



**Estudio de alternativas
Acueducto Chapala-Guadalajara
Evaluación Técnico – Económica**

INDICE

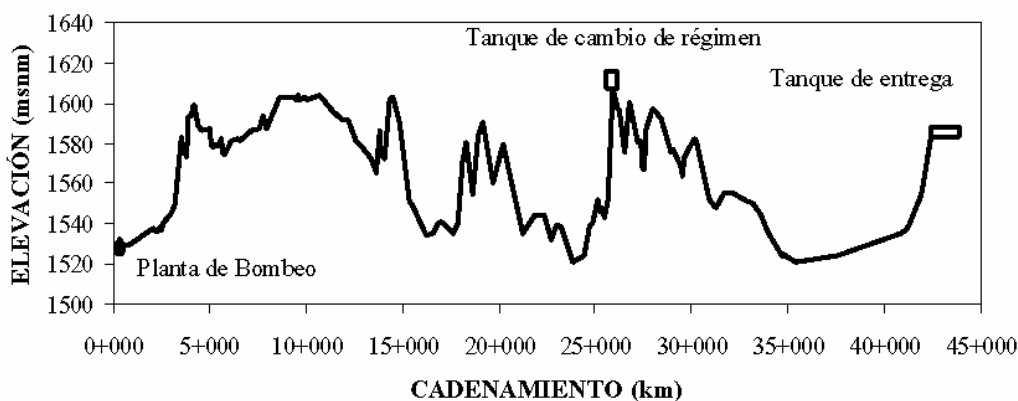
1.	Descripción del acueducto.....	1
2.	Demanda y oferta de agua potable.....	2
3.	Análisis de la situación de Proyecto inicial (año 1990).....	3
3.1.	Datos técnicos de diseño de las bombas instaladas.	3
3.2.	Posible funcionamiento de las bombas en todo el rango Q-H.....	5
3.3.	Cálculo NPSH.....	7
4.	Ensayos de los grupos de la Estación de Bombeo	8
4.1.	Ensayos de los grupos de la Estación de Bombeo realizados con fecha año 2000-2001	8
4.2.	Ensayos de la Estación de Bombeo realizados con fecha octubre 2007	13
4.2.1.	Ensayos de caudales y rendimientos	13
4.2.2.	Piezométricas del sistema.....	14
5.	Gráficos de las curvas combinadas de la Estación de Bombeo	15
5.1.	Parábolas del sistema	15
5.2.	Curvas características Q-H de bombas.....	17
5.3.	Gráfico de curvas combinadas	18
5.4.	Conclusiones	20
6.	Evolución en el tiempo de las pérdidas de carga del sistema	20

6.1.1.	Tubería de impulsión	20
6.1.2.	Conducción de Gravedad	21
7.	Costo energético y rendimiento de la instalación	22
7.1.	Gasto producido y costo energético consumido durante el año 2007.	22
7.2.	Tarifa de facturación eléctrica	23
7.3.	Facturación de energía consumida	23
7.3.1.	Horario	23
7.3.2.	Cuotas aplicables en el año 2007	25
7.4.	Facturación de demanda de energía.....	25
7.5.	Cálculo de Costos de energía durante el año 2007	26
8.	Alternativas consideradas en el Estudio.	28
8.1.	Base 2.....	28
8.2.	Alternativa 1.	28
8.3.	Alternativa 2.	29
8.4.	Alternativa 3	29
8.5.	Alternativa 4.	30
8.6.	Alternativa 4 bis.....	30
8.7.	Alternativa 5.	31
8.8.	Alternativa 6.	31

9.	Evaluación técnico-económica de alternativas	33
9.1.	Valoración de las alternativas.....	33
9.2.	Indicadores de evaluación	34
9.2.1.	Valor Actual Neto	34
9.2.2.	Tasa Interna de Retorno	35
9.2.3.	Relación beneficio costo	36
9.3.	Resumen de alternativas	36
9.4.	Decisión sobre la alternativa más idónea	38
9.5.	Base 2.....	40
9.6.	Alternativa 1.	42
9.7.	Alternativa 2.	45
9.8.	Alternativa 3.	48
9.9.	Alternativa 4.	51
9.10.	Alternativa 4 bis.....	54
9.11.	Alternativa 5.	57
9.12.	Alternativa 6.	60

1. Descripción del acueducto.

El Acueducto Chapala-Guadalajara consta de dos tramos de conducción divididos por un tanque de cambio de régimen. En junio de 1990 se inició la operación del tramo por bombeo del Acueducto Chapala – Guadalajara. Este primer tramo de conducción, de 26 Km. de largo, inicia en la planta de bombeo ubicada en la ribera del Lago de Chapala.



