Lluvias																		
UNICA	34.00	20.50	0.00	25.00	25.00	27.00										131.50	0.37	0.00

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1/f \cdot (1/2) = -2 \log ((ED)/3.71 + (2.51/(Re \cdot f^{1/4})))$



DATOS POR OBRA DE CAPTACION										
Q	251.40	361.93	513.06	664.19	815.32	966.45	1117.58	1268.71	1419.84	
Caudal	251.40	361.93	513.06	664.19	815.32	966.45	1117.58	1268.71	1419.84	
D	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	
L	1,599.56	759.56	7,791.36	1,071.36	6,810.48	1,012.11	916.04	7,086.27	0.000 mm	
NUERO DE REYNOLDS	483.0E+3	545.6E+3	612.4E+3	612.4E+3	612.4E+3	612.4E+3	612.4E+3	612.4E+3	0.0100 cm ² /seg.	
VELOCIDAD	79.18	89.44	100.39	100.39	100.39	100.39	100.39	100.39	100.39 cm/seg.	
COEF. DE FRICCIÓN "f"	0.01488	0.01480	0.01483	0.01483	0.01483	0.01483	0.01483	0.01483	0.01483	
AREA DE SECCION	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47 cm ²	
OBRA DE CAPTACION	GALERIA NORIA VII		NORIA IV		STA B I		STA B II		POZO P 1 POZO P 2 UNION ACU.	

PERDIDAS = hf = f(L/D)(V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN K+M	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION DE PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTATICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	DIAMETRO (pulg)	AHID (m ²)	PERMIO (m)	RHID (m)	VEL (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidráulica	hf	OBSERVACIONES
0+000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1050.00	0.00	0.00												INICIO EN GALERIA FILTRAN.
0+102.34	999.95	999.95	999.92	1049.95	-0.03	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0160	0.000787	0.080571	
1+899.56	995.42	995.42	995.74	1046.42	3.32	4.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.470412	INC. NORIA VII
1+960.65	994.81	994.81	998.38	1044.81	3.57	5.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2614	0.0148	0.000993	0.358412	
2+358.12	992.67	992.67	997.89	1042.67	5.32	7.33	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2614	0.0148	0.000993	0.003970	INC. NORIA IV
2+614.91	991.81	991.81	997.67	1041.81	5.86	8.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.316186	
10+160.48	988.14	988.14	988.36	1018.14	20.22	31.86	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	1.330530	Inc. Pozo Sta. Barbara I
10+158.37	967.82	967.82	968.36	1017.82	20.53	32.18	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.009753	
11+221.84	960.85	960.85	967.03	1010.85	26.18	7.99	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.003609	Inc. Pozo Sta. Barbara II
18+032.32	941.32	941.32	978.61	1014.68	22.08	35.32	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.272267	
18+097.03	941.57	941.57	978.53	991.57	37.29	58.88	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.060656	Pozo de Proyecto No. 1
18+830.00	941.52	941.52	978.00	991.52	36.48	58.43	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.079959	
19+044.43	937.55	937.55	977.36	1007.55	38.81	64.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.053687	Pozo de Proyecto No. 2
19+062.88	936.06	936.06	975.67	1006.06	40.61	63.94	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.695253	
19+982.47	927.92	927.92	976.23	997.92	48.61	72.38	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.017516	Interconexión a A. Mascareñas
20+034.95	930.43	930.43	976.14	1000.43	45.71	69.57	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.089594	
20+613.13	930.67	930.67	976.42	1000.67	44.75	68.33	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0148	0.001236	0.335988	Der. R. Malvinas I (cancelada)
20+665.00	929.36	929.36	975.36	999.36	46.00	70.64	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.064117	
22+467.81	938.91	938.91	973.13	1008.91	33.22	60.09	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.061806	P.B. Tipo Booster
22+583.15	943.63	943.63	972.99	993.63	29.36	56.37	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.142574	
24+214.90	977.64	977.64	970.87	1027.64	-6.67	22.36	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.194231	
26+964.86	974.78	974.78	967.57	1024.78	-7.21	25.22	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.231867	
27+048.74	978.04	978.04	967.47	1028.04	-10.57	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.103933	
																		32.53

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época)
 Alternativa 1. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, Noria VII y Noria IV.

Notas:
 • La rugosidad de la tubería se calculó a partir de las mediciones de campo.
 • El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias), la Noria VII 30.0 lps y la Noria IV 32.0 lps.
 • Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas.
 • Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P.B. Booster eleve la carga 11.10 m.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \log ((D/3.71) \cdot \sqrt{2.51 / (Re \cdot (f \cdot (1/2)))})$



DATOS POR OBRA DE CAPTACION		GALERIA NORIA VII		GALERIA NORIA IV		POZO P 1		POZO P 2		UNION ACU.	
Q=	251.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Qcum=	251.40	251.40	251.40	251.40	251.40	251.40	251.40	251.40	251.40	251.40	251.40
D=	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
L=	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
V=	1.599.56	759.56	1.071.36	6.810.46	1.012.11	918.04	7.086.27	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
N=	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	629.1E+3	629.1E+3	629.1E+3	629.1E+3	629.1E+3	629.1E+3	629.1E+3	629.1E+3
V=	79.18	79.18	103.13	103.13	103.13	103.13	103.13	103.13	103.13	103.13	103.13
f=	0.01498	0.01498	0.01498	0.01498	0.01498	0.01498	0.01498	0.01498	0.01498	0.01498	0.01498
A=	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47

PERDIDAS = hf = f(L/D)(V/2g) SEGUN "DARCY- WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADICA (m)	LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		PERMEO. (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m3/s)	f Darcy	s hidráulica	OBSERVACIONES
								(m)	(pulg)							
0+000.00	1000.00	1000.00	1060.00	0.00	0.00	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.060571
0+102.34	999.95	999.95	999.92	-0.03	0.05	597.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.470412
1+689.56	995.42	995.42	998.74	3.32	4.58	361.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.284281
1+960.65	994.81	994.81	998.46	3.65	5.19	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.003149
2+359.12	992.67	992.67	998.14	5.47	7.33	255.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.201380
2+514.91	991.81	991.81	997.94	6.13	8.19	1.078.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	0.78	0.2314	0.0150	0.000787	0.847420
10+150.48	988.14	988.14	992.01	3.87	31.88	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.010271
10+158.37	967.82	967.82	992.00	24.18	32.18	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.0003801
90+65	960.85	960.85	990.81	29.78	39.15	220.26	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.286728
11+442.10	964.68	964.68	990.33	25.65	35.32	40.43	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.063878
18+032.32	941.32	941.32	991.75	991.32	40.43	58.68	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.084237
18+097.03	941.57	941.57	981.66	991.57	40.09	58.43	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.056549
18+530.00	941.52	941.52	991.10	991.52	39.58	58.48	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.063878
18+044.43	937.55	937.55	990.43	1097.55	42.88	63.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.056549
19+506.88	936.06	936.06	979.70	1005.06	43.64	63.94	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.063878
19+862.47	927.62	927.62	979.24	997.62	51.61	72.38	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.0732180
20+034.95	930.43	930.43	979.14	1000.43	48.71	69.57	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.018446
20+613.13	930.67	930.67	978.39	1000.67	47.72	69.33	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.094352
20+665.00	929.36	929.36	978.32	999.36	48.96	70.64	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.353834
22+467.81	939.81	939.81	975.87	1009.81	36.06	60.08	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.067523
22+583.15	943.63	943.63	975.82	993.63	32.19	56.37	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.085088
24+214.90	977.64	977.64	973.70	1027.64	-3.94	22.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.150146
26+564.66	974.78	974.78	970.12	1024.78	-4.66	25.22	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.194016
27+048.74	978.04	978.04	970.01	1028.04	-8.03	21.96	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.244182
						84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.109453
						27.04874										28.99

Notas: • La rugosidad de la tubería se calculó a partir de las mediciones de campo.
 • El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias) y el pozo Santa Barbara I de 70.0 lps
 • Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas.
 • Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P.B. Booster eleve la carga 8.60 m.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1 / (f \cdot (V/2g)) = -2 \log ((ED)/3.71 + 2.51 / (Re \cdot (f \cdot (V/2g))))$



DATOS POR OBRA DE CAPTACION		Q =	Q _{max}	Q _{min}	Q _{med}	Q _{max}	Q _{min}
GASTO A CONDUCIR		251.40	331.40	251.40	251.40	331.40	251.40
GASTO CONDUCIDO ACUM.		0.00	331.40	0.00	0.00	331.40	0.00
DIAMETRO DE LA TUBERIA		0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
LONGITUD TOTAL		0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080
VELOCIDAD "v"		1.59556	7.9136	1.07136	1.07136	7.9136	1.07136
LONGITUD CINEMATICA		0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
NUMERO DE REYNOLDS		483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3
VELOCIDAD		79.18	79.18	79.18	79.18	79.18	79.18
COEF. DE FRICCIÓN "f"		0.01498	0.01498	0.01498	0.01498	0.01498	0.01498
AREA DE SECCION		2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47	2.922.47
OBRA DE CAPTACION		GALERIA	NORIA VII	NORIA IV	STA B I	STA B II	POZO P 1 UNION ACU.

PERDIDAS = hf = f (L/D) (V/2g)² SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADICA		LONGITUD GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AMID (m ²)	PERIMU (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES
					(m)	(m)			(m)	(pulg)									
0+000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1050.00	0.00	0.00													
0+102.34	999.95	999.95	999.92	1049.95	-0.03	0.05	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.080571	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
1+598.56	995.42	995.42	998.74	1045.42	3.32	4.58	597.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.470412	INC. NORIA VII
1+990.85	994.81	994.81	998.46	1044.81	3.65	5.19	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.284281	
2+358.12	992.67	992.67	998.14	1042.87	5.47	7.33	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.003149	INC. NORIA IV
2+614.91	991.81	991.81	997.94	1041.81	6.13	8.19	256.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.201380	
10+180.48	988.14	988.14	992.01	1018.14	23.87	31.86	1078.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.78	0.2314	0.0150	0.000787	0.847420	Inc. Pozo Sta. Barbara I
10+158.37	967.82	967.82	992.00	1017.82	24.18	32.18	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.066212	
11+221.64	960.85	960.85	991.17	1010.85	30.32	38.16	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.002289	Inc. Pozo Sta. Barbara II
11+442.10	964.68	964.68	990.86	1014.68	26.18	35.32	220.26	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.07	0.3114	0.0145	0.001384	0.304812	
18+032.32	941.32	941.32	981.74	991.32	40.42	58.88	49.07	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.07	0.3114	0.0145	0.001384	0.067907	Pozo de Proyecto No. 1
18+097.03	941.57	941.57	981.65	991.57	40.08	58.43	64.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.07	0.3114	0.0145	0.001384	0.089550	
18+630.00	941.52	941.52	981.05	991.52	39.53	58.48	43.44	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.07	0.3114	0.0145	0.001384	0.060115	Pozo de Proyecto No. 2
18+044.43	937.65	937.65	980.34	1007.55	42.79	62.45	216.25	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.07	0.3114	0.0145	0.001384	0.299262	
19+606.88	936.06	936.06	979.56	1006.06	43.50	63.94	562.45	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.07	0.3114	0.0145	0.001384	0.778359	Interconexión a A. Mascareñas
18+862.47	927.82	927.82	979.07	997.82	51.45	72.38	14.17	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.07	0.3114	0.0145	0.001384	0.019609	
20+034.95	930.43	930.43	978.97	1000.43	48.54	69.57	72.48	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.07	0.3114	0.0145	0.001384	0.003003	
20+813.13	930.67	930.67	978.17	1000.67	47.50	69.33	271.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.07	0.3114	0.0145	0.001384	0.376150	
20+665.00	929.36	929.36	978.10	999.36	48.74	70.64	51.87	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.07	0.3114	0.0145	0.001384	0.071781	Der. R. Malvinas I (cancelada)
22+467.91	939.81	939.81	976.60	1009.81	36.69	60.09	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.07	0.3114	0.0145	0.001384	0.069194	P. B. Tipo Booster
22+583.15	943.63	943.63	975.44	993.63	31.81	56.37	115.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.07	0.3114	0.0145	0.001384	0.159616	
24+214.90	977.64	977.64	973.18	1027.64	-4.46	22.36	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.07	0.3114	0.0145	0.001384	0.206272	Cima del Cerro
26+364.66	974.78	974.78	969.38	1024.78	-5.40	25.22	167.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.07	0.3114	0.0145	0.001384	0.269581	
27+048.74	978.04	978.04	968.28	1028.04	-8.76	21.98	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.07	0.3114	0.0145	0.001384	0.116356	
							SUMA TOTAL				27,048.74							30.74	

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época) Alternativa 3. Fuentes funcionando: Galeria Filtrante y pozo Santa Barbara II.

- Notas:
- La rugosidad de la tubería se calculó a partir de las mediciones de campo.
 - El gasto transitado en la Galeria Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias) y el pozo Santa Barbara II de 80.0 lps.
 - Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas.
 - Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P.B. Booster eleve la carga 9.35 m.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION		CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA		CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA		CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA	
Q _o	Q _o	Q _o	Q _o	Q _o	Q _o	Q _o	Q _o
281.40	30.00	281.40	30.00	281.40	30.00	281.40	30.00
Q _o = 281.40	Q _o = 30.00	Q _o = 281.40	Q _o = 30.00	Q _o = 281.40	Q _o = 30.00	Q _o = 281.40	Q _o = 30.00
GASTO A CONDUCIR	281.40	30.00	281.40	30.00	281.40	30.00	281.40
GASTO CONDUCCION ACUM.	281.40	30.00	281.40	30.00	281.40	30.00	281.40
DIAMETRO DE LA TUBERIA	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
RUGOSIDAD "e"	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
LONGITUD TOTAL	1,589.56	7,791.36	1,071.36	6,010.48	1,012.11	918.04	7,086.27
VISCOSIDAD CINEMATICA	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
NUMERO DE REYNOLDS	483.0E+3	612.4E+3	612.4E+3	612.4E+3	716.8E+3	821.1E+3	821.1E+3
VELOCIDAD	79.18	89.44	100.39	100.39	117.50	134.61	134.61
COEF. DE FRICCION "f"	0.01498	0.01483	0.01483	0.01483	0.01463	0.01428	0.01428
AREA DE SECCION	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47
OBRA DE CAPTACION	GALERIA NORIA VII	NORIA IV	STA B I	STA B I	POZO P 1	POZO P 2	UNION ACU.

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $f = \frac{1}{(R)^{1/2}} = -2 \log \left(\frac{ED}{3.71 + 2.51 \sqrt{R}} \right) \text{Re} \left(\frac{R}{f} \right)^{1/2}$



PERDIDAS = H_f = f (L/D) (V/2g)² SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTÁTICA		LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERIMD (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulico	Hf	OBSERVACIONES
					TRABAJO ESTÁTICA (m)	ESTÁTICA (m)			(m)	(pulg)									
0+000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1050.00	0.00	0.00													
0+102.34	999.95	999.95	999.92	1049.95	-0.03	0.05	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0160	0.000787	0.000571	INC. NORIA FILTRAN.
1+698.66	986.42	986.42	986.74	1046.42	3.32	4.58	597.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.470412	INC. NORIA VII
2+358.12	994.81	994.81	998.38	1044.81	3.57	5.19	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2814	0.0148	0.000893	0.358412	
2+514.91	992.87	992.87	997.89	1042.87	5.32	7.33	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2614	0.0148	0.000933	0.003970	INC. NORIA IV
10+150.48	991.81	991.81	997.67	1041.81	5.86	8.19	255.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2834	0.0146	0.001236	0.316186	
10+158.37	988.14	988.14	988.36	1018.14	20.22	31.86	1,078.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2834	0.0146	0.001236	1.336530	Inc. Pozo Sta. Barbara I
11+442.10	967.82	967.82	968.35	1017.82	20.53	32.18	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2834	0.0146	0.001236	0.003609	Inc. Pozo Sta. Barbara II
18+032.32	960.88	960.88	967.03	1010.88	28.18	39.16	220.26	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2834	0.0146	0.001236	0.272267	Pozo de Proyecto No. 1
18+097.03	941.32	941.32	978.61	991.32	37.29	58.68	49.07	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2834	0.0146	0.001236	0.060656	Pozo de Proyecto No. 2
18+530.00	941.57	941.57	978.50	991.57	36.93	58.43	64.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.18	0.3434	0.0145	0.001672	0.108227	Interconexión a A. Mascareñas
18+044.43	941.52	941.52	977.78	991.52	36.26	58.48	43.44	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.18	0.3434	0.0145	0.001672	0.361675	Der. R. Malvinas I (cancelada)
19+606.68	937.85	937.85	976.82	1007.85	39.37	62.45	216.25	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.18	0.3434	0.0145	0.001672	0.112514	P.B. Tipo Booster
19+862.47	936.06	936.06	975.70	1006.06	39.64	63.94	562.45	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.108468	Clima del Cerro
20+034.95	927.62	927.62	974.83	987.62	47.31	72.38	14.17	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.250191	
20+813.13	930.43	930.43	974.77	1000.43	44.34	69.57	72.48	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.157221	
20+813.13	930.67	930.67	973.62	1000.67	42.86	69.33	271.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.589599	
20+665.00	929.36	929.36	973.40	999.36	44.04	70.64	51.87	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.112514	
22+467.81	939.91	939.91	969.49	1009.91	28.68	60.08	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.108468	
22+583.15	943.63	943.63	969.24	993.63	26.61	56.37	115.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.350191	
24+214.90	977.64	977.64	1027.64	1027.64	-11.94	22.36	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.323291	
26+564.66	974.78	974.78	959.74	1024.78	-15.04	25.22	187.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.406884	
27+048.74	978.04	978.04	959.66	1028.04	-18.48	21.96	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.35	0.3934	0.0143	0.002169	0.182383	
							SUMA TOTAL				27,048.74								40.44

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época)
Alternativa 4. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, Norias VII y IV y Pozos de Proyecto No. 1 y No. 2.

La rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo.
 El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias), las Norias VII y IV con 30 lps y 32 lps respectivamente y los Pozos de Proyecto 1 y 2 con 50.0 lps cada uno.
 Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas.
 Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P.B. Booster eleve la carga 19.05 m.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

GASTO A CONDUCIR	Q = 251.40	6.00	70.00	0.00	55.00	95.00	0.00 l.p.a.
GASTO CONDUCCION ACUM.	Qacum = 251.40	391.40	301.40	301.40	301.40	301.40	401.40 l.p.a.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D = 0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61 m
RUGOSIDAD "n"	n = 0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090 mm
LONGITUD TOTAL	L = 1,599.56	759.56	1,071.36	6,810.48	1,012.11	918.04	7,066.27 m
VISCOSIDAD CINEMATICA	ν = 0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100 cm ² /seg.
NUMERO DE REYNOLDS	R = 483.0E+3	483.0E+3	483.0E+3	628.1E+3	628.1E+3	628.1E+3	628.1E+3
VELOCIDAD	V = 79.18	79.18	79.18	103.13	120.24	137.35	137.35 cm/seg.
COEF. DE FRICCION "f"	f = 0.01498	0.01498	0.01498	0.01480	0.01480	0.01480	0.01480
AREA DE SECCION	A = 2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47 cm ²
OBRA DE CAPTACION	GALERIA NORIA VII	NORIA IV	STA B I	STA B II	POZO P 1	POZO P 2	UNION ACU.

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1 / (f \cdot (112)) = -2 \log ((ED) / (3.71 \cdot \sqrt{2.51 / (Re \cdot (f \cdot (112)))))$



PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTATICA		LONGITUD GITUDO (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		PERMEO. (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S Hidraulica	hf	OBSERVACIONES
					(m)	(m)			(m)	(pulg)								

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época)
Alternativa 5. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, Pozo Santa Barbara I y Pozos de Proyecto No. 1 y No. 2.

0+000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	0.00	0.00	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.000571	INICIO EN GALERIA FILTRAN.
0+102.34	999.95	999.95	999.92	1049.95	-0.03	0.06	597.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.470412	INC. NORIA VII
1+898.66	986.42	986.42	986.74	1046.42	3.32	4.58	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.284281	
1+960.65	994.81	994.81	998.46	1044.81	3.65	5.19	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.003149	INC. NORIA IV
2+368.12	992.87	992.87	998.14	1042.87	6.47	7.33	255.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.201380	
2+614.91	991.81	991.81	997.94	1041.81	6.13	8.19	1,076.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.947420	Inc. Pozo Sta. Barbara I
10+150.48	988.14	988.14	992.01	1018.14	23.87	31.98	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0148	0.001302	0.010271	
10+158.37	987.82	987.82	992.00	1017.82	24.18	32.18	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.003901	
11+221.84	980.85	980.85	990.81	1010.85	28.78	38.15	220.26	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.286728	Inc. Pozo Sta. Barbara II
11+442.10	964.68	964.68	990.33	1014.68	25.65	35.32	49.07	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0144	0.001745	0.112936	
18+832.32	941.32	941.32	981.76	991.32	40.43	68.68	64.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.20	0.3514	0.0144	0.001745	0.075814	Pozo de Proyecto No. 1
18+097.03	941.57	941.57	991.64	991.57	40.07	58.43	43.44	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.20	0.3514	0.0144	0.001745	0.377413	
18+030.00	941.52	941.52	990.88	991.52	39.36	58.48	582.45	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4014	0.0143	0.002254	1.267500	Pozo de Proyecto No. 2
19+005.88	937.55	937.55	978.98	1007.55	42.43	62.45	216.25	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4014	0.0143	0.002254	0.031933	Interconexión a A. Mascareñas
18+982.47	936.06	936.06	978.71	1006.06	42.65	63.94	562.45	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4014	0.0143	0.002254	0.163336	
20+034.95	927.82	927.82	977.81	997.82	60.29	72.38	14.17	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4014	0.0143	0.002254	0.335366	
20+813.13	930.43	930.43	977.75	1000.43	47.32	69.57	72.48	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4014	0.0143	0.002254	0.031933	
20+665.00	930.67	930.67	978.45	1000.67	45.78	69.33	271.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4014	0.0143	0.002254	0.163336	
22+467.81	929.36	929.36	976.33	999.36	46.97	70.64	51.87	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4014	0.0143	0.002254	0.116891	
22+583.15	938.91	938.91	972.27	1009.91	32.36	60.09	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4014	0.0143	0.002254	0.116891	
24+214.80	943.63	943.63	972.01	993.63	28.38	56.37	115.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4014	0.0143	0.002254	0.265923	P.B. Tipo Booster
24+214.80	977.84	977.84	968.33	1027.84	-9.31	25.32	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4014	0.0143	0.002254	0.335366	
26+964.66	974.78	974.78	962.78	1024.78	-12.65	25.22	187.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4014	0.0143	0.002254	0.335366	Clima del Cerro
27+048.74	978.04	978.04	961.84	1028.04	-16.10	21.96	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.38	0.4014	0.0143	0.002254	0.422711	
							27,048.74												
							SUMA TOTAL												38.06

Notas:

- La rugosidad de la tubería se calculó a partir de las mediciones de campo.
- El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias), el pozo Santa Barbara I de 70.0 lps y los Pozos de Proyecto 1 y 2 con 50.0 lps cada uno.
- Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas.
- Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P.B. Booster eleve la carga 16.70 m.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

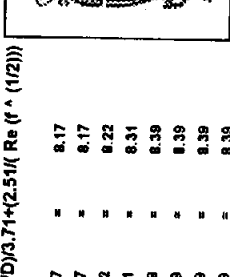
Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1/f \cdot (L/2g) = -2 \log((ED)/3.71 + 2.51/(Re \cdot (f/4)^{1/2}))$



DATOS POR OBRA DE CAPTACION		Q _{max}	Q _{prom}	Q _{med}	Q _{min}	Q _{0.95}	Q _{0.90}	Q _{0.85}	Q _{0.80}	Q _{0.75}	Q _{0.70}	Q _{0.65}	Q _{0.60}	Q _{0.55}	Q _{0.50}	Q _{0.45}	Q _{0.40}	Q _{0.35}	Q _{0.30}	Q _{0.25}	Q _{0.20}	Q _{0.15}	Q _{0.10}	Q _{0.05}	Q _{0.00}																																																																																																																																																																																																																			
GASTO A CONDUCIR		241.44	8.90	8.06	66.00	36.00	30.00	24.00	18.00	12.00	6.00	3.00	1.50	0.75	0.375	0.1875	0.09375	0.046875	0.0234375	0.01171875	0.005859375	0.0029296875	0.00146484375	0.000732421875	0.0003662109375	0.00018310546875	0.000091552734375	0.0000457763671875	0.00002288818359375	0.000011444091796875	0.0000057220458984375	0.00000286102294921875	0.000001430511474609375	0.0000007152557373046875	0.00000035762786865234375	0.000000178813934326171875	0.0000000894069671630859375	0.00000004470348358154296875	0.00000002235174179077146484375	0.000000011175870895387732296875	0.000000005587935447688867146484375	0.0000000027939677238444328234375	0.0000000013969838619222216617146484375	0.0000000006984919309611088867146484375	0.0000000003492459654805544328234375	0.000000000174622982740277216617146484375	0.0000000000873114913701386083580859375	0.000000000043655745685069304429296875	0.000000000021827872842534717146484375	0.0000000000109139364212673585859375	0.000000000005456968210867929296875	0.0000000000027284841054339646484375	0.00000000000136424205271723232296875	0.0000000000006821210263586161617146484375	0.000000000000341060513154308083580859375	0.00000000000017053025657715417146484375	0.0000000000000852651282885859375	0.0000000000000426325641429296875	0.00000000000002131628212146484375	0.000000000000010658101083580859375	0.00000000000000532905054429296875	0.0000000000000026645252717146484375	0.000000000000001332262635859375	0.0000000000000006661317929296875	0.0000000000000003330658646484375	0.00000000000000016653293232296875	0.00000000000000008326646484375	0.000000000000000041633232296875	0.00000000000000002081661617146484375	0.000000000000000010408308083580859375	0.0000000000000000052041429296875	0.00000000000000000260207146484375	0.0000000000000000013010358083580859375	0.000000000000000000650517929296875	0.000000000000000000325258646484375	0.0000000000000000001626293232296875	0.0000000000000000000813146484375	0.00000000000000000004065732296875	0.000000000000000000020328661617146484375	0.0000000000000000000101643308083580859375	0.0000000000000000000050821641429296875	0.00000000000000000000254108212146484375	0.00000000000000000000127054108212146484375	0.00000000000000000000063527054108212146484375	0.00000000000000000000031763527054108212146484375	0.000000000000000000000158816628517146484375	0.000000000000000000000079408308083580859375	0.0000000000000000000000397041429296875	0.00000000000000000000001985207146484375	0.00000000000000000000000992638646484375	0.000000000000000000000004963193232296875	0.00000000000000000000000248159661617146484375	0.000000000000000000000001240798308083580859375	0.000000000000000000000000620399154108212146484375	0.000000000000000000000000310199577054108212146484375	0.000000000000000000000000155099788263527054108212146484375	0.0000000000000000000000000775498941429296875	0.000000000000000000000000038774947054108212146484375	0.000000000000000000000000019387473527054108212146484375	0.00000000000000000000000000969373661617146484375	0.00000000000000000000000000484686828517146484375	0.0000000000000000000000000024234341429296875	0.000000000000000000000000001211717146484375	0.00000000000000000000000000060585859375	0.000000000000000000000000000302929296875	0.00000000000000000000000000015146484375	0.00000000000000000000000000007573232296875	0.0000000000000000000000000000378661617146484375	0.00000000000000000000000000001893308083580859375	0.00000000000000000000000000000946646484375	0.000000000000000000000000000004733232296875	0.00000000000000000000000000000236661617146484375	0.000000000000000000000000000001183308083580859375	0.000000000000000000000000000000591654108212146484375	0.000000000000000000000000000000295827054108212146484375	0.000000000000000000000000000000147913527054108212146484375	0.00000000000000000000000000000007395661617146484375	0.000000000000000000000000000000036978308083580859375	0.000000000000000000000000000000018489154108212146484375	0.00000000000000000000000000000000924457054108212146484375	0.00000000000000000000000000000000462228517146484375	0.000000000000000000000000000000002311429296875	0.0000000000000000000000000000000011557146484375	0.000000000000000000000000000000000577661617146484375	0.00000000000000000000000000000000028881617146484375	0.00000000000000000000000000000000144408083580859375	0.000000000000000000000000000000000722041429296875	0.0000000000000000000000000000000003610207146484375	0.00000000000000000000000000000000180510358083580859375	0.0000000000000000000000000000000009025517146484375	0.0000000000000000000000000000000004512763527054108212146484375	0.000000000000000000000000000000000225638661617146484375	0.0000000000000000000000000000000001128193232296875	0.00000000000000000000000000000000005909661617146484375	0.000000000000000000000000000000000029548308083580859375	0.000000000000000000000000000000000147741429296875	0.00000000000000000000000000000000007387054108212146484375	0.00000000000000000000000000000000003693527054108212146484375	0.0000000000000000000000000000000001846763527054108212146484375	0.000000000000000000000000000000000092338661617146484375	0.0000000000000000000000000000000000461693232296875	0.000000000000000000000000000000000023084661617146484375	0.0000000000000000000000000000000000115423232296875	0.0000000000000000000000000000000000057711617146484375	0.00000000000000000000000000000000000288558083580859375	0.0000000000000000000000000000000000144279296875	0.0000000000000000000000000000000000072139661617146484375	0.0000000000000000000000000000000000360693232296875	0.000000000000000000000000000000000018034661617146484375	0.000000000000000000000000000000000009017308083580859375	0.000000000000000000000000000000000004508654108212146484375	0.000000000000000000000000000000000002254327054108212146484375	0.00000000000000000000000000000000001127163527054108212146484375	0.0000000000000000000000000000000000057358661617146484375	0.00000000000000000000000000000000000286793232296875	0.000000000000000000000000000000000014339661617146484375	0.0000000000000000000000000000000000071698308083580859375	0.0000000000000000000000000000000000035849154108212146484375	0.00000000000000000000000000000000001792457054108212146484375	0.00000000000000000000000000000000000896228517146484375	0.0000000000000000000000000000000000044811429296875	0.00000000000000000000000000000000000224058661617146484375	0.0000000000000000000000000000000000112029296875	0.00000000000000000000000000000000000560146484375	0.00000000000000000000000000000000000280073232296875	0.000000000000000000000000000000000014003661617146484375	0.0000000000000000000000000000000000070018308083580859375	0.0000000000000000000000000000000000035009154108212146484375	0.000000000000000000000000000000000001750457054108212146484375	0.00000000000000000000000000000000000875228517146484375	0.0000000000000000000000000000000000043761617146484375	0.00000000000000000000000000000000000218808358083580859375	0.00000000000000000000000000000000001094041429296875	0.000000000000000000000000000000000005470207146484375	0.00000000000000000000000000000000000273510358083580859375	0.000000000000000000000000000000000013675517146484375	0.000000000000000000000000000000000006837763527054108212146484375	0.0000000000000000000000000000000000034188661617146484375	0.0000000000000000000000000000000000170943232296875	0.0000000000000000000000000000000000085471617146484375	0.00000000000000000000000000000000000427358083580859375	0.0000000000000000000000000000000000021369296875	0.0000000000000000000000000000000000106846484375	0.00000000000000000000000000000000000534232296875	0.0000000000000000000000000000000000026711617146484375	0.0000000000000000000000000000000000133558083580859375	0.0000000000000000000000000000000000066779296875	0.000000000000000000000000000000000003338661617146484375	0.000000000000000000000000000000000016693232296875	0.00000000000000000000000000000000000834661617146484375	0.00000000000000000000000000000000000417308083580859375	0.00000000000000000000000000000000000208654108212146484375	0.0000000000000000000000000000000000104327054108212146484375	0.0000000000000000000000000000000000052163527054108212146484375	0.0000000000000000000000000000000000026081617146484375	0.0000000000000000000000000000000000130408083580859375	0.00000000000000000000000000000000000652041429296875	0.000000000000000000000000000000000003260207146484375	0.0000000000000000000000000000000000163010358083580859375	0.000000000000000000000000000000000008150517146484375	0.00000000000000000000000000000000000407527054108212146484375	0.00000000000000000000000000000000000203763527054108212146484375	0.0000000000000000000000000000000000101881617146484375	0.00000000000000000000000000000000000509408083580859375	0.0000000000000000000000000000000000025470207146484375	0.00000000000000000000000000000000001273510358083580859375	0.0000000000000000000000000000000000063675517146484375	0.0000000000000000000000000000000000031837763527054108212146484375	0.0000000000000000000000000000000000159188661617146484375	0.00000000000000000000000000000000000795943232296875	0.00000000000000000000000000000000000397971617146484375	0.000000000000000000000000000000000019898661617146484375	0.000000000000000000000000000000000009949308083580859375	0.0000000000000000000000000000000000049748517146484375	0.00000000000000000000000000000000002487427054108212146484375	0.00000000000000000000000000000000001243713527054108212146484375	0.00000000000000000000000000000000000621858661617146484375	0.00000000000000000000000000000000000310929296875	0.000000000000000000000000000000000015546484375	0.000000000000000000000000000000000007773232296875	0.00000000000000000000000000000000000388661617146484375	0.00000000000000000000000000000000001943308083580859375	0.00000000000000000000000000000000000971654108212146484375	0.00000000000000000000000000000000000485827054108212146484375	0.00000000000000000000000000000000000242913527054108212146484375	0.0000000000000000000000000000000000121458661617146484375	0.0000000000000000000000000000000000060729296875	0.00000000000000000000000000000000000303646484375	0.00000000000000000000000000000000001518308083580859375	0.00000000000000000000000000000000000759154108212146484375	0.0000000000000000000000000000000000037957054108212146484375	0.000000000000000000000000000000000018978661617146484375	0.0000000000000000000000000000000000094893232296875	0.000000000000000000000000000000000004744661617146484375	0.00000000000000000000000000000000002372308083580859375	0.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $1 / (f \cdot (12)) = -2 \log ((E/D) / (3.71 + (2.54 / (Re \cdot (f \cdot (12))))))$