La planta cuenta con seis equipos de bombeo verticales, cinco para operación normal más uno de reserva, con una carga y un caudal de diseño de 138.0 m y 1.5 m³/s, respectivamente. Los equipos son operados mediante motores de inducción de 3,500 HP con velocidad de giro de 714 r.p.m.

A lo largo del tramo de bombeo se ubican varios dispositivos para control de los transitorios hidráulicos. En la descarga de la planta de bombeo se localiza una batería de cámaras de aire formada por tres tanques hidroneumáticos de 12.0 m de altura y 3.50 m de diámetro. Adicionalmente, como dispositivos de protección secundarios, se tienen dos tanques unidireccionales de sección circular; el primero se ubica en el kilómetro 3+540 y tiene 12.0 m de diámetro y 23.0 m de altura; el segundo, de 18.0 m de diámetro y 19.0 m de altura, se localiza en el kilómetro 9+123.

El tramo de conducción a bombeo termina en un tanque de cambio de régimen de 34.0 m de largo por 5.0 m de ancho. Este tanque está dividido en dos secciones mediante un par de compuertas deslizantes de sección cuadrada (2.0 m x 2.0 m) que, de ser requerido, permiten regular el flujo entre las dos secciones del tanque. En la sección aguas arriba del tanque se tiene un vertedor lateral que, mediante la operación de compuertas, permite derivar gasto hacia el canal "El Guayabo".

El segundo tramo de conducción, de 16.5 Km. de longitud, va del tanque de cambio de régimen hacia un tanque de regulación, de 35,000 m³ de capacidad, localizado en el Cerro del Cuatro en la periferia de la Ciudad de Guadalajara. Justo antes de la llegada al tanque, la tubería de 2.10 m se divide en dos tuberías de 1.50 m de diámetro donde se localizan válvulas de mariposa para control del flujo que ingresa al tanque de entrega.

Es importante mencionar que justo aguas arriba del punto donde la tubería de 2.10 m de diámetro se divide en dos tubos de 1.50 m, se ubica una "T" que permite derivar el flujo hacia el inicio del Acueducto Cerro del Cuatro. Esta conducción, denominada "by-pass", permite el funcionamiento de los acueductos cuando el tanque de regulación se encuentra fuera de servicio.

2. Demanda y oferta de agua potable

La Zona Metropolitana de Guadalajara se abastece principalmente de los volúmenes almacenados en el Lago de Chapala, el cual se alimenta de los escurrimientos del Río Lerma. La Concesión otorgada a la ciudad de Guadalajara para extraer agua de Chapala es de 240 millones de m³ al año, lo que representa un Gasto medio de 7.61 m³/s.

En toda la edad que tiene el sistema nunca se ha alcanzado ese gasto de extracción del Lago de Chapala Guadalajara. De acuerdo a los datos históricos del Lago el Gasto promedio que se le ha extraído es de alrededor de 5.0 m³/s.

En el año de 1998 se extrajo un gasto promedio de 5.96 m³/s. Lo que significa un volumen de 187.92 millones de m³.

En el año del 2004 se extrajo un gasto promedio de 4.71 m³/s lo que representa un volumen de 149.06 millones de m³.

En el año del 2007 se va a extraer aproximadamente promedio de 4.9341 m³/s lo que representa un volumen de 154.91 millones de m³.

3. Análisis de la situación de Proyecto inicial (año 1990)

3.1. Datos técnicos de diseño de las bombas instaladas.

Las bombas y motores que se instalaron de acuerdo a pedido fueron:

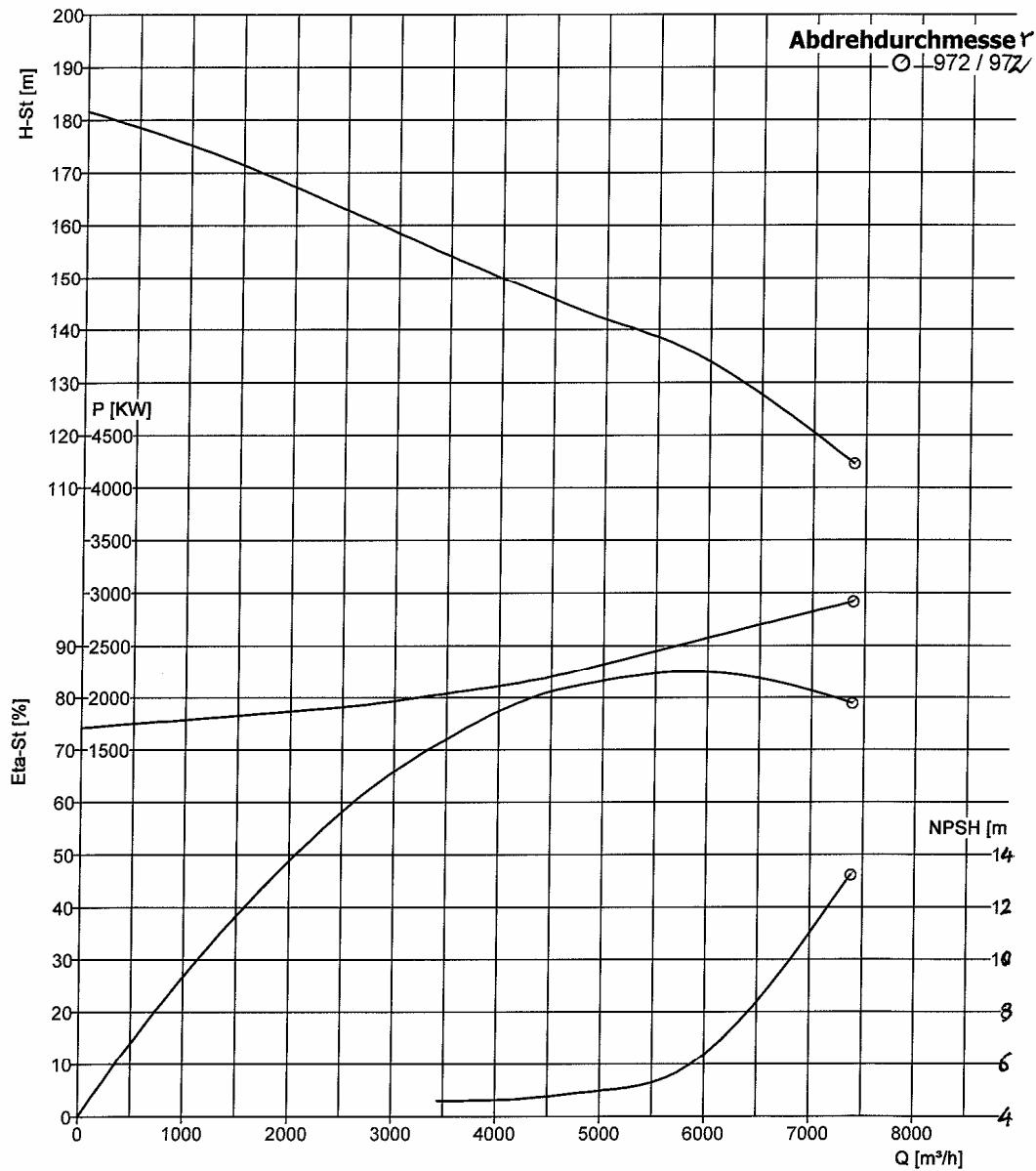
- Seis bombas marca KSB tipo SEZ 900-975/2 (cinco operando) verticales de flujo radial, dos pasos, con un punto de diseño de 138 m.c.a para 1.5 m³/s y una eficiencia del 89% según plano M-0304-A suministrado por KSB. (Ver Anexo I: "Referencias")
- Seis motores de inducción trifásicos marca Hitachi de 3500 HP alimentados a 6600 Voltios y girando a una velocidad de 715 r.p.m.

A continuación se muestra de forma tabular los datos suministrados por el fabricante para una bomba KSB tipo SEZ 900-975 a 715 r.p.m.:

Q	Q	H	Rendimiento	NPSHr	Potencia	
m ³ /h	l/seg	m.c.a.	%	m.c.a.	Kw.	HP
0.00	0.00	182.00	0.00		1750.00	2346.75
1000.00	277.78	175.00	26.50		1800.14	2413.99
2000.00	555.56	167.50	49.00		1863.64	2499.15
3000.00	833.33	158.50	65.50	4.50	1978.90	2653.70
4000.00	1111.11	150.00	77.00	4.60	2124.10	2848.42
5000.00	1388.89	142.00	83.00	5.00	2331.82	3126.97
5500.00	1527.78	138.50	85.00	5.40	2442.91	3275.94
6000.00	1666.67	134.00	85.00	6.40	2578.41	3457.64
6500.00	1805.56	128.00	84.00	8.40	2699.96	3620.65
7389.00	2052.50	115.00	79.00	13.20	2932.04	3931.87

Como puede observarse en los datos anteriores la bomba no puede funcionar en todo el rango Q-H de su curva por superarse la potencia de los motores de 3500 HP (2609.95 KW). Si se adopta un resguardo del 10% prácticamente las bombas no pueden funcionar a caudales mayores que el caudal nominal.