DATOS POR OBRA DE CAPTACION		GALERIA NORIA VII		GALERIA NORIA IV		GALERIA NORIA V	
Q _{max}	235.40	6.00	32.00	70.00	90.00	3.00	0.00
Q _{prom}	334.40	331.40	333.40	333.40	413.40	413.40	413.40
D	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
L	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
V	1,599.56	759.56	1,071.36	6,810.48	1,012.11	918.04	7,086.27
R	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
f	483.0E+3	483.0E+3	549.9E+3	862.9E+3	862.9E+3	862.9E+3	862.9E+3
V _{rel}	79.18	79.18	90.13	114.08	141.46	141.46	141.46
f _{rel}	0.01498	0.01498	0.01488	0.01448	0.01420	0.01420	0.01420
A	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47

PERDIDAS = hf = f(L/D)(V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PIEZ (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA (m)	LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMEO. (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	OBSERVACIONES
							(m)	(pulg)								
0+000.00	1000.00	1000.00	1000.00	0.00												INICIO EN GALERIA FILTRAN.
0+102.34	999.95	999.95	999.92	-0.03	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0160	0.000787	0.060571
1+589.56	995.42	995.42	995.74	0.32	4.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.470412
1+960.65	994.81	994.81	998.46	3.65	5.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.284281
2+388.12	992.87	992.87	996.14	3.27	7.33	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.003149
2+614.91	991.81	991.81	997.88	6.07	8.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2634	0.0148	0.001008	0.257753
10+150.48	968.14	968.14	990.28	22.15	31.88	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.14	0.3334	0.0145	0.001580	1.064809
10+158.37	967.82	967.82	990.28	22.46	32.18	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.14	0.3334	0.0145	0.001580	0.012464
11+251.84	960.85	960.85	988.80	27.76	38.15	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.524638
11+442.10	964.68	964.68	988.07	23.39	35.32	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.116880
18+032.32	941.32	941.32	972.38	31.06	58.68	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.154133
18+097.03	941.57	941.57	972.22	30.65	58.43	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.103470
18+530.00	941.52	941.52	971.19	29.67	58.48	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.515086
19+044.43	937.55	937.55	989.97	32.42	62.45	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.139700
19+606.88	936.06	936.06	988.63	32.57	63.94	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.515086
18+982.47	927.62	927.62	987.78	40.16	72.38	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.139700
20+034.95	930.43	930.43	967.61	37.18	69.57	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.033752
20+613.13	930.67	930.67	966.23	38.56	72.48	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.172640
20+665.00	929.36	929.36	966.11	36.75	70.64	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.647425
22+467.81	938.81	938.81	981.81	21.90	60.08	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.121149
22+583.15	943.63	943.63	961.54	17.91	56.37	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.119095
24+214.90	977.64	977.64	987.65	-19.89	22.36	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.274148
26+564.66	974.78	974.78	951.10	-23.68	25.72	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.354959
27+048.74	978.04	978.04	950.90	-27.14	21.95	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.42	0.4134	0.0142	0.002382	0.441190
																48 10

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época)
Alternativa 7. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, Noria IV y Pozos Santa Barbara I y II.

Notas:
 * La rugosidad de la tubería se calculo a partir de las mediciones de campo.
 * El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias), Noria IV con 32.0 lps, los pozos Santa Barbara I y II con 70.0 lps y 80.0 lps respectivamente.
 * Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas.
 * Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P.B. Booster eleve la carga 27.80 m.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

Table with columns: Gasto a conducir, Gasto conducido acum., Diámetro de la tubería, Longitud total, Viscosidad cinemática, Número de Reynolds, Velocidad, Coef. de fricción 'f', Área de sección, Obra de captación. Includes values for GALERIA, NORIA VII, POZO P 1, POZO P 2, UNION ACU.

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente: 1 / (f * (1/2)) = -2 log ((ED)/3.71 + (2.51 / (Re * (1/2))))



PERDIDAS = hf = f(LD)/(2g) SEGUN DARCY- WEISBACH

Main project data table with columns: Distancia al origen km, Elevación de terreno (m), Elevación de plantilla (m), Elevation of piez (m), Presión máxima tubería (m), Carga de trabajo estática (m), Longitud (m), Tipo de tubería, Diámetro (m), Anillo (m), Perforación (m), RHID (m), Velocidad (m/s), Gasto Q (m³/s), f Darcy, S hidráulica, hf, Observaciones.

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época)

Alternativa 8. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, Norias VII y IV, Pozo Santa Barbara I y Pozo de Proyecto No. 1.

Main project data table for Alternativa 8, showing distances, elevations, pressures, and losses for various infrastructure elements like GALERIA FILTRANTE, NORIA VII, POZO SANTA BARBARA I, POZO DE PROYECTO NO. 1, POZO DE PROYECTO NO. 2, and UNION ACU.

Notas: La rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo. El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias), las Norias VII y IV con 30 lps y 32 lps respectivamente, pozo Santa Barbara I con 70.0 lps y el Pozo de Proyecto 1 con 50.0 lps.

Para estas condiciones se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas. Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P.B. Booster eleve la carga 26.40 m

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:

$$1/f = (1/2) \cdot \log \left(\frac{10.66 \cdot V^5}{g \cdot R^5 \cdot \text{Re}} \right)$$

ITEM	VALOR	UNIDAD
GALERIA	8.17	
NORIA VII	8.17	
NORIA IV	8.17	
STA BARBARA I	8.28	
STA BARBARA II	8.36	
POZO P 1	8.36	
POZO P 2	8.40	
UNION ACU.	8.40	

ITEM	VALOR	UNIDAD
Q	0.00	l.p.s.
D	4.31	in.
L	0.61	m
V	0.090	m/seg
R	7.96	cm
V _{max}	130.51	cm/seg
f	0.0148	
A	2.922	cm

ITEM	VALOR	UNIDAD
Q	0.00	l.p.s.
D	4.31	in.
L	0.61	m
V	0.090	m/seg
R	7.96	cm
V _{max}	130.51	cm/seg
f	0.0148	
A	2.922	cm

ITEM	VALOR	UNIDAD
Q	0.00	l.p.s.
D	4.31	in.
L	0.61	m
V	0.090	m/seg
R	7.96	cm
V _{max}	130.51	cm/seg
f	0.0148	
A	2.922	cm

PERDIDAS = hf = f(LD)(V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN Km	ELEVACION TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA		LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMOJ (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES
					(m)	(m)			(m)	(pulg)									

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época)
Alternativa 10. Fuentes funcionando: Galeria Filtrante, Pozos Santa Barbara I y II y Pozo de Proyecto No. 2.

0+000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1050.00	0.00	0.00																
0+102.34	999.95	999.95	999.92	1049.95	-0.03	0.05	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.080571	INICIO EN GALERIA FILTRAN.			
1+698.66	995.42	996.74	1046.42	1046.42	3.32	4.68	597.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.470412	INC. NORIA VII			
2+358.12	992.87	996.14	1042.87	1042.87	5.47	7.33	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.284281	INC. NORIA IV			
2+614.91	991.81	997.94	1041.81	1041.81	6.13	8.19	255.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.003149				
10+150.48	988.14	992.01	1018.14	1018.14	23.87	31.86	1.076.39	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.201390	Inc. Pozo Sta. Barbara I			
11+158.37	967.82	982.00	1017.82	1017.82	24.18	32.18	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.010271	Inc. Pozo Sta. Barbara II			
11+442.10	964.68	980.61	1010.61	1010.61	29.76	39.15	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.03	0.3014	0.0146	0.001302	0.003801				
18+032.32	941.32	976.71	991.32	991.32	25.48	35.32	220.26	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.31	0.3814	0.0143	0.002042	0.449705	Pozo de Proyecto No. 1			
18+087.03	941.52	976.58	991.52	991.52	35.01	58.43	49.07	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.31	0.3814	0.0143	0.002042	0.100186	Pozo de Proyecto No. 2			
18+830.00	941.52	976.58	991.52	991.52	58.43	64.71	64.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.31	0.3814	0.0143	0.002042	0.132118	Interconexión a A. Mascareñas			
19+044.43	937.65	974.64	1007.65	1007.65	37.09	62.45	216.25	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.31	0.3814	0.0143	0.002042	0.088691	Der. R. Malvinas (cancelada)			
19+606.88	935.06	973.19	1006.06	1006.06	37.13	63.94	562.45	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.145118	P B Tipo Booster			
19+862.47	927.62	972.26	997.62	997.62	44.64	72.38	14.17	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.298752	Cima del Cerro			
20+034.95	930.43	972.08	1000.43	1000.43	41.65	69.57	72.48	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.456850				
20+813.13	930.67	970.68	1000.67	1000.67	39.91	69.33	271.81	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.187737				
20+865.00	929.36	970.45	969.36	969.36	41.09	70.64	51.87	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.134353				
22+487.81	939.81	965.78	1009.81	1009.81	25.87	60.09	50.00	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.128509				
22+583.15	943.63	965.48	993.63	993.63	21.85	56.37	115.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.298752				
24+214.90	977.64	981.25	1027.64	1027.64	-16.39	22.36	149.04	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.386041				
26+964.66	974.78	964.13	1024.78	1024.78	-20.65	25.22	167.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.485859				
27+048.74	978.04	963.91	1028.04	1028.04	-24.13	21.96	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.48	0.4314	0.0142	0.002590	0.217783				
SUMA TOTAL													27,048.74							46.09		

Notas:
 • La rugosidad de la tubería se calculó a partir de las mediciones de campo.
 • El gasto transitado en la Galeria Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias), los pozos Santa Barbara I y II con 70.0 lps y 80.0 lps respectivamente y el Pozo de Proyecto 2 con 50.0 lps.
 • Para este análisis se considera que no se deriva nada al Acueducto Mascareñas.
 • Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P.B. Booster eleve la carga 24.70 m.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Table with columns: GASTO A CONDUCIR, GASTO CONDUCIDO ACUM., DIAMETRO DE LA TUBERIA, RUGOSIDAD 'n', LONGITUD TOTAL, VISCOSIDAD CINEMATICA, NÚMERO DE REYNOLDS, VELOCIDAD, COEF. DE FRICCION 'f', AREA DE SECCION, OBRA DE CAPTACION. Includes a crest logo at the top.

PERDIDAS = hf = f(L/D)(V2/2g) SEGUN 'DARCY- WEISBACH'

Table with columns: DISTANCIA AL ORIGEN, ELEVACION DE TERRENO, ELEVACION DE PLANTILLA, ELEVACION DE PIEZ, PRECISION MAXIMA, CARGA DE TRABAJO ESTATICA, LONGITUD, TIPO DE TUBERIA, DIAMETRO, AHID, PERMEO, RHID, VEL, GASTO, f, S, OBSERVACIONES.

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época)

Alternativa 11. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, Noria IV, Pozos Santa Barbara I y II y Pozos de Proyecto No. 1 y No. 2.

Main data table for the project, including columns for distance, elevation, precision, work load, length, pipe type, diameter, head loss, permeability, roughness, velocity, discharge, friction coefficient, slope, and observations.

Notes: La rugosidad de la tubería se calculó a partir de las mediciones de campo. El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 231.4 lps (gasto medido en época de lluvias). Noria IV con 32.0 lps, los pozos Santa Barbara I y II con 70.0 lps y 80.0 lps respectivamente y los Pozos de Proyecto 1 y 2 con 50.0 lps cada uno. Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas. Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P.B. Booster eleve la carga 38.25 m.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:

$$1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \log \left(\frac{ED}{3.71} \sqrt{2.51 / (Re \cdot (1/2))} \right)$$



DATOS POR OBRA DE CAPTACION										
GASTO A CONDUCIR	Q=	281.40	80.00	90.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
GASTO CONDUCCION ACUM.	Qacum=	331.40	351.40	363.40	363.40	443.40	443.40	443.40	443.40	443.40
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D=	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
RUGOSIDAD "e"	e=	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
LONGITUD TOTAL	L=	1,599.56	759.56	7,791.36	1,071.36	6,910.48	1,012.11	918.04	7,066.27	8.22
VISCOSIDAD CINEMATICA	v=	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
NUMERO DE REYNOLDS	Re=	483.0E+3	545.5E+3	612.4E+3	758.5E+3	923.5E+3	1.0E+6	1.1E+6	1.1E+6	8.34
VELOCIDAD	V=	79.18	89.44	100.39	124.35	151.72	168.83	185.94	185.94	8.41
COEF. DE FRICCION "f"	f=	0.01488	0.01480	0.01463	0.01438	0.01413	0.01403	0.01393	0.01383	8.44
AREA DE SECCION	A=	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	8.47
OBRA DE CAPTACION										8.47

GALERIA	NORIA VII	NORIA IV	STA B I	POZO P 1	POZO P 2	UNION ACU.
PERDIDAS = hf = f (L/D) (V ² /2g)						

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTATICA (m)	LON- GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		AHID (m ²)	PERMOJ (m)	RHID (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S Hidraulica	hi	OBSERVACIONES					
								(m)	(pulg)														
0+000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1050.00	0.00	0.00																	
0+102.34	999.95	999.95	999.95	1049.95	-0.03	0.05	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.080571	INICIO EN GALERIA FILTRAN					
1+599.56	998.42	998.42	998.42	1045.42	3.32	4.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.79	0.2314	0.0150	0.000787	0.470412	INC. NORIA VI					
1+960.65	994.81	994.81	994.81	1044.81	3.57	5.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2614	0.0148	0.000993	0.359412						
2+359.12	992.87	992.87	992.87	1042.87	6.32	7.33	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.90	0.2614	0.0148	0.000993	0.003970	INC. NORIA IV					
2+614.91	991.81	991.81	991.81	1041.81	5.86	8.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	0.316186						
10+180.48	968.14	968.14	968.14	1018.14	20.22	31.86	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.01	0.2934	0.0146	0.001236	1.330530	Inc. Pozo Sta. Barbara I					
10+158.37	967.82	967.82	967.82	1017.82	20.52	32.16	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.25	0.3634	0.0144	0.001864	0.014706	Inc. Pozo Sta. Barbara II					
11+221.84	960.85	960.85	960.85	1010.85	28.61	39.15	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.25	0.3634	0.0144	0.001864	0.005443	Inc. Pozo Sta. Barbara II					
9+644.20	964.68	964.68	964.68	985.76	21.08	35.32	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.52	0.4434	0.0141	0.002727	0.600570	Pozo de Proyecto No. 1					
18+032.32	941.32	941.32	941.32	967.79	26.47	58.69	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.52	0.4434	0.0141	0.002727	0.000570	Pozo de Proyecto No. 2					
18+097.03	941.57	941.57	941.57	991.57	26.00	58.43	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.52	0.4434	0.0141	0.002727	0.000570	Interconexión a A. Mascareñas					
18+630.00	941.52	941.52	941.52	991.52	26.00	58.43	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.52	0.4434	0.0141	0.002727	0.000570	Der. R. Malvinas (cancelada)					
18+044.43	937.55	937.55	937.55	964.40	26.85	62.45	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.66	0.5434	0.0139	0.004037	2.270747	P. B. Tipo Booster					
19+606.88	936.06	936.06	936.06	962.13	26.07	63.94	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.66	0.5434	0.0139	0.004037	0.465656	Clima del Cerro					
18+982.47	927.62	927.62	927.62	960.69	33.07	72.38	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.201862						
20+034.95	930.43	930.43	930.43	960.40	29.97	69.57	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.057208						
20+813.13	930.67	930.67	930.67	968.08	27.39	69.33	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.292619						
20+665.00	929.36	929.36	929.36	957.85	28.49	70.64	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	1.097363						
22+487.81	939.91	939.91	939.91	950.58	10.87	60.09	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.209412						
22+583.15	943.63	943.63	943.63	950.11	6.48	56.37	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.201862						
24+214.80	977.64	977.64	977.64	943.52	-34.12	22.36	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.665711						
26+964.66	974.78	974.78	974.78	932.42	-42.36	25.22	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.757294						
27+048.74	978.04	978.04	978.04	932.08	-45.98	21.86	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	1.86	0.5434	0.0139	0.004037	0.339451						
SUMA TOTAL											27,048.74												67.92

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época)

Alternativa 12. Fuentes funcionando: Galería Filtrante, Norias VII y IV, Pozos Santa Barbara I y IV, y Pozos de Proyecto No. 1 y No. 2.

DATOS POR OBRA DE CAPTACION									
GASTO A CONDUCIR	Q=	281.40	80.00	90.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
GASTO CONDUCCION ACUM.	Qacum=	331.40	351.40	363.40	363.40	443.40	443.40	443.40	443.40
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D=	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
RUGOSIDAD "e"	e=	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
LONGITUD TOTAL	L=	1,599.56	759.56	7,791.36	1,071.36	6,910.48	1,012.11	918.04	7,066.27
VISCOSIDAD CINEMATICA	v=	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
NUMERO DE REYNOLDS	Re=	483.0E+3	545.5E+3	612.4E+3	758.5E+3	923.5E+3	1.0E+6	1.1E+6	1.1E+6
VELOCIDAD	V=	79.18	89.44	100.39	124.35	151.72	168.83	185.94	185.94
COEF. DE FRICCION "f"	f=	0.01488	0.01480	0.01463	0.01438	0.01413	0.01403	0.01393	0.01383
AREA DE SECCION	A=	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47
OBRA DE CAPTACION									

NOTAS:
 La rugosidad de la tubería se calculó a partir de las mediciones de campo.
 El gasto transitado en la Galería Filtrante es de 231.4 lps (gasto medio en época de lluvias), Norias VII y IV con 30.0 lps y 32.0 lps respectivamente.
 los pozos Santa Barbara I y II con 70.0 lps y 80.0 lps respectivamente y los Pozos de Proyecto 1 y 2 con 50.0 lps cada uno
 Para este análisis se considera que no se derive nada al Acueducto Mascareñas
 Para estas condiciones de funcionamiento es necesario que la P.B. Booster eleve la carga 46.55 m.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

GASTO A CONDUCIR	Q=	235.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GASTO CONDUCIDO ACUM.	Qacum=	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00	235.00
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D=	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
ROGUSIDAD "e"	e=	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
LONGITUD TOTAL	L=	1,588.56	7,789.25	1,063.47	9,391.29	6,435.61	9,391.29
VISCOSIDAD CINEMATICA	v=	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
NUMERO DE REYNOLDS	R=	490.5E+3	490.5E+3	490.5E+3	490.5E+3	490.5E+3	490.5E+3
VELOCIDAD	V=	80.41	80.41	80.41	80.41	80.41	80.41
COEF. DE FRICCIÓN "f"	f=	0.01493	0.01493	0.01493	0.01493	0.01493	0.01493
AREA DE SECCION	A=	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47	2,922.47
OBRA DE CAPTACION		GALERIA	NORIA VII	NORIA IV	STAB I	STAB II	DERIVACION

Para encontrar e valor del coeficiente de fricción "f", se usa la formula siguiente:
 $1/f = (1/12) = -2 \log ((ED)/3.7 + (2.51)/(Re \sqrt{f}))$



PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN, KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZA (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA		LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA (m)	DIAMETRO (pulg)		AHID (m ²)	PERMISO (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES	
					(m)	(m)			(m)	(m)										
0+000.00	1000.00	1000.00	1000.50	1050.00	0.50	0.50														
0+102.34	999.95	999.95	1000.42	1049.95	0.47	0.55	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.082820	INC. NORIA FILTRAN.	
1+599.56	995.42	995.42	999.21	1045.42	3.79	5.06	567.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.483543	INC. NORIA VII	
1+960.65	994.81	994.81	998.91	1044.81	4.10	5.69	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.292217		
2+359.12	992.67	992.67	998.59	1042.67	5.92	7.83	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.003237		
2+614.91	991.81	991.81	998.38	1041.81	6.57	8.69	255.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.207002	INC. NORIA IV	
10+150.48	966.14	966.14	992.29	1018.14	24.15	32.36	1,076.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.871075	Estacion A Inc. Pozo Sta. Barbar	
10+156.37	967.82	967.82	992.28	1017.82	24.46	32.68	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.006365	Estacion B	
11+221.84	960.85	960.85	991.42	1010.85	30.57	39.65	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.002363	Inc. Pozo Sta. Barbara II	
11+442.10	964.68	964.68	991.24	1014.68	26.56	35.62	220.26	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.178248		
18+032.32	941.32	941.32	985.91	991.32	44.59	59.18	49.07	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.039711		
18+087.03	941.57	941.57	985.85	991.57	44.28	58.93	64.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.052367		
18+530.00	941.52	941.52	985.50	991.52	43.98	58.98	43.44	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.035154		
19+044.43	937.55	937.55	985.09	1007.55	47.54	62.95	216.25	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.175003		
19+606.88	936.06	936.06	984.63	1006.06	48.57	64.44	562.45	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.455170		
20+034.95	930.43	930.43	984.29	1000.43	53.86	70.07	67.41	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.070123		
20+119.33	933.09	933.09	984.22	1003.09	51.13	67.41	84.38	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.068286		
20+665.00	929.36	929.36	983.78	999.36	54.92	71.14	51.87	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.041976		
20+824.94	928.71	928.71	983.65	998.71	54.94	71.79	159.94	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.128434		
22+583.15	943.63	943.63	982.22	993.63	38.59	56.87	115.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.093340		
22+712.73	948.27	948.27	982.12	998.27	33.85	52.23	129.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.104664		
24+351.09	973.68	973.68	980.79	1023.68	7.11	26.92	136.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.110214		
27+048.74	978.04	978.04	978.81	1028.04	0.57	22.46	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.068043		
							SUMA TOTA												21.489558	

Propuesta de Solución del Acueducto Paredes. Epoca de Lluvias (No se deriva en esta época)

Alternativa 13. Fuente funcionando: Galeria Filtrante (capacidad máxima, considerando la cancelación de descargas libres en incorporación de norias).

DISTANCIA AL ORIGEN, KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZA (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA DE TRABAJO ESTADISTICA		LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA (m)	DIAMETRO (pulg)		AHID (m ²)	PERMISO (m)	RHID (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	hf	OBSERVACIONES
					(m)	(m)			(m)	(m)									
0+000.00	1000.00	1000.00	1000.50	1050.00	0.50	0.50													
0+102.34	999.95	999.95	1000.42	1049.95	0.47	0.55	102.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.082820	INC. NORIA FILTRAN.
1+599.56	995.42	995.42	999.21	1045.42	3.79	5.06	567.51	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.483543	INC. NORIA VII
1+960.65	994.81	994.81	998.91	1044.81	4.10	5.69	361.09	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.292217	
2+359.12	992.67	992.67	998.59	1042.67	5.92	7.83	4.00	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.003237	
2+614.91	991.81	991.81	998.38	1041.81	6.57	8.69	255.79	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.207002	INC. NORIA IV
10+150.48	966.14	966.14	992.29	1018.14	24.15	32.36	1,076.38	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.871075	Estacion A Inc. Pozo Sta. Barbar
10+156.37	967.82	967.82	992.28	1017.82	24.46	32.68	7.89	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.006365	Estacion B
11+221.84	960.85	960.85	991.42	1010.85	30.57	39.65	2.92	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.002363	Inc. Pozo Sta. Barbara II
11+442.10	964.68	964.68	991.24	1014.68	26.56	35.62	220.26	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.178248	
18+032.32	941.32	941.32	985.91	991.32	44.59	59.18	49.07	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.039711	
18+087.03	941.57	941.57	985.85	991.57	44.28	58.93	64.71	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.052367	
18+530.00	941.52	941.52	985.50	991.52	43.98	58.98	43.44	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.035154	
19+044.43	937.55	937.55	985.09	1007.55	47.54	62.95	216.25	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.175003	
19+606.88	936.06	936.06	984.63	1006.06	48.57	64.44	562.45	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.455170	
20+034.95	930.43	930.43	984.29	1000.43	53.86	70.07	67.41	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.070123	
20+119.33	933.09	933.09	984.22	1003.09	51.13	67.41	84.38	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.068286	
20+665.00	929.36	929.36	983.78	999.36	54.92	71.14	51.87	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.041976	
20+824.94	928.71	928.71	983.65	998.71	54.94	71.79	159.94	A-C Clase A-7	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.128434	
22+583.15	943.63	943.63	982.22	993.63	38.59	56.87	115.34	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.093340	
22+712.73	948.27	948.27	982.12	998.27	33.85	52.23	129.58	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.104664	
24+351.09	973.68	973.68	980.79	1023.68	7.11	26.92	136.19	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.110214	
27+048.74	978.04	978.04	978.81	1028.04	0.57	22.46	84.08	A-C Clase A-5	0.610	24	0.2919	1.92	0.1524	0.81	0.2350	0.0149	0.000809	0.068043	

- Notas:**
- La rugosidad de la tubería se calculo a partir de la mediciones de campo.
 - En el presente análisis se considera que

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

**ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL ACUEDUCTO MASCAREÑAS
(ÉPOCA DE LLUVIAS)**

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:

$$1 / (f \cdot (L/2g)) = -2 \log ((ED)/3.7 + 12.51 / (Re \cdot (f \cdot (L/2g))))$$

NORIA II	7.27	=	7.27
NORIA I	7.54	=	7.54
UNION ACU.	7.47	=	7.47
POZO 8	7.52	=	7.52
POZO 3	7.69	=	7.69
POZO 5	7.83	=	7.83

DATOS POR FUENTE DE ABASTECIMIENTO	
Q _{max}	26.99 27.96 37.96 l.p.s.
Q _{acum}	104.96 134.96 194.96 l.p.s.
D	0.41 0.51 0.76 m
E	0.090 0.090 0.090 m
L	1,159.14 304.36 3,439.43 m
V	0.0100 0.0100 0.0100 cm/seg.
R	108.6E+3 170.9E+3 136.8E+3
V _{max}	26.26 42.10 26.89 cm/seg.
f	0.01880 0.01760 0.01770
A	1,294.62 1,294.62 4,536.47

NORIA II NORIA I UNION ACU. POZO 8 POZO 3 POZO 5

FUENTE DE ABASTECIMIENTO	
DISTANCIA AL ORIGEN KM	
ELEVACION DE TERRENO (m)	
ELEVACION DE PLANTILLA (m)	
ELEV PIEZ (m)	
PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	
CARGA TRABAJO ESTÁTICA (m)	
LONGITUD (m)	
TIPO DE TUBERIA	
DIAMETRO (pulg)	
DIAMETRO (m)	
PERIMETRO (m)	
RHID (m)	
VEL (m/s)	
GASTO Q (m ³ /s)	
f Darcy	
S Hidráulica	
hf	
OBSERVACIONES	

PERDIDAS = hf = f(L/D)(V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISSBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA TRABAJO ESTÁTICA (m)	LONGITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (pulg)	DIAMETRO (m)	PERIMETRO (m)	RHID (m)	VEL (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S Hidráulica	hf	OBSERVACIONES
0+461.28	929.37	929.37	979.57	979.37	50.20	50.20	A-C Clase A-7	16	0.408	1.26	0.1016	0.26	0.0340	0.0189	0.000163	0.0360	Inc. Noria II
0+682.80	928.37	928.37	979.57	979.37	61.16	61.16	A-C Clase A-7	16	0.406	1.28	0.1016	0.42	0.0645	0.0176	0.000390	0.0354	Inc. Noria I
0+773.34	927.62	927.62	979.57	979.37	61.86	61.86	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.12	0.0545	0.0179	0.000017	0.0004	Interconexión a A. Paredes
0+798.57	928.23	928.23	979.50	978.23	51.27	51.34	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.12	0.0545	0.0179	0.000017	0.0002	Inc. Pozo 8
1+832.48	927.14	927.14	979.48	977.14	52.34	52.43	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.17	0.0795	0.0177	0.000036	0.0009	Inc. Pozo 3
2+016.51	927.94	927.94	979.48	977.94	51.54	51.63	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.23	0.1045	0.0169	0.000059	0.0030	Inc. Pozo 5
2+236.84	937.46	937.46	979.47	987.46	42.01	42.11	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.23	0.1045	0.0169	0.000059	0.0126	
2+287.39	947.40	947.40	979.46	987.40	32.06	32.17	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0218	
2+852.78	970.89	970.89	979.43	1020.89	8.54	8.68	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0041	
3+093.09	951.86	951.86	979.41	1001.86	27.55	27.71	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0118	
4+224.37	980.90	980.90	979.31	1028.19	0.12	0.30	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0022	
4+272.09	983.48	979.19	979.30	1028.19	0.11	0.30	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0043	
4+373.37	982.31	979.19	979.29	1028.19	0.10	0.30	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0092	
4+503.00	985.80	979.19	979.28	1028.19	0.09	0.30	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0092	
4+561.99	983.81	979.19	979.28	1028.19	0.09	0.30	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0118	Cima en el Cerro
4+586.18	979.19	979.19	979.27	1028.19	0.08	0.30	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0118	
4+873.37	988.19	979.19	979.27	1028.19	0.08	0.30	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0053	
4+710.32	983.68	979.19	979.26	1028.19	0.07	0.30	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0079	Inicia Tunel
4+760.28	978.17	979.28	979.26	1028.17	0.08	0.32	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0033	
4+867.27	968.77	979.25	979.25	1016.77	10.48	10.72	A-C Clase A-7	30	0.762	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0045	Termina Tunel
6+157.07	974.78	979.14	979.14	1024.78	4.36	4.71	A-C Clase A-5	30	0.762	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0067	Cambio de Clase de tubería
8+282.22	978.04	978.13	978.13	1028.04	1.09	1.45	A-C Clase A-5	30	0.762	2.39	0.1905	0.29	0.1315	0.0163	0.000091	0.0124	
SUMA 5,830.84																	

Propuesta de Solución del Acueducto Mascareñas. Época de Lluvias (No se deriva en esta época)
Alternativa Única. Fuentes funcionando: Noria II, Noria I, Pozo 8, Pozo 3, Pozo 5.