A continuación se adjunta la curva característica Q-H de forma gráfica suministrada por KSB en la actualidad.



Projekt:	Hydraulik:	SEZ	Typ/Größe:	SEZ 900-975 / 2
Projekt-No:	Temperatur [°C]:	0	DNS:	0 DND:
Name:	Dichte [kg/m³]:	0	n [1/min]:	715
Datum:	Laufrad-KZ:	039.5.615	Stufen/Fluten:	0 / 0
Abteilung:	Leitrad-KZ:	039.13.DS (18669)	Kurven-Nummer:	H801202718_3

3.2. Hipótesis de funcionamiento actual de las bombas en todo el rango Q-H

A partir de los datos suministrados por SIAPA se deduce que para que puedan funcionar las bombas en todo el rango Q-H con los motores instalados fue preciso recortar el diámetro de los rodets, con el fin de que absorbiesen menor potencia y el motor pueda suministrar la potencia requerida.

Esta solución adoptada en su momento ha conllevado que con la misma altura manométrica la bomba aporte menos caudal, disminuyendo el rendimiento en función de la forma de la curva.

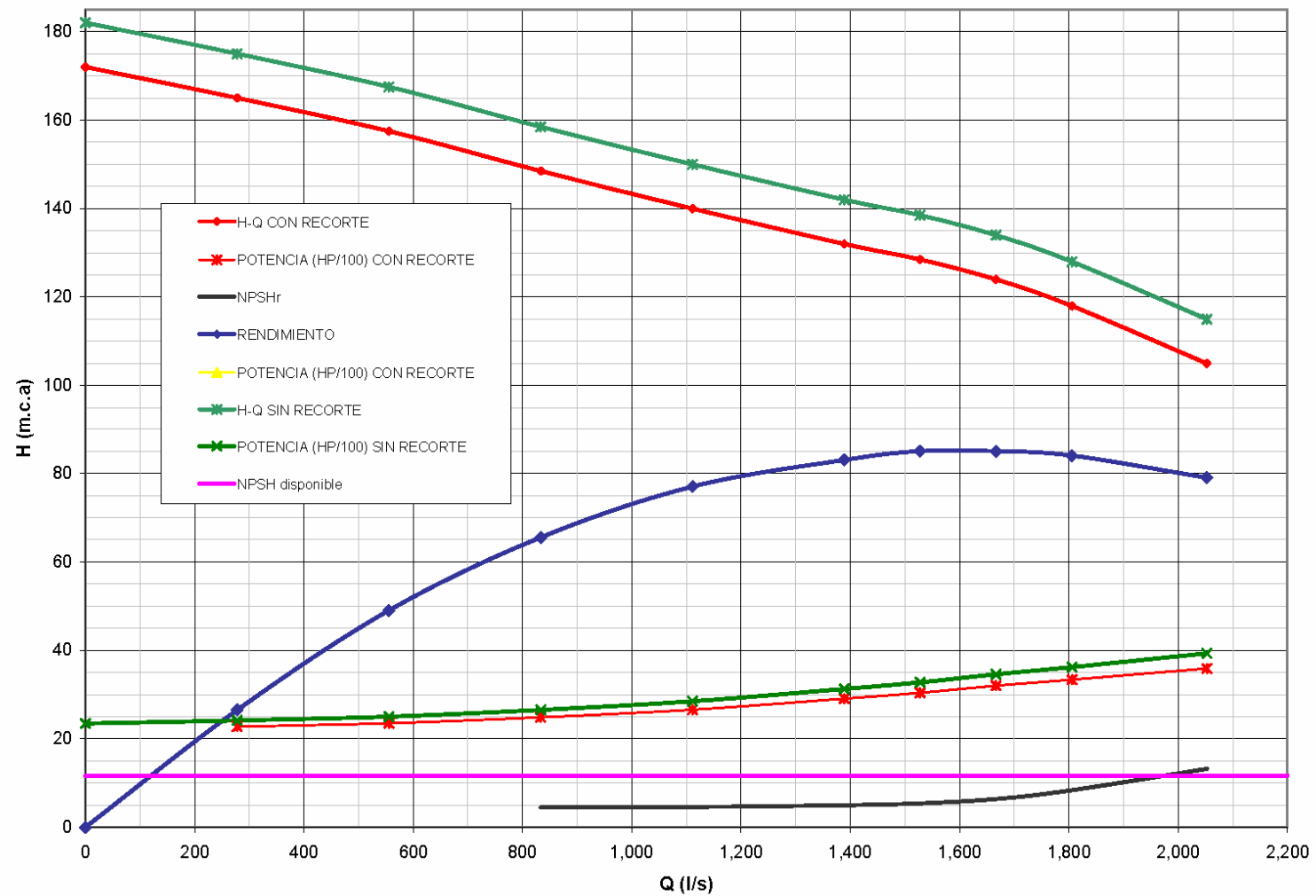
A continuación se muestra de forma tabular los datos de la bomba con el recorte máximo de rodete para que esta pueda funcionar en todo su rango con el motor instalado:

Q	Q	H	Rendimiento	NPSHr	Potencia	
m ³ /h	l/seg	m.c.a.	%	m.c.a.	Kw.	HP
0,00	0,00	172,00	0,00			
1.000,00	277,78	165,00	26,50		1.697,27	2.276,05
2.000,00	555,56	157,50	49,00		1.752,38	2.349,94
3.000,00	833,33	148,50	65,50	4,50	1.854,05	2.486,28
4.000,00	1.111,11	140,00	77,00	4,60	1.982,49	2.658,52
5.000,00	1.388,89	132,00	83,00	5,00	2.167,60	2.906,76
5.500,00	1.527,78	128,50	85,00	5,40	2.266,53	3.039,41
6.000,00	1.666,67	124,00	85,00	6,40	2.385,99	3.199,61
6.500,00	1.805,56	118,00	84,00	8,40	2.489,03	3.337,79
7.389,00	2.052,50	105,00	79,00	13,20	2.677,08	3.589,97

Por tanto se constata que se ha recortado el rodete para bajar la altura de bombeo en 10 m.c.a, aproximadamente.

Se adjuntan los gráficos de las dos situaciones:

CURVAS BOMBA KSB TIPO SEZ 900-975/2



3.3. Cálculo NPSH

El NPSH disponible en la instalación está dado por la expresión:

$$\text{NPSH disponible} = \text{CA} - \text{CS} - \text{Pv} - \Delta\text{Ha} + \text{Pat.}$$

Donde

CA = Nivel mínimo del agua en la aspiración. = 1516m (Es la condición más desfavorable)

CS = Nivel del eje del rodete inferior de las bombas = 1513.9 m

PV = Presión de vaporización del agua a 20° C = 0.24 m.c.a.

ΔHa = Pérdidas de carga en la aspiración de la bomba = 0 por ser una bomba vertical.

Pat = Presión atmosférica a 1500 m sobre nivel del mar = 9.799 m.c.a.

$$\text{NPSH disponible} = 1516 - 1513.9 - 0.24 + 9.799 = 11.659 \text{ m}$$

El valor del NPSH disponible debe ser superior al valor del NPSH requerido por la bomba.

En las siguientes tablas se recogen los valores de NPSH aportados por el fabricante.

Q m3/h	Q l/seg	NPSHr m.c.a.
0.00	0.00	
1000.00	277.78	
2000.00	555.56	
3000.00	833.33	4.50
4000.00	1111.11	4.60
5000.00	1388.89	5.00
5500.00	1527.78	5.40
6000.00	1666.67	6.40
6500.00	1805.56	8.40
7389.00	2052.50	13.20

Como puede observarse para un caudal de 7389 m3/seg con cota mínima en la aspiración, las bombas cavitan ya que el NPSH disponible de la instalación es inferior al NPSH requerido por el fabricante

4. Ensayos de los grupos de la Estación de Bombeo

4.1. Ensayos de los grupos de la Estación de Bombeo realizados con fecha año 2000-2001

A fin de establecer el comportamiento real de los equipos de bombeo la UNAM y SIAPA realizaron campañas de medición en campo en distintas fechas. Estos trabajos fueron recogidos en el documento de referencia "INSPECCIÓN Y SUPERVISIÓN DE LOS TRABAJOS DE LIMPIEZA INTERIOR DE LA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN DEL ACUEDUCTO CHAPALA – GUADALAJARA EN EL TRAMO T.C.R. – T.E. Y DEL ACUEDUCTO CERRO DEL CUATRO. MEDICIONES EN LOS EQUIPOS DE BOMBEO, REVISIÓN Y DIAGNÓSTICO DE ESTRUCTURAS ESPECIALES DEL ACUEDUCTO CHAPALA-GUADALAJARA" .