- Notas:
- La rugosidad de la tubería se calculó a partir de las mediciones de campo.
 - Es necesario abrir un tajo sobre el acueducto del km 4+224.37 al km 4+586.18. El Acueducto pasa por un tunel que inicia en el km 4+586.18 y termina en el km 4+746.72
 - Se debe construir un tramo del acueducto con un diámetro de 30" entre los km 0+773.34 y 1+932.48.
 - La solución al acueducto Mascareñas considera sacar de funcionamiento los Pozos Alamito, Casitas 2 y Casitas 1, además del Rebombao Malvinas I.
 - Para este análisis no se deriva nada de gasto del acueducto Paredes, registrándose velocidades bajas sobre el acueducto Mascareñas.

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

**PROYECTO: DERIVACIÓN DEL ACUEDUCTO PAREDES A MASCAREÑAS
Y REEMPLAZO DE TUBERÍA EN EL TRAMO DEL km 0+773 AL km 1+932**

- ✓ **Análisis Hidráulico**
- ✓ **Cantidades de Obra**
- ✓ **Cálculo de la Válvula de Admisión y Expulsión de Aire**
- ✓ **Lista de Piezas Especiales**
- ✓ **Presupuesto**

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DATOS POR OBRA DE CAPTACIÓN

Q=	34.00	20.50	25.00	27.00	l.p.s.
GASTO CONDUCCION ACUM.	236.00	314.50	339.50	366.50	l.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	289.50	0.76	0.76	0.76	m
RUGOSIDAD "E"	0.41	0.090	0.090	0.090	mm
LONGITUD TOTAL	221.32	90.74	304.36	615.95	3.438.43 m
VISCOSIDAD CINEMATICA	0.01000	0.01000	0.01000	0.01000	cm ² /seg.
NUMERO DE REYNOLDS	106.8E+3	170.9E+3	228.9E+3	268.8E+3	614.0E+3
VELOCIDAD	26.26	42.10	63.82	74.84	80.79 cm/seg.
COEF. DE FRICCIÓN "f"	0.01890	0.01760	0.01471	0.01440	0.01430
AREA DE SECCION	1.294.82	1.294.82	4.536.47	4.536.47	cm ²

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:
 $f = 1 / (V^4 (12)) = -2 \log \left(\frac{K}{3.7D} + \frac{5.74}{Re} \left(\frac{f}{D} \right)^{1/4} \right)$
 NORIA II 7.27 = 7.27
 NORIA I 7.54 = 7.54
 UNION ACU. 8.25 = 8.25
 POZO B 8.29 = 8.29
 POZO 3 8.33 = 8.33
 POZO 5 8.36 = 8.36



PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/2g) SEGUN D'ARCY - WEISBACH

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	TRABAJA (m)	CARGA ESTATICA (m)	LONG. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		ANHD (m ²)	PERIMJO (m)	RHD (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	s hidráulica	hf	s rasante	DESINVEL	OBSERVACIONES	
									(m)	(m)												
0+461.28	928.37	928.37	928.37	959.37	53.00	53.00	221.32	A-C Clase A-7	0.406	16	0.1297	1.28	0.1016	0.26	0.0340	0.0189	0.000163	0.0360	0.000000	0.00	0.00	Inc. Noria II
0+682.60	928.37	928.37	928.37	959.37	53.98	54.00	96.74	A-C Clase A-7	0.406	18	0.1297	1.28	0.1016	0.42	0.0340	0.0178	0.000390	0.0354	0.021801	0.00	0.00	Inc. Noria I
0+773.34	928.41	928.30	928.41	959.37	55.98	56.00	28.23	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0100	0.001177	1.21	1.85	Interconexión a A. Paredes
0+798.57	928.23	928.38	928.29	959.36	55.91	55.99	48.60	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0193	-0.045268	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
0+847.17	930.43	928.58	928.27	958.58	53.69	53.78	38.95	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0158	-0.082574	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
0+887.12	933.83	931.08	928.25	1001.08	51.17	51.29	43.07	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
0+890.20	933.09	931.24	928.24	1001.08	51.00	51.13	128.21	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
1+058.41	931.15	929.30	928.18	968.30	52.88	53.07	95.78	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
1+182.18	931.70	929.85	928.15	968.85	52.30	52.52	95.78	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
1+424.00	930.67	928.82	928.04	968.82	53.22	53.55	271.81	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
1+475.87	928.38	927.51	928.02	997.51	54.51	54.81	159.84	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
1+635.81	928.71	928.88	928.96	998.86	55.10	55.51	121.18	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
1+756.88	928.25	928.71	928.91	998.37	55.54	56.00	181.56	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
1+818.54	927.67	925.71	928.84	998.71	56.13	56.88	13.94	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
1+832.48	927.14	925.29	928.84	998.29	56.55	57.08	84.03	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
2+016.51	927.94	927.94	931.80	997.94	53.86	54.43	84.03	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
2+122.09	936.19	936.19	931.71	1008.19	46.52	46.18	195.68	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
2+236.84	937.46	937.46	931.70	1007.46	44.24	44.81	24.75	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
2+287.39	947.40	947.40	931.67	1017.40	34.27	34.87	50.55	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
2+440.74	954.58	954.58	931.48	1024.58	26.80	27.79	353.35	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
2+852.79	970.89	970.89	931.37	1040.89	10.48	11.48	212.05	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
3+093.09	951.86	951.86	931.22	1021.86	29.36	30.51	240.30	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
3+138.78	945.29	945.29	931.19	1015.29	35.90	37.08	43.70	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
3+236.20	947.93	947.93	931.15	1021.00	30.15	31.37	62.82	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
3+289.16	946.65	946.65	931.09	1026.65	24.44	25.72	62.96	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
3+357.96	962.29	962.29	931.06	1032.29	18.77	20.08	58.80	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
3+381.62	961.52	961.52	931.04	1031.52	19.52	20.85	33.65	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
3+479.06	965.68	965.68	930.88	1035.68	15.30	16.69	87.44	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
3+688.55	949.48	949.48	930.91	1019.48	31.43	32.87	110.49	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
3+818.20	962.21	962.21	930.90	1022.21	28.69	29.94	28.65	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
3+884.04	967.51	967.51	930.86	1027.51	23.35	24.64	65.84	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
3+971.13	958.89	958.89	930.84	1028.89	21.95	23.26	31.08	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
3+993.37	964.40	964.40	930.72	1034.40	16.32	17.75	190.24	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
4+128.34	973.68	973.68	930.58	1043.68	6.90	8.47	222.97	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO
4+151.21	971.93	971.93	930.57	1041.93	8.84	10.22	22.87	A-C Clase A-7	0.782	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	1.85	TRAMO DE PROYECTO

Revisión Hidráulica del Acueducto Mascareñas para el Proyecto de la Derivación y Reemplazo de tubería en el tramo del km 0+773 al 1+932. Época de Estiaje

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora



Para encontrar a valor del coeficiente de fricción "f", se usa la fórmula siguiente:

$$1/f = (12) \cdot \log \left(\frac{10.67 \cdot V^{1.49}}{Re^{0.1875} \cdot \epsilon} \right)$$

NORIA II	7.27	=	7.27
NORIA I	7.54	=	7.54
UNION ACU.	8.25	=	8.25
POZO 8	8.29	=	8.29
POZO 3	8.33	=	8.33
POZO 5	8.36	=	8.36

DATOS POR OBRA DE CAPTACIÓN

Q=	34.00	20.50	25.00	25.00	27.00 l.p.s.
Qacum=	34.00	54.50	314.50	339.50	366.50 l.p.s.
D=	0.41	0.76	0.76	0.76	0.76 m
E=	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090 mm
L=	221.32	90.74	1,159.14	304.36	615.95 3,439.43 m
VISCOSIDAD CINEMATICA	0.01000	0.01000	0.01000	0.01000	0.01000 cm ² /seg.
HUEMO DE REYNOLDS	106.0E+3	170.9E+3	485.0E+3	528.9E+3	568.8E+3 614.0E+3
VELOCIDAD	26.28	42.10	63.82	69.33	74.84 80.79 cm/s-seg.
COEF. DE FRICCION "f"	0.01690	0.01760	0.01471	0.01487	0.01440 0.01430
AREA DE SECCION	1.294.62	1.294.62	4.536.47	4.536.47	4.536.47 cm ²

PERDIDAS = Hf = f(LD)(V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEV. PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (m)	CARGA		LONG. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (m)	AHID (m ²)	PERMOJ (m)	RHD (m)	VEL. V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	S hidraulica	Hf	S rasante	DESNIVEL	OBSERVACIONES	
					TRABAJO	ESTATICA															
4+178.28	976.00	976.15	980.55	1048.15	4.40	6.00	26.07	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0173	0.319558	1.85		
4+224.37	980.90	977.70	980.52	1047.70	2.82	4.45	45.09	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0278	0.121535	3.20		
4+273.09	983.48	977.90	980.49	1047.90	2.60	4.25	47.72	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0295	0.029547	5.58		
4+373.37	982.31	978.31	980.43	1048.31	2.12	3.83	101.28	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0628	0.020932	4.00		
4+503.00	985.80	978.95	980.35	1048.85	1.50	3.30	129.83	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0801	0.000818	8.75	Cima en el Cerro	
4+568.19	983.81	978.09	980.31	1048.09	1.22	3.06	58.89	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0384	-0.108662	4.72		
4+668.18	979.19	978.19	980.34	1048.19	1.11	2.86	24.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0539	0.166189	20.00	Inicia Tunnel	
4+673.37	986.19	978.19	980.24	1048.19	1.05	2.96	87.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0539	0.166189	20.00		
4+710.32	993.68	978.19	980.22	1048.19	1.03	2.96	36.95	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0228	-0.541813	14.49		
4+760.28	978.17	978.17	980.19	1048.17	1.02	2.98	49.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0308	-0.410128	0.00		
4+783.54	973.19	973.19	980.17	1048.19	6.98	8.96	33.26	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0205	-0.312888	0.00	Termina Tunnel	
4+820.20	968.77	968.77	980.12	1038.77	11.35	13.38	73.73	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0455	-0.081921	0.00		
5+006.39	967.15	967.15	980.09	1037.15	12.94	15.00	52.93	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0327	-0.088985	0.00	Cambio de Clase de tubería	
5+063.16	964.06	964.06	980.04	1034.06	15.98	18.09	86.19	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0532	-0.047453	0.00		
5+176.45	963.06	963.06	980.00	1033.06	16.94	19.09	96.77	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0351	-0.044742	0.00		
5+184.33	963.05	963.05	979.92	1033.05	16.87	19.10	113.28	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0700	-0.000088	0.00		
5+214.00	961.82	961.82	979.91	1031.82	18.09	20.33	17.88	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0110	0.016779	0.00		
5+293.41	963.43	963.43	979.86	1033.43	16.43	18.72	79.41	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0491	0.038408	0.00		
5+366.69	964.87	964.87	979.82	1034.87	14.95	17.28	72.28	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0447	0.001660	0.00		
5+402.66	963.55	963.55	979.84	1033.55	16.29	18.80	36.96	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0228	0.013258	0.00		
5+444.97	965.36	965.36	978.81	1035.36	14.45	16.79	42.32	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0261	0.188008	0.00		
5+474.00	970.66	970.66	978.61	1040.66	8.96	11.49	330.03	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0239	0.022816	0.00		
5+800.16	972.89	972.89	979.53	1042.89	6.64	9.26	125.16	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0773	0.010706	0.00		
5+860.40	972.00	972.00	978.49	1042.00	7.49	10.16	60.24	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0372	0.019256	0.00		
6+020.67	974.05	974.05	979.46	1044.05	5.41	8.10	60.17	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0372	0.046202	0.00		
6+167.07	974.78	974.78	979.37	1044.78	4.59	7.37	136.50	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0843	0.029231	0.00		
6+282.22	978.04	978.04	979.29	1048.04	1.25	4.11	135.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.3665	0.0143	0.000618	0.0835	-7.212379	0.00		
																				2.8420	

Nota: Para esta condición de funcionamiento se incorpora en el km. 0+773.34 un Q=235.00 lps del acueducto Paredes.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

CANTIDADES DE OBRA

OBRA: Derivación del Acueducto Paredes a Mascareñas y Reemplazo de tubería en el tramo del km 0+773 al km 1+932

No. Tramo	Distancia al Origen (km)	Elevación de Terreno		Elevación de Plantilla		Longitud (mts.)	Diam (m)	Datos Zanja		Area de Tubos (m2)	Excavación		Total (m3)	Espesor (m)	Plantilla		Acostillado (m3)	Rellenos Compactado (m3)	Total (m3)	Limpieza Trazo (m2)	Acarreo de Banco (m3)	de Tiro (m3)	
		Inicial (mts.)	Final (mts.)	Inicial (mts.)	Final (mts.)			A (m)	Hm (m)		AREA (m2)	Mat Común (m3)			Mat III (m3)	Vol. (m3)							
1	0+773.34																						
2	0+798.57	927.62	928.23	926.41	926.38	25.23	30	0.762	1.50	1.53	2.29	0.4560	57.89	0.14	5.30	0.14	28.68	12.41	41.09	88.3	33.98	45.49	
3	0+847.17	928.23	930.43	928.38	928.58	48.60	30	0.762	1.50	1.85	2.77	0.4560	134.85	0.14	10.21	0.14	55.26	47.22	102.48	170.1	65.47	87.63	
4	0+887.12	930.43	932.93	928.58	931.08	39.95	30	0.762	1.50	1.85	2.77	0.4560	110.85	0.14	8.39	0.14	45.43	38.82	84.24	139.8	53.82	72.04	
5	0+930.20	932.93	933.09	931.08	931.24	43.07	30	0.762	1.50	1.85	2.77	0.4560	119.51	0.14	9.05	0.14	48.97	41.85	90.82	150.8	58.02	77.86	
6	1+056.41	933.09	931.15	931.24	929.30	126.21	30	0.762	1.50	1.85	2.77	0.4560	350.18	0.14	26.50	0.14	143.50	122.62	266.12	441.7	170.00	227.56	
7	1+152.19	931.15	931.70	929.30	929.85	95.78	30	0.762	1.50	1.85	2.77	0.4560	265.76	0.14	20.11	0.14	108.90	93.06	201.96	335.2	129.02	172.70	
8	1+424.00	931.70	930.67	929.85	928.82	271.81	30	0.762	1.50	1.85	2.77	0.4560	754.14	0.14	57.08	0.14	309.03	264.08	573.11	951.3	366.11	490.07	
9	1+475.87	930.67	929.36	928.82	927.51	51.87	30	0.762	1.50	1.85	2.77	0.4560	143.92	0.14	10.99	0.14	58.97	50.39	109.37	181.5	69.87	93.52	
10	1+635.81	929.36	928.71	927.51	926.86	159.94	30	0.762	1.50	1.85	2.77	0.4560	443.77	0.14	33.59	0.14	181.85	155.39	337.24	559.8	215.43	288.37	
11	1+756.98	928.71	928.25	926.86	926.37	121.18	30	0.762	1.50	1.87	2.80	0.4560	339.16	0.14	25.45	0.14	137.77	120.68	258.45	424.1	163.22	218.48	
12	1+918.54	928.25	927.67	926.37	925.71	161.56	30	0.762	1.50	1.92	2.88	0.4560	465.39	0.14	33.93	0.14	183.68	174.10	357.79	565.4	217.61	291.29	
13	1+932.48	927.67	927.14	925.71	925.29	13.94	30	0.762	1.50	1.90	2.86	0.4560	39.82	0.14	2.93	0.14	15.95	14.69	30.54	48.8	18.78	25.14	
SUMA:												1,189.14	3,226.23	0.00	3,226.23	243.42	1,317.90	1,136.30	2,453.20	4,056.99	1,561.32	2,069.89	

NOTAS:

NO SE ESTA CONSIDERANDO ABUNDAMIENTO EN LOS ACARREOS DE MATERIAL

SE CONSIDERO QUE HASTA 30cm SOBRE LOMO DEL TOBO EL RELLENO FUESE CON MATERIAL DE BANCO (ACOSTILLADO, COMPACTADO AL 95 % DE SU PESO VOLUMETRICO SECO)

SE CONSIDERO QUE LA PLANTILLA FUESE DE MATERIAL DE BANCO COMPACTADA AL 95 % DE SU PESO VOLUMETRICO SECO PARA EL AREA DE LIMPIEZA Y TRAZO SE ESTA CONSIDERANDO UN ACHO DE 2.00 m ADICIONAL AL ANCHO DE ZANJA

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

**CALCULO DE VÁLVULA DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE.
V.A.E.A.**

OBRA: Derivación del Acueducto Paredes a Mascareñas y Reemplazo de tubería en el tramo del km 0+773 al km 1+932
V.A.E.A. No 1

I.- CONDICIÓN DE LLENADO.

Se considera como gasto de llenado
conversión a Pie3/seg.

Qdis=	289.5	lps
Qdis=	0.289500	m3/seg.
Q=	Qdis*35.31	Pie3/seg.
Q=	10.22	Pie3/seg.

Presión diferencial = 2 PSI. (recomendación por el fabricante)
Entrando con estos valores a la grafica anexa proporcionada por el fabricante obtenemos:

V.E.A. = 76 mm (3") diámetro

2.- CONDICIÓN DE VACIADO.

El diámetro mínimo capaz de admitir aire, está dado por el diámetro de la tubería y la pendiente en metros de altura entre los metros de longitud.
Se pueden tener dos pendientes diferentes, por lo que deberá considerarse la pendiente más severa:

$$PCAS=(0.08665)*((SQR(P*D^5))$$

donde:

P – pendiente	P =	0.01537
D – diámetro en pulgadas	D =	30

PCAS—pies cúbicos de aire por segundo	PCAS =	52.96
---------------------------------------	--------	-------

Entrando con estos valores ala grafica adjunta, proporcionada por el fabricante

obtenemos :

V.E.A. = 152 mm (6") diámetro

Comparando los resultados anteriores se decidirá por la de mayor diámetro, si es que fueran diferentes, para expulsar y admitir las cantidades suficientes de aire, al llenar o vaciar un sistema.

POR LO TANTO LA V.E.A. RECOMENDADA ES DE: 152 mm (6") diámetro.

NOTA: Las válvulas de admisión y expulsión de aire podrán llenarse parcial o totalmente de aire, y no expulsarán dicho volumen en cuanto al sistema se encuentre en operación y bajo presión. Para tal fin fueron diseñadas las válvulas eliminadoras de aire. (Se análisis solamente una válvula con la pendiente mayor ya que es la más desfavorable)

LISTA DE PIEZAS ESPECIALES

SIMBOLO	CONCEPTO	TOTAL	Peso/Pza kg	Peso kg
	PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO			
	Tee de Fo. Fo. de:			
	762 x 762 mm (30" x 30") de diámetro	1	1,134.00	1,134.00
	762 x 254 mm (30" x 10") de diámetro	2	1,017.00	2,034.00
	762 x 152.4 mm (30" x 6") de diámetro	2	999.00	1,998.00
	Reducción de Fo. Fo. de:			
	762 x 406.4 mm (30" x 16") de diámetro	1	490.00	490.00
	762 x 305 mm (30" x 12") de diámetro	1	450.00	450.00
	305 x 203 mm (12" x 8") de diámetro	1	73.00	73.00
	Codo de 90 grados de Fo. Fo. de:			
	406.4 mm (16") de diámetro	1	208.00	208.00
	Codo de 45 grados de Fo. Fo. de:			
	762 mm (30") de diámetro	1	669.00	669.00
	Codo de 22.5 grados de Fo. Fo. de:			
	762 mm (30") de diámetro	1	669.00	669.00
	Extremidades de Fo. Fo. de:			
	762 mm (30") de diámetro	17	402.00	6,834.00
	609.6 mm (24") de diámetro	5	280.00	1,400.00
	406.4 mm (16") de diámetro	2	152.00	304.00
	305 mm (12") de diámetro	1	80.00	80.00
	254 mm (10") de diámetro	2	60.00	120.00
	203 mm (8") de diámetro	1	41.00	41.00
	Juntas Gibault de:			
	762 mm (30") de diámetro	17		
	609.6 mm (24") de diámetro	5		
	406.4 mm (16") de diámetro	2		
	305 mm (12") de diámetro	1		
	203 mm (8") de diámetro	1		
	Tapa Ciega de:			
	609.6 mm (24") de diámetro	1	144.10	144.10
	406.4 mm (16") de diámetro	1	62.50	62.50
	305 mm (12") de diámetro	1	35.80	35.80
	Carrete Corto de Fo. Fo. de:			
	152 mm (6") de diámetro	2	26.00	52.00
	PIEZAS ESPECIALES DE ACERO			16,798.40
	Yee de Acero de:			
	762 x 609.6 mm (30" x 24") de diámetro	1	203.03	203.03
	609.6 x 609.6 mm (24" x 24") de diámetro	1	158.34	158.34
	Brida de Acero de:			
	762 mm (30") de diámetro	2	15.20	30.40
	609.6 mm (24") de diámetro	4	11.32	45.26
	Válvulas de Seccionamiento de:			437.03
	609.6 mm (24") de diámetro	1		
	254 mm (10") de diámetro	2		
	152 mm (6") de diámetro	2		
	Válvula de Admisión y Expulsión de Aire de:			
	152 mm (6") de diámetro	2		
	Empaques de Plomo de:			
	762 mm (30") de diámetro	18		
	609.6 mm (24") de diámetro	6		
	406.4 mm (16") de diámetro	3		
	305 mm (12") de diámetro	1		
	254 mm (10") de diámetro	4		
	203 mm (8") de diámetro	1		
	152 mm (6") de diámetro	6		
	Tomillos con cabeza y tuerca hexagonal			
	Tomillo de 31.8 x 158.8 mm (1 1/4" x 6 1/4")	504		
	Tomillo de 31.8 x 139.7 mm (1 1/4" x 5 1/2")	120		
	Tomillo de 25.4 x 114.3 mm (1" x 4 1/2")	48		
	Tomillo de 22.2 x 95.3 mm (7/8" x 3 3/4")	60		
	Tomillo de 19.1 x 88.9 mm (3/4" x 3 1/2")	8		
	Tomillo de 19.1 x 82.5 mm (3/4" x 3 1/4")	48		
	Caja para operación de válvulas tipo:			
	Caja Tipo Especial (3.0 X 1.8 m)	5		
	Atraques	13		

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

OBRA:

Derivación del Acueducto Paredes a Mascareñas y Reemplazo de tubería en el tramo del km 0+773 al km 1+932

Clave	Conceptos de Obra		Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Importe (\$)
	Descripción					
1	TERRACERIAS.					
1005 01	LIMPIEZA Y TRAZO EN EL AREA DE TRABAJO.		M2	4,056.99	5.13	20,812.38
1100 00	EXCAVACION CON EQUIPO PARA ZANJAS EN MATERIAL COMUN EN SECO, INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, AFINES, TRASPALEOS Y CONSERVACION DE LA EXCAVACION					
1100 01	EN ZONA A DE 0.0 A 6.00 M. DE PROFUNDIDAD.		M3	3,225.23	9.02	29,091.60
1130 00	PLANTILLA APISONADA AL 90% PORTER EN ZANJAS.....					
1130 02	COLOCACION DE PLANTILLA EN ZANJAS A BASE DE MATERIAL DE BANCO (GRAVA-ARENA), HASTA UNA PROF. DE 8M., INCLUYE ACARREOS LOCALES, HERRAMIENTA Y EQUIPO		M3	243.42	64.61	15,727.34
1131 00	RELLENO DE ZANJAS.....					
1131 03	COMPACTADO AL 95% PRUEBA PROCTOR, CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION		M3	1,135.30	36.42	41,347.67
1132 00	RELLENO ACOSTILLADO DE EXCAVACIONES EN ZANJAS..					
1132 01	ACOSTILLADO CON MATERIAL DE BANCO (GRAVA-ARENA) HASTA 30 CM. DEL LOMO DE TUBO, INCLUYENDO ACARREOS LOCALES, HERRAMIENTA Y EQUIPO.		M3	1,317.90	80.95	106,684.36
1134 00	PRESTAMO DE BANCO					
1134 01	SUMINISTRO DEL MATERIAL DE BANCO (TEPETATE O GRAVA-ARENA), CON DIAMETRO MAXIMO DE MATERIAL DE 2", INCLUYE: CARGA EN CAMION, ACARREOS LOCALES, DESMONTE, DESPALME, BANDEO DEL MATERIAL Y MANIOBRAS LOCALES.....		M3	1,561.32	92.77	144,848.96
	SUMA 1					358,512.30
2	AGUA POTABLE					
2010 00	INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO CLASE A-7					
2010 13	DE 762 mm (30") DE DIAMETRO		M	1,159.14	58.82	68,180.67
2004 01	LOCALIZACION DE TUBERIAS Y/O INSTALACIONES EXISTENTES. INCLUYE. MAQUINARIA, EQUIPO, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA		SONDEO	3.00	3,000.00	9,000.00
2130 00	INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE:					
2130 01	FIERRO FUNDIDO		KG	16,798.40	2.57	43,171.89
2160 00	INSTALACION DE VALVULAS DE SECCIONAMIENTO					
2160 07	DE 152.4 mm (6") DE DIAMETRO		PZA.	2.00	207.95	415.90
2160 09	DE 254.0 mm (10") DE DIAMETRO		PZA.	2.00	562.63	1,125.26
2160 15	DE 609.6 mm (24") DE DIAMETRO		PZA.	1.00	4,221.17	4,221.17
2160 00A	INSTALACION DE VALVULAS DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE					
2160 07A	DE 152 mm (6") DE DIAMETRO		PZA.	2.00	207.95	415.90
2176 00	INSTALACION DE JUNTAS GIBAULT COMPLETAS DE:					
2176 03	DE 8" (203 MM) DE DIAMETRO.		Pza.	1.00	221.43	221.43
2176 05	DE 12" (304.8 MM) DE DIAMETRO.		Pza.	1.00	346.27	346.27
2176 07	DE 16" (406.4 MM) DE DIAMETRO.		Pza.	2.00	529.61	1,059.22
2176 09	DE 24" (609.6 MM) DE DIAMETRO.		Pza.	5.00	838.07	4,190.35
2176 10	DE 30" (762.0 MM) DE DIAMETRO.		Pza.	17.00	1,149.47	19,540.99

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

OBRA:

Derivación del Acueducto Paredes a Mascareñas y Reemplazo de tubería en el tramo del km 0+773 al km 1+932

Clave	Conceptos de Obra		Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Importe (\$)
	Descripción					
2240 00	CAJAS DE OPERACION DE VALVULAS					
2240 14	TIPO ESPECIAL (3.0 X 1.8 m)		Caja	5.00	6,569.53	32,847.65
2243 00	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONTRAMARCOS					
2243 06	SENCILLOS DE 1.80 M. CON CANAL DE 150 MM. (6")		Pza.	15.00	1,957.18	29,357.70
2244 00	SUMINISTRO E INSTALACION DE MARCOS C/TAPA DE:					
2244 01	FIERRO FUNDIDO DE 50 X 50 CM CON PESO DE 97 KG.		Pza.	15.00	1,586.55	23,798.25
	SUMA 2					237,892.65
4	ALBAÑILERIA					
4030 00	FABRICACION Y COLADO DE CONCRETO VIBRADO Y CURADO, CON IMPERMEAB. INT.					
4030 02	DE F'c = 150 Kg/cm2		M3	4.97	960.98	4,777.03
	SUMA 4					4,777.03
7	HERRERIA					
7025 00	PIEZAS ESPECIALES DE ACERO					
7025 01	PIEZAS ESPECIALES DE ACERO, SUMINISTRO, FABRICACION E INSTALACION		kg	361.37	38.32	13,847.70
7025 04	SUMINISTRO, FABRICACION Y COLOCACION DE BRIDAS DE ACERO		kg	64.35	59.21	3,810.16
	SUMA 7					17,657.86
8	SUMINISTROS					
8001 00	SUMINISTRO DE TUBERIA DE ASBESTO CEMENTO CLASE A-7					
8001 13	DE 762 mm (30") DE DIAMETRO		M	1,159.14	1,721.90	1,995,924.89
8007 00	SUMINISTRO DE PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO, (EXCLUYENDO EXTREMIDADES) PUESTAS EN EL ALMACEN DE LA OBRA					
8007 02	DE 101.6 MM (4") A 304.8 MM (12") DE DIAMETRO.		kg	160.80	19.45	3,127.56
8007 03	DE 355 MM (14") A 609.6 MM (24") DE DIAMETRO.		kg	414.60	22.85	9,473.61
8007 04	DE 762 MM (30") A 1218 MM (48") DE DIAMETRO.		kg	7,444.00	24.62	183,271.28
8008 00	SUMINISTRO DE EXTREMIDADES DE FIERRO FUNDIDO, EN OBRA					
8008 02	DE 101.6 MM (4") A 304.8 MM (12") DE DIAMETRO.		kg	241.00	17.64	4,251.24
8008 03	DE 355 MM (14") A 609.6 MM (24") DE DIAMETRO.		kg	1,704.00	20.44	34,829.76
8008 04	DE 762 MM (30") A 1218 MM (48") DE DIAMETRO.		kg	6,834.00	22.53	153,970.02
8012 00	SUMINISTRO DE TORNILLOS					
8012 02	TORNILLO DE 19.1 MM X 82.5 MM (3/4" X 3 1/4")		Pza.	48.00	13.00	624.00
8012 03	TORNILLO DE 19.1 MM X 88.9 MM (3/4" X 3 1/2")		Pza.	8.00	20.00	160.00
8012 04	TORNILLO DE 22.2 MM X 95.3 MM (7/8" X 3 3/4")		Pza.	60.00	21.00	1,260.00
8012 05	TORNILLO DE 25.4 MM X 114.3 MM (1" X 4 1/2")		Pza.	48.00	37.00	1,776.00
8012 07	TORNILLO DE 31.8 MM X 139.7 MM (1 1/4" X 5 1/2")		Pza.	120.00	77.00	9,240.00
8012 11	TORNILLO DE 31.8 MM X 158.8 MM (1 1/4" X 6 1/4")		Pza.	504.00	85.00	42,840.00

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

OBRA:

Derivación del Acueducto Paredes a Mascareñas y Reemplazo de tubería en el tramo del km 0+773 al km 1+932

Clave	Conceptos de Obra	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Importe (\$)
	Descripción				
8013 00	SUMINISTRO DE EMPAQUES DE PLOMO:				
8013 05	DE 152.4 MM (6") DE DIAMETRO.	Pza.	6.00	25.00	150.00
8013 06	DE 203 MM (8") DE DIAMETRO.	Pza.	1.00	54.00	54.00
8013 07	DE 254.0 MM (10") DE DIAMETRO.	Pza.	4.00	82.00	328.00
8013 08	DE 305 MM (12") DE DIAMETRO.	Pza.	1.00	108.00	108.00
8013 10	DE 406 MM (16") DE DIAMETRO.	Pza.	3.00	199.00	597.00
8013 13	DE 610 MM (24") DE DIAMETRO	Pza.	6.00	376.00	2,256.00
8013 14	DE 762 MM (30") DE DIAMETRO.	Pza.	18.00	508.00	9,144.00
8014 00	SUMINISTRO DE JUNTAS GIBALUT COMPLETAS				
8014 06	DE 203 mm (8") DE DIAMETRO	Pza.	1.00	252.00	252.00
8014 08	DE 305 mm (12") DE DIAMETRO	Pza.	1.00	516.00	516.00
8014 10	DE 406 mm (16") DE DIAMETRO	Pza.	2.00	1,297.00	2,594.00
8014 19	DE 609 mm (24") DE DIAMETRO	Pza.	5.00	2,699.00	13,495.00
8014 22	DE 762 mm (30") DE DIAMETRO	Pza.	17.00	4,320.00	73,440.00
8019 A0	SUMINISTRO DE VALVULA DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE CUERPO DE HIERRO GRIS ASTM A-48 FLOTADOR DE ACERO INOX (150 PSI)PINTURA EPOXICA				
8019 A5	DE 152 mm (6") DE DIAMETRO, BRIDADA	Pza.	2.00	3,910.00	7,820.00
8022 00	SUMINISTRO DE VALVULA DE COMPUERTA VASTAGO FIJO DE (125 PSI) PUESTA EN OBRA.				
8022 05	DE 152.4 mm (6") DE DIAMETRO	Pza.	2.00	3,770.00	7,540.00
8022 07	DE 254.0 mm (10") DE DIAMETRO	Pza.	2.00	9,742.00	19,484.00
8022 15	DE 609.6 mm (24") DE DIAMETRO	Pza.	1.00	45,466.20	45,466.20
	SUMA 8				2,623,992.56
9	ACARREOS Y FLETES				
9000 00	ACARREO 1ER. KM DE MATERIALES PETREOS PRODUCTO DE LA EXCAVACION, EN CAMINO:				
9000 03	PLANO BRECHA, LOMERIO SUAVE TERRACERIAS, LOMERIO PRONUNCIADO REVESTIDO, MONTAÑOSO PAVIMENTADO	M3	2,089.93	5.61	11,724.51
9002 00	ACARREO KMS SUBSECUENTES DE MAT. PETREOS PROD. EXCAVACION, EN CAMINO:				
9002 03	PLANO BRECHA, LOMERIO SUAVE TERRACERIAS, LOMERIO PRONUNCIADO REVESTIDO, MONTAÑOSO PAVIMENTADO	M3-KM	10,449.65	2.83	29,572.51
	SUMA 9				41,297.02
	Total				3,284,129.42

ANEXOS

MEMORIA DE CÁLCULO

**PROYECTO: REEMPLAZO DE TUBERÍA SOBRE EL ACUEDUCTO
MASCAREÑAS EN EL TRAMO DEL km 4+179 AL km 4+586**

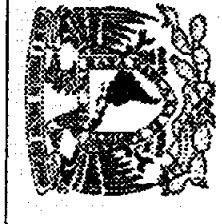
- ✓ *Análisis Hidráulico*
- ✓ *Cantidades de Obra*
- ✓ *Lista de Piezas Especiales*
- ✓ *Presupuesto*

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

DAIOS POR OBRA DE CAPTACION

GASTO A CONDUCIR	Q _m	34.00	20.50	235.00	25.00	27.00 l.p.s.
GASTO CONDUCIDO ACUM.	Q _{acum}	34.00	54.50	289.50	314.50	368.50 l.p.s.
DIAMETRO DE LA TUBERIA	D	0.41	0.41	0.76	0.76	0.76 m
RUGOSIDAD "E"	E	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090 mm
LONGITUD TOTAL	L	221.32	90.74	1,159.14	304.36	616.95 3,439.43 m
VISCOSIDAD CINEMATICA	ν	0.01000	0.01000	0.01000	0.01000	0.01000 cm ² /seg.
NUMERO DE REYNOLDS	Re	106.6E+3	170.9E+3	485.0E+3	626.9E+3	568.0E+3 814.0E+3
VELOCIDAD	V	26.28	42.10	63.82	69.33	74.84 80.79 cm/seg.
COEF. DE FRICCIÓN "f"	f	0.01990	0.01790	0.01471	0.01440	0.01430
AREA DE SECCION	A	1.294.62	1.294.62	4.536.47	4.536.47	4.536.47 cm ²

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f" se usa la fórmula siguiente:
 $f = 0.02 \log \left(\frac{VD}{3.71 + 2.51 \left(\frac{Re}{f} \right)^{1/4}} \right)$
 NORIA II 7.27 = 7.27
 NORIA I 7.54 = 7.54
 UNION ACU 8.25 = 8.25
 POZO B 8.28 = 8.28
 POZO 3 8.33 = 8.33
 POZO 5 8.38 = 8.38



PERDIDAS = hf = f(L/D)(V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISBACH"

DISTANCIA AL ORIGEN KM	ELEVACION DE TERRENO (m)	ELEVACION DE PLANTILLA (m)	ELEVACION DE PIEZ (m)	PRESION MAXIMA (TUBERIA) (kg/cm ²)	CARGA TRABAJO ESTÁTICA (m)	LON. GITUD (m)	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (pulg)		ANID (m ²)	PERNOJ (m)	RHD (m)	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	s hidráulica	hf	s rasante	DESNIVEL	OBSERVACIONES
								(m)	(m)											
0+461.28	928.37	928.37	988.37	988.37	53.00	221.32	A-C Clase A-7	16	16	0.1297	1.28	0.1016	0.26	0.0340	0.0189	0.000163	0.0360	0.000000	0.00	Inc. Noria II
0+682.80	928.37	928.37	988.37	988.37	54.00	90.74	A-C Clase A-7	16	16	0.1297	1.28	0.1016	0.42	0.0545	0.0178	0.000390	0.0360	0.000000	0.00	Inc. Noria I
0+773.34	927.82	927.82	988.37	988.37	55.99	26.23	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.83	0.2885	0.0147	0.000397	0.0100	0.001177	1.85	Interconexión a A. Paredes
0+798.57	928.23	928.23	988.37	988.37	55.91	53.79	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0193	-0.045268	1.85	TRAMO DE PROYECTO
0+847.17	930.43	928.59	982.37	988.58	53.89	48.60	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0158	-0.062574	1.85	TRAMO DE PROYECTO
0+887.12	932.83	931.08	982.25	1001.06	51.17	39.95	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	TRAMO DE PROYECTO
0+930.20	933.09	931.24	982.24	1001.24	51.00	126.21	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0171	-0.003715	1.85	TRAMO DE PROYECTO
1+056.41	931.15	929.30	982.19	988.30	52.99	95.78	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0390	-0.003742	1.85	TRAMO DE PROYECTO
1+162.18	931.70	929.85	982.15	988.85	52.30	52.52	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0390	-0.003742	1.85	TRAMO DE PROYECTO
1+254.00	930.67	928.82	982.04	988.82	53.22	95.78	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0208	0.025255	1.85	TRAMO DE PROYECTO
1+475.87	928.36	927.51	982.02	987.51	54.81	54.86	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0208	0.025255	1.85	TRAMO DE PROYECTO
1+635.91	928.17	928.68	981.88	986.88	55.10	51.87	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0208	0.025255	1.85	TRAMO DE PROYECTO
1+756.98	928.25	928.37	981.81	986.37	55.54	121.18	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0208	0.025255	1.85	TRAMO DE PROYECTO
1+918.54	927.87	925.71	981.84	985.71	56.13	96.96	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0208	0.025255	1.85	TRAMO DE PROYECTO
1+932.48	927.14	925.28	981.84	985.28	56.85	181.56	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0208	0.025255	1.85	TRAMO DE PROYECTO
2+016.51	927.94	927.94	981.80	987.94	53.86	84.03	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.63	0.2895	0.0147	0.000397	0.0208	0.025255	1.85	TRAMO DE PROYECTO
2+212.09	936.19	936.19	981.71	1006.19	45.62	195.59	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.69	0.3145	0.0146	0.000463	0.0369	0.0369185	0.00	Inc. Pozo 8 - TRAMO DE PROY.
2+236.84	937.46	937.46	981.70	1007.46	44.24	44.91	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.69	0.3145	0.0146	0.000463	0.0369	0.0369185	0.00	Inc. Pozo 8 - TRAMO DE PROY.
2+287.39	947.40	947.40	981.67	1017.40	34.27	34.97	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.74	0.3395	0.0144	0.000534	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
2+640.74	954.58	954.58	981.48	1024.58	26.90	353.35	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.74	0.3395	0.0144	0.000534	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
2+852.79	970.89	970.89	981.37	1040.89	10.48	212.05	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.74	0.3395	0.0144	0.000534	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
3+093.09	951.86	951.86	981.22	1021.22	29.36	30.51	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
3+136.79	945.29	945.29	981.19	1015.29	35.90	43.70	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
3+189.61	951.00	951.00	981.15	1021.00	30.15	62.82	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
3+236.20	947.93	947.93	981.13	1017.93	33.20	34.44	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
3+298.16	956.65	956.65	981.09	1026.65	24.44	25.72	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
3+357.96	982.29	982.29	981.06	1032.29	18.77	20.08	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
3+391.62	981.52	981.52	981.04	1031.52	19.52	20.85	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
3+479.05	985.68	985.68	980.98	1035.68	15.30	16.69	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
3+618.20	982.21	982.21	980.90	1022.21	28.89	32.67	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
3+684.04	957.51	957.51	980.86	1027.51	23.35	24.84	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
3+715.13	958.89	958.89	980.84	1028.89	21.95	23.26	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
3+905.37	964.40	964.40	980.72	1034.40	16.32	17.75	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
4+126.34	973.68	973.68	980.55	1043.68	8.90	8.47	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
4+151.21	971.93	971.93	980.57	1041.93	8.64	10.22	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
4+170.28	978.00	978.15	980.55	1048.15	4.40	8.00	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3
4+224.37	980.90	977.70	980.52	1047.70	2.82	4.45	A-C Clase A-7	30	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0270	0.0270225	0.00	Inc. Pozo 3

Revisión Hidráulica del Acueducto Mascareñas para el Proyecto de Reemplazo de Tubería en el Tramo del km 4+179 al 4+686. Época de Estiaje

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora



Para encontrar el valor del coeficiente de fricción "f" se usa la fórmula siguiente:
 $1 / (f \cdot (1/2)) = -2 \log ((ED)/3.71 + 2.51 / (Re \cdot (f \cdot (1/2))))$

NORIA I 7.27 = 7.27
 NORIA II 7.54 = 7.54
 UNION ACU. 8.25 = 8.25
 POZO 8 8.28 = 8.28
 POZO 3 8.33 = 8.33
 POZO 5 8.38 = 8.38

DATOS POR OBRA DE CAPTACION

Q _{max}	235.00	25.00	27.00 l.p.s.
Q _{conv}	289.50	314.50	366.50 l.p.s.
D	0.76	0.76	0.76 m
E	0.090	0.090	0.090 mm
L	1,159.14	304.36	616.95 3,439.43 m
V	0.01000	0.01000	0.01000 cm ² /seg.
R	106.6E+3	170.9E+3	588.8E+3 614.0E+3
V ₀	26.26	42.10	74.84 80.79 cm/seg.
f ₀	0.01690	0.01760	0.01471 0.01487
A ₀	1,294.62	1,294.62	4,536.47 4,536.47 cm ²

PERDIDAS = hf = f (L/D) (V²/2g) SEGUN "DARCY - WEISSBACH"

NORIA I	UNION ACU.	POZO 8	POZO 3	POZO 5
4.25	4.25	4.25	4.25	4.25

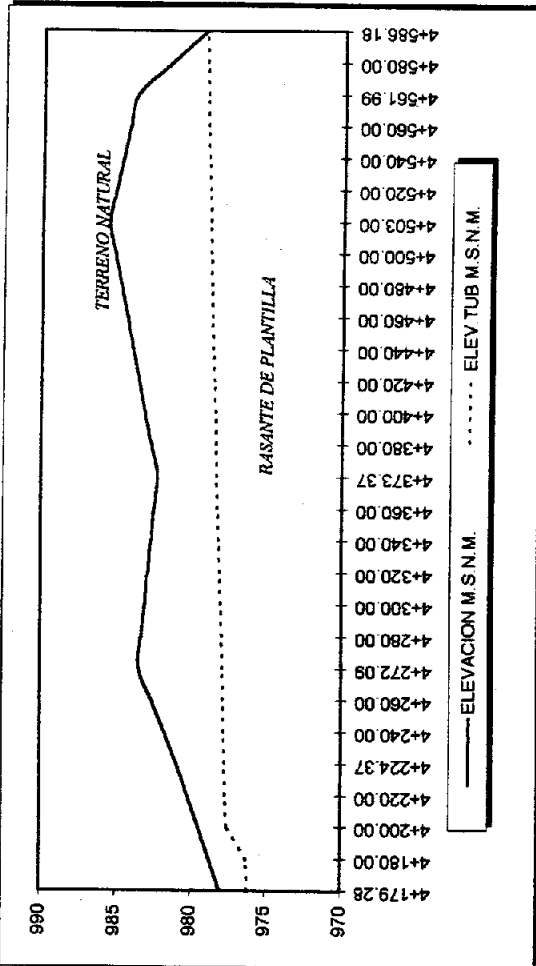
GASTO A CONDUCIR	ELEVACION DE TERRENO	ELEVACION DE PLANTILLA	ELEVACION DE PIEZ	ELEVACION DE TUBERIA	LONGITUD	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO		ANCHO	PERIMETRO	RHD	VEL V (m/s)	GASTO Q (m ³ /s)	f Darcy	s hidraulica	hf	s rasante	DESNIVEL	OBSERVACIONES	
							(m)	(pulg)												
4+272.09	893.46	977.00	980.48	1047.90	47.72	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0295	0.029547	5.58	TRAMO DE PROYECTO	
4+373.37	892.31	978.31	980.43	1048.31	101.28	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0628	0.029532	4.00	TRAMO DE PROYECTO	
4+603.00	885.60	978.85	980.35	1048.95	129.83	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0601	0.011571	6.75	Clima Cero TRAMO DE PROY.	
4+661.99	883.81	978.08	980.31	1048.95	58.99	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0364	-0.108682	4.72	TRAMO DE PROYECTO	
4+686.18	878.19	979.19	980.30	1048.18	24.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0149	0.038800	0.00	Inicia Tunel TRAMO DE PROY.	
4+673.37	889.19	979.19	980.24	1049.19	87.19	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0539	0.165189	20.00		
4+710.32	893.68	979.19	980.22	1043.19	38.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0228	-0.541813	14.49		
4+760.28	879.17	979.17	980.19	1049.17	2.98	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0309	-0.410128	0.00		
4+793.54	873.19	973.19	980.17	1043.19	49.96	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0205	-0.312688	0.00	Termina Tunel	
4+867.27	868.77	968.77	980.12	1038.77	33.26	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0455	-0.081921	0.00		
4+820.20	867.15	967.15	980.09	1037.15	73.73	A-C Clase A-7	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0532	-0.047453	0.00		
5+006.39	864.06	964.06	980.04	1034.06	52.93	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0700	-0.000088	0.00		
5+063.16	863.06	963.06	980.00	1033.06	86.19	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0532	-0.047453	0.00		
5+176.45	861.52	961.52	979.93	1031.52	56.77	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0327	-0.089995	0.00		
5+194.33	863.05	963.05	979.92	1033.05	113.29	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0351	-0.044742	0.00		
5+214.00	861.82	961.82	979.91	1031.82	17.89	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.1110	0.016779	0.00		
5+293.41	863.43	963.43	979.86	1033.43	19.67	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0491	0.038408	0.00		
5+365.69	864.87	964.87	979.82	1034.87	79.41	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0447	0.001660	0.00		
5+402.65	863.55	963.55	979.84	1033.55	72.28	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0228	0.013258	0.00		
5+444.97	865.36	965.36	979.81	1035.36	36.96	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0261	0.168006	0.00		
5+776.00	870.66	970.66	979.81	1040.66	42.32	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0203	0.022816	0.00		
5+800.16	872.89	972.89	979.83	1042.89	330.03	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0773	0.010706	0.00		
5+660.40	870.00	970.00	979.86	1044.00	125.16	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0372	0.019256	0.00		
6+020.57	874.05	974.05	979.46	1044.05	60.24	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0372	0.046202	0.00		
6+157.07	874.78	974.78	979.37	1044.78	136.50	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0843	0.029231	0.00		
6+292.22	878.04	978.04	979.29	1048.04	135.15	A-C Clase A-5	0.762	30	0.4560	2.39	0.1905	0.80	0.3665	0.0143	0.000618	0.0835	-7.212578	0.00		
																			2.9420	

Nota: * Para esta condición de funcionamiento se incorpora en el km. 0+773.34 un Q=235.00 lps del acueducto Paredes.

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Obra: Reemplazo de Tubería sobre el Acueducto Mascareñas en el tramo del km 4+179 al km 4+586

DISTANCIA KM	ELEVACION M.S.N.M.	ELEV.TUB M.S.N.M.
4+179.3	978.00	976.15
4+180.0	978.73	976.20
4+200.0	979.45	977.60
4+220.0	980.18	977.68
4+224.4	980.80	977.70
4+240.0	981.75	977.76
4+260.0	982.60	977.85
4+272.1	983.45	977.90
4+280.0	983.26	977.93
4+300.0	983.07	978.01
4+320.0	982.88	978.09
4+340.0	982.69	978.18
4+360.0	982.50	978.26
4+373.4	982.31	978.31
4+380.0	982.72	978.34
4+400.0	983.13	978.42
4+420.0	983.54	978.51
4+440.0	983.96	978.59
4+460.0	984.37	978.67
4+480.0	984.78	978.75
4+500.0	985.19	978.84
4+503.0	985.60	978.85
4+520.0	985.15	978.92
4+540.0	984.71	979.00
4+560.0	984.26	979.08
4+562.0	983.81	979.09
4+580.0	981.50	979.16
4+586.2	979.19	979.19



PROFUND. M.S.N.M.	LONGITUD M	PENDIENTE
1.85		
2.52	0.72	0.0700
1.85	20.00	0.0700
2.49	20.00	0.0041
3.20	4.37	0.0041
3.99	15.63	0.0041
4.75	20.00	0.0041
5.55	12.09	0.0041
5.33	7.91	0.0041
5.06	20.00	0.0041
4.79	20.00	0.0041
4.51	20.00	0.0041
4.24	20.00	0.0041
4.00	13.37	0.0041
4.38	6.63	0.0041
4.71	20.00	0.0041
5.04	20.00	0.0041
5.37	20.00	0.0041
5.70	20.00	0.0041
6.02	20.00	0.0041
6.35	20.00	0.0041
6.75	3.00	0.0041
6.23	17.00	0.0041
5.71	20.00	0.0041
5.18	20.00	0.0041
4.72	1.99	0.0041
2.34	18.01	0.0041
0.00	6.18	0.0041

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

Obra: Reemplazo de Tuberia sobre el Acueducto Mascareñas en el tramo del km 4+179 al km 4+586
CANTIDADES DE OBRA

Nc. Tramo	Distancia al Origen (km)	Elevación de Terreno		Elevación de Plantilla		Longitud (mts.)	Diámetro			Dator Zanja		Área de Tücos (m ²)	Excavación en roca		Plantilla		Rellenos		Limpieza Trazo (m ²)	Acarreo									
		Final (mts.)	Inicial (mts.)	Final (mts.)	Inicial (mts.)		A (m)	Hm (m)	AREA (m ²)	Aterrazas (m ³)	Sena (m ³)		Total (m ³)	Espesor (m)	Vol (m ³)	A Acostillado (m ³)	A Volteo (m ³)	Compacta (m ³)		Total (m ³)	de Banco (m ³)	de Tiro (m ³)							
1	4+179.28																												
2	4+180.00	978.00	978.73	978.15	978.20	00.72	30	0.762	1.50	2.19	4.48	0.4560	3.23	0.00	3.23	0.14	0.15	0.00	1.02	0.00	1.72	1.72	1.9	1.17	1.50				
3	4+200.00	978.73	979.45	978.20	977.60	20.00	30	0.762	1.50	2.19	4.48	0.4560	89.54	0.00	89.54	0.14	4.20	0.00	28.38	0.00	47.84	47.84	51.9	32.58	41.70				
4	4+220.00	979.45	980.18	977.60	977.68	20.00	30	0.762	1.50	2.17	4.44	0.4560	88.71	0.00	88.71	0.14	4.20	0.00	28.38	0.00	47.01	47.01	51.7	32.58	41.70				
5	4+224.37	980.18	980.90	977.68	977.70	04.37	30	0.762	1.50	2.85	6.28	0.4560	27.49	0.00	27.49	0.14	0.92	0.00	6.20	0.00	18.39	18.39	12.8	7.12	9.11				
6	4+240.00	980.90	981.75	977.70	977.76	15.83	30	0.762	1.50	3.59	8.88	0.4560	140.46	0.00	140.46	0.14	3.28	0.00	22.16	0.00	97.35	97.35	114.1	25.46	43.11				
7	4+260.00	981.75	982.60	977.76	977.85	20.00	30	0.762	1.50	4.37	14.80	0.4560	296.05	0.00	296.05	0.14	4.20	0.00	28.38	0.00	124.55	124.55	153.7	32.58	171.50				
8	4+272.09	982.60	983.45	977.85	977.90	12.09	30	0.762	1.50	5.15	20.98	0.4560	253.61	0.00	253.61	0.14	2.54	0.00	17.15	0.00	75.28	75.28	97.6	19.69	178.33				
9	4+280.00	983.45	983.26	977.90	977.93	07.91	30	0.762	1.50	5.44	23.33	0.4560	184.62	0.00	184.62	0.14	1.86	0.00	11.23	0.00	49.27	49.27	65.0	12.89	135.35				
10	4+300.00	983.26	983.07	977.93	978.01	20.00	30	0.762	1.50	5.19	21.32	0.4560	426.30	0.00	426.30	0.14	4.20	0.00	28.38	0.00	124.55	124.55	161.9	32.58	301.75				
11	4+320.00	983.07	982.88	978.01	978.09	20.00	30	0.762	1.50	4.92	18.13	0.4560	382.57	0.00	382.57	0.14	4.20	0.00	28.38	0.00	124.55	124.55	159.2	32.58	258.02				
12	4+340.00	982.88	982.69	978.09	978.18	20.00	30	0.762	1.50	4.65	16.98	0.4560	339.57	0.00	339.57	0.14	4.20	0.00	28.38	0.00	124.55	124.55	156.5	32.58	215.02				
13	4+360.00	982.69	982.50	978.26	978.26	20.00	30	0.762	1.50	4.38	14.87	0.4560	297.32	0.00	297.32	0.14	4.20	0.00	28.38	0.00	124.55	124.55	153.8	32.58	172.77				
14	4+373.37	982.50	982.31	978.26	978.31	13.37	30	0.762	1.50	4.12	12.89	0.4560	172.42	0.00	172.42	0.14	2.81	0.00	18.97	0.00	83.27	83.27	101.1	21.78	89.14				
15	4+380.00	982.31	982.72	978.31	978.34	06.83	30	0.762	1.50	4.19	13.42	0.4560	88.95	0.00	88.95	0.14	1.39	0.00	9.40	0.00	41.28	41.28	50.3	10.80	47.67				
16	4+400.00	982.72	983.13	978.34	978.42	20.00	30	0.762	1.50	4.54	16.16	0.4560	323.17	0.00	323.17	0.14	4.20	0.00	28.38	0.00	124.55	124.55	155.4	32.58	198.62				
17	4+420.00	983.13	983.54	978.42	978.51	20.00	30	0.762	1.50	4.87	18.74	0.4560	374.84	0.00	374.84	0.14	4.20	0.00	28.38	0.00	124.55	124.55	158.7	32.58	250.29				
18	4+440.00	983.54	983.96	978.51	978.59	20.00	30	0.762	1.50	5.20	21.38	0.4560	427.59	0.00	427.59	0.14	4.20	0.00	28.38	0.00	124.55	124.55	162.0	32.58	303.04				
19	4+460.00	983.96	984.37	978.59	978.67	20.00	30	0.762	1.50	5.53	24.07	0.4560	481.42	0.00	481.42	0.14	4.20	0.00	28.38	0.00	124.55	124.55	165.3	32.58	356.87				
20	4+480.00	984.37	984.78	978.67	978.75	20.00	30	0.762	1.50	5.86	26.82	0.4560	536.33	0.00	536.33	0.14	4.20	0.00	28.38	0.00	124.55	124.55	168.6	32.58	411.78				
21	4+500.00	984.78	985.19	978.75	978.84	20.00	30	0.762	1.50	6.19	29.62	0.4560	592.33	0.00	592.33	0.14	4.20	0.00	28.38	0.00	124.55	124.55	171.9	32.58	467.78				
22	4+503.00	985.19	985.60	978.84	978.85	03.00	30	0.762	1.50	6.55	32.78	0.4560	98.33	0.00	98.33	0.14	0.63	0.00	4.26	0.00	18.68	18.68	26.3	4.89	79.65				
23	4+520.00	985.60	985.15	978.85	978.92	17.00	30	0.762	1.50	6.49	32.26	0.4560	548.38	0.00	548.38	0.14	3.57	0.00	24.12	0.00	105.87	105.87	148.7	27.69	442.51				
24	4+540.00	985.15	984.71	978.92	979.00	20.00	30	0.762	1.50	5.97	27.75	0.4560	554.91	0.00	554.91	0.14	4.20	0.00	28.38	0.00	124.55	124.55	169.7	32.58	430.36				
25	4+560.00	984.71	984.26	979.00	979.08	20.00	30	0.762	1.50	5.44	23.32	0.4560	466.40	0.00	466.40	0.14	4.20	0.00	28.38	0.00	124.55	124.55	164.4	32.58	341.85				
26	4+561.89	984.26	983.81	979.08	979.09	01.99	30	0.762	1.50	4.95	19.33	0.4560	38.41	0.00	38.41	0.14	0.42	0.00	2.82	0.00	12.37	12.37	15.8	3.24	26.04				
27	4+580.00	983.81	981.50	979.09	979.16	18.01	30	0.762	1.50	3.53	8.51	0.4560	153.33	0.00	153.33	0.14	3.78	0.00	25.56	0.00	112.18	112.18	130.8	29.34	41.15				
28	4+586.18	981.50	979.19	979.16	979.19	06.18	30	0.762	1.50	1.17	2.09	0.4560	12.93	0.00	12.93	0.14	1.30	0.00	8.77	0.00	0.05	0.05	12.9	10.07	12.89				
													SUMA:	7,399.23	0.00	7,399.23	85.45	577.36	0.00	2,379.72	2,379.72	2,982.20	662.81	5,069.51					
													406.90																

NOTAS: NO SE ESTA CONSIDERANDO ABLUNDAMIENTO EN LOS ACARREOS DE MATERIAL SE CONSIDERO QUE HASTA 30cm SOBRE LOMO DEL TOBO EL RELLENO FUESE CON MATERIAL DE BANCO (ACOSTILLADO, COMPACTADO AL 95 % DE SU PESO VOLUMETRICO SECO) SE CONSIDERO QUE LA PLANTILLA FUESE DE MATERIAL DE BANCO COMPACTADA AL 95 % DE SU PESO VOLUMETRICO SECO

LISTA DE PIEZAS ESPECIALES

SIMBOLO	CONCEPTO	TOTAL	Peso/Pza kg	Peso kg
	PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO			
	Codo de 45 grados de Fo. Fo. de: 762 mm (30") de diámetro	1	669.00	669.00
	Extremidades de Fo. Fo. de: 762 mm (30") de diámetro	2	402.00	804.00
	Juntas Gibault de: 762 mm (30") de diámetro	4		1,473.00
	Empaques de Plomo de: 762 mm (30") de diámetro	2		
	Tornillos con cabeza y tuerca hexagonal Tornillo de 31.8 x 165.1 mm (1 1/4" x 6 1/2")	56		
	Atraques	1		

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

OBRA:

Reemplazo de Tuberia sobre el Acueducto Mascareñas en el tramo del km 4+179 al km 4+586

Clave	Conceptos de Obra Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Importe (\$)
1	TERRACERIAS.				
1005 01	LIMPIEZA Y TRAZO EN EL AREA DE TRABAJO.	M2	2,982.20	5.13	15,298.70
1042 00	EXCAVACION EN ROCA PARA ZANJAS EN ZONA B, INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL , AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, AFINES, TRASPALEOS Y CONSERVACION DE LA EXCAVACION				
1042 04	EN ZONA B DE 0.0 A 6.50 M. DE PROFUNDIDAD.	M3	7,399.23	189.77	1,404,152.57
1130 00	PLANTILLA APISONADA AL 90% PORTER EN ZANJAS.....				
1130 02	COLOCACION DE PLANTILLA EN ZANJAS A BASE DE MATERIAL DE BANCO (GRAVA-ARENA), HASTA UNA PROF. DE 8M..	M3	85.45	64.61	5,520.87
1131 00	INCLUYE ACARREOS LOCALES, HERRAMIENTA Y EQUIPO RELLENO DE ZANJAS.....				
1131 01	A VOLTEO CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION COMPACTADO AL 95% PRUEBA PROCTOR, CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	M3	0.00	4.70	0.00
1131 03	RELLENO ACOSTILLADO DE EXCAVACIONES EN ZANJAS..	M3	2,329.72	36.42	84,848.54
1132 00	ACOSTILLADO CON MATERIAL DE BANCO (GRAVA-ARENA) HASTA 30 CM. DEL LOMO DE TUBO, INCLUYENDO ACARREOS LOCALES, HERRAMIENTA Y EQUIPO.				
1132 01	PRESTAMO DE BANCO	M3	577.36	80.95	46,737.56
1134 00	SUMINISTRO DEL MATERIAL DE BANCO (TEPETATE O GRAVA-ARENA), CON DIAMETRO MAXIMO DE MATERIAL DE 2", INCLUYE: CARGA EN CAMION, ACARREOS LOCALES, DESMONTE, DESPALME, BANDEO DEL MATERIAL Y SUMA 1	M3	662.81	92.77	61,491.21
					1,618,049.46
2	AGUA POTABLE				
2010 00	INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO CLASE A-5				
2010 13	DE 762 mm (30") DE DIAMETRO	M	406.90	58.82	23,933.92
2004 01	LOCALIZACION DE TUBERIAS Y/O INSTALACIONES EXISTENTES. INCLUYE. MAQUINARIA, EQUIPO, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA	SONDEO	2.00	3,000.00	6,000.00
2130 00	INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE:				
2130 01	FIERRO FUNDIDO	KG	1,473.00	2.57	3,785.61
2176 00	INSTALACION DE JUNTAS GIBALUT COMPLETAS DE:				
2176 10	DE 30" (762.0 MM) DE DIAMETRO.	Pza.	4.00	1,149.47	4,597.88
	SUMA 2				38,317.41
8	SUMINISTROS				
8001 00	SUMINISTRO DE TUBERIA DE ASBESTO CEMENTO CLASE A-5				
8001 13	DE 762 mm (30") DE DIAMETRO	M	406.90	1,403.90	571,248.31
8007 00	SUMINISTRO DE PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO, (EXCLUYENDO EXTREMIDADES) PUESTAS EN EL ALMACEN DE LA OBRA				
8007 04	DE 762 MM (30") A 1218 MM (48") DE DIAMETRO.	kg	669.00	24.62	16,470.78
8008 00	SUMINISTRO DE EXTREMIDADES DE FIERRO FUNDIDO, EN OBRA				
8008 04	DE 762 MM (30") A 1218 MM (48") DE DIAMETRO.	kg	804.00	22.53	18,114.12
8012 00	SUMINISTRO DE TORNILLOS				
8012 11	TORNILLO DE 31.8 MM X 165.1 MM (1 1/4" X 6 1/2")	Pza.	56.00	85.00	4,760.00
8013 00	SUMINISTRO DE EMPAQUES DE PLOMO:				
8013 14	DE 762 MM (30") DE DIAMETRO.	Pza.	2.00	508.00	1,016.00
8014 00	SUMINISTRO DE JUNTAS GIBALUT COMPLETAS				
8014 22	DE 762 mm (30") DE DIAMETRO	Pza.	4.00	4,320.00	17,280.00
	SUMA 8				628,889.21

Tesis Profesional: Aprovechamiento del gasto óptimo de explotación en las captaciones de los sistemas de abastecimiento de agua Paredes y Mascareñas en la Cd. de Nogales, Sonora

OBRA:

Reemplazo de Tubería sobre el Acueducto Mascareñas en el tramo del km 4+179 al km 4+586

Clave	Conceptos de Obra	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Importe (\$)
	Descripción				
9	ACARREOS Y FLETES				
9000 00	ACARREO 1ER. KM DE MATERIALES PETREOS PRODUCTO DE LA EXCAVACION, EN CAMINO:				
9000 03	PLANO BRECHA, LOMERIO SUAVE TERRACERIAS, LOMERIO PRONUNCIADO REVESTIDO, MONTAÑOSO PAVIMENTADO	M3	5,069.51	5.61	28,439.95
9002 00	ACARREO KMS SUBSECUENTES DE MAT. PETREOS PROD. EXCAVACION, EN CAMINO:				
9002 03	PLANO BRECHA, LOMERIO SUAVE TERRACERIAS, LOMERIO PRONUNCIADO REVESTIDO, MONTAÑOSO PAVIMENTADO	M3-KM	10,139.02	2.83	28,693.43
	SUMA 9				57,133.38
	Total				2,342,389.45