El día 5 del mes de septiembre del año 2000, personal del SIAPA, de KSB de México SA de CV y del Instituto de Ingeniería de la UNAM, llevaron a cabo las mediciones de campo para establecer las condiciones de operación del equipo de bombeo # 3 del Acueducto Chapala-Guadalajara, después de haber sido rehabilitado por el fabricante. El 27 de Agosto de 2000 se realizaron las pruebas de los equipos 1,2 y 5. Los días 26 y 27 de enero del año 2001 se realizaron las de los equipos 6 y 4 después de haber sido rehabilitadas. Las pruebas de los equipos 3, 4 y 6 fueron realizadas operándose las bombas de forma individual y después de haber sido rehabilitadas por el fabricante. Las de los equipos 1,2 y 5 se realizaron con los tres equipos operando.

El equipo de bombeo 1 (que es el que presenta las eficiencias más altas, después del equipo 3) fue rehabilitado utilizando **impulsores y anillo de desgaste de bronce** nuevos (accesorios de repuesto), en agosto de 1998.

Por su parte, el equipo 2 fue rehabilitado en mayo de 1999, utilizando sus impulsores originales reparados **con recubrimiento cerámico** y con anillos de desgaste nuevos pero de acero inoxidable. Adicionalmente, debido a un problema de "amarre" durante el primer arranque del equipo 2 (luego de haber sido reparado), fue necesario desensamblar el equipo para maquinado de los laberintos. Estos trabajos implicaron que se perdiera la geometría original al aumentar el claro en dichos laberintos.

El equipo 5 fue rehabilitado en enero de 2000 con **impulsores de acero inoxidable** rechazados en la fundición.

Se aprecia que los rodetes son de un material distinto, ¿se están haciendo pruebas?

A continuación se muestra un resumen con los resultados de las pruebas:

Fecha	Bomba operando (#)	Prueba (#)	Gasto (m ³ /s)	Carga (m)	Eficiencia (%)
26/01/2001	6	1	0.915	142.8	69.1
		2	1.705	119.9	77.6
		3	1.473	131.8	79.3
		4	1.238	137.9	77.8
		5	0.625	149.1	57.8
27/01/2001	4	1	1.269	137.1	78.6
		2	1.700	120.2	79.0
		3	1.441	131.8	79.4
		4	1.167	138.7	76.5
		5	1.575	125.0	78.2
5/09/2000	3	1	1.804	121.7	85.8
		2	1.485	132.8	84.9
		3	1.262	138.2	83.9
		4	0.963	141.9	75.5
		5	0.786	144.0	69.8
27/08/2000	1	1	1.513	135.3	81.0
		2	1.566	134.1	82.2
		3	1.490	136.0	81.2
		4	1.458	136.7	81.8
		5	1.336	139.6	80.1
	2	1	1.131	138.8	77.2
		2	1.174	137.6	73.4
		3	1.353	135.1	80.8
		4	1.368	134.8	79.0
		5	1.464	132.6	82.0
	5	1	1.457	133.7	81.3
		2	1.568	131.6	83.0
		3	1.358	135.2	79.4
		4	1.324	136.5	80.8
		5	1.240	137.7	79.5

En líneas generales las cargas y eficiencias entregadas son en su mayoría considerablemente inferiores a los valores esperados.

A continuación se muestra una comparativa de las alturas y rendimientos entre los datos registrados en las pruebas y los datos aportados por el fabricante:

Equipo	Q (l/s)	H(m.c.a) Mediciones campo	H (m.c.a) fabricante	Desviación (m.c.a.)	Rendimiento (%) Actual	Rendimiento (%) Fabricante
1	1336	139.6	143.9	4.3	80.1	82.7
	1458	136.7	140.4	3.7	81.8	84.4
	1490	136.0	139.4	3.5	81.2	84.7
	1513	135.3	138.7	3.5	81.0	84.8
	1566	134.1	137.1	2.9	82.2	85.1
			Promedio	3.6		
2	1131	138.8	149.7	10.9	77.2	77.6
	1174	137.6	148.5	10.9	73.4	78.9
	1353	135.0	143.5	8.4	80.8	83.0
	1368	134.8	143.0	8.3	79.0	83.2
	1464	132.6	140.2	7.7	82.0	84.5
			Promedio	9.2		
3	786	144.0	159.8	15.8	69.8	62.8
	963	141.9	154.5	12.6	75.5	71.4
	1262	138.2	146.0	7.9	83.9	81.1
	1485	132.8	139.6	6.8	84.9	84.6
	1804	121.7	128.2	6.5	85.8	84.0
			Promedio	9.9		
4	1167	138.7	148.7	10.0	76.5	78.7
	1269	137.1	145.8	8.7	78.6	81.3
	1441	131.8	140.9	9.1	79.4	84.2
	1575	125.0	136.8	11.8	78.2	85.1
	1700	120.2	132.4	12.3	79.0	84.9
			Promedio	10.4		
5	1240	137.7	146.6	9.0	79.5	80.6
	1324	136.5	144.3	7.7	80.8	82.4
	1358	135.2	143.3	8.1	79.4	83.0
	1457	133.7	140.4	6.8	81.3	84.4
	1568	131.6	137.0	5.4	83.0	85.1
			Promedio	7.4		
6	625	149.1	164.8	15.7	57.8	53.2
	915	142.8	155.9	13.1	69.1	69.2
	1238	137.9	146.7	8.8	77.8	80.6
	1473	131.8	140.0	8.2	79.3	84.5
	1705	119.9	132.2	12.3	77.6	84.9
			Promedio	11.6		

Con los datos de los ensayos anteriormente referidos se han obtenido los coeficientes de regresión da cada bomba con el fin de poderla representar gráficamente.

A fin de cubrir todo el rango Q-H de la bomba y puesto que los datos de las mediciones están limitados a un rango estrecho de caudales entorno de 1.15 a 1.4 m³/s se ha optado por una interpolación cuadrática.

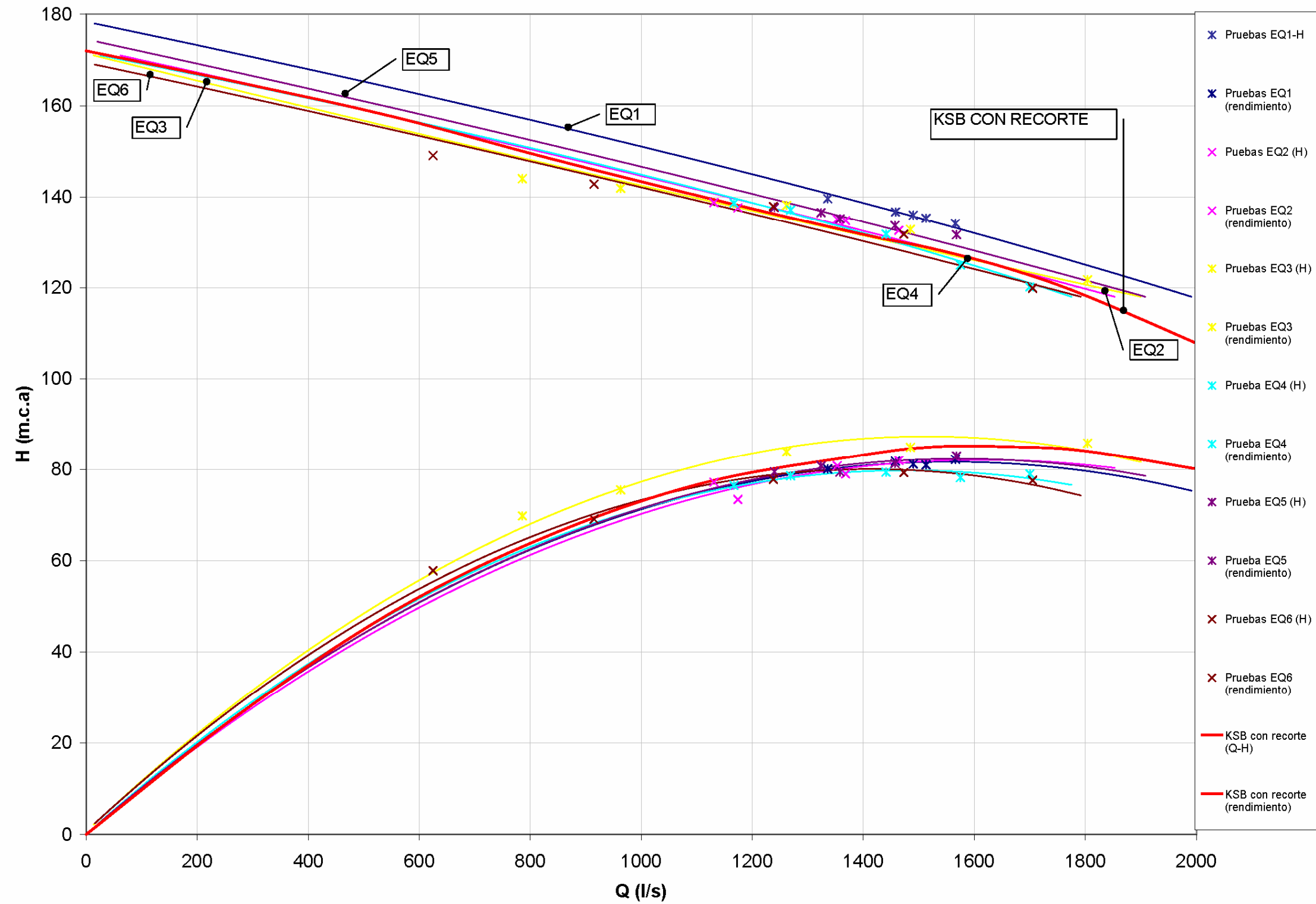
Los coeficientes de regresión calculados han sido:

Coeficientes	EQ 1	EQ 2	EQ 3	EQ 4	EQ 5	EQ 6
Q-H						
a	3579.4886	4489.2914	6922.2788	2424.4296	4387.6611	4445.969
b	-0.55323742	-14.444545	-47.366759	13.4784	-12.39971	-13.886343
c	-0.10938911	-0.06694639	0.04073772	-0.16086399	-0.0729942	-0.07294273
Rendimiento-Q						
a	0.00207369	0.02348438	0.58827393	0.03658527	0.01951945	0.64832599
b	0.10493249	0.10171723	0.11454997	0.1078882	0.10474183	0.11250607
c	-3.37E-05	-3.15E-05	-3.78E-05	-3.65E-05	-3.33E-05	-3.99E-05

En el siguiente gráfico se representan las curvas características de funcionamiento de cada bomba obtenidas por interpolación cuadrática, junto con la nube de puntos de las mediciones.

Como puede observarse en el gráfico adjunto las bombas no tienen un comportamiento uniforme, tanto en caudal como en rendimiento.

De todas formas, se aprecia en los resultados, que las curvas se asemejan bastante a la curva con rodetes recortados que se describían en el apartado 3 al no disponer de suficiente potencia de motor para la situación de diseño proyectada.



4.2. Ensayos de la Estación de Bombeo realizados con fecha octubre 2007

En el Anexo I se incluyen las mediciones realizadas en los ensayos de fecha 2007.

4.2.1. Ensayos de caudales y rendimientos

En la siguiente tabla se recogen los resultados de los ensayos de caudales y rendimiento:

Fecha	Bomba operando	Gasto	Carga	Potencia Entrada al motor	Eficiencia motor	Eficiencia bomba
	(#)	(m ³ /s)	(m)	(Kw.)	(%)	(%)
2007	2	1.246	137.7	2106.53	0.955	83.43%
	3	1.228	138.6	2138.36	0.955	81.58%
	4	1.331	138.9	2189.89	0.955	86.52%
	5	1.045	137.5	1991.98	0.955	73.88%
	6	0.833	137.2	2230.22	0.955	52.49%

Q) Gasto total : (1.246+1.228+1.331+1.045+0.833) = 5.683 (m³/s)

H) Carga media: (137.7+138.6+138.9+137.5+137.2)=137.98

P) Potencia entrada motor: (2106.53+2138.36+2189.89+1991.98+2230.22) = 10,656.98

Eficiencia media del sistema: $(Q \cdot H \cdot 9.81) / (P \cdot \eta_m) = 0.756$

La siguiente tabla se muestra una comparativa de los caudales y rendimientos que se obtendrían de las curvas de regresión basadas en los ensayos del año 2000-2001 frente a los del 2007.

Fecha	Bomba operando	Gasto	Carga	Eficiencia
	(#)	(m ³ /s)	(m)	(%)
2007	2	1.246	137.7	83.4
2000-2001		1.231	137.7	77.5
2007	3	1.228	138.6	81.6
2000-2001		1.140	138.6	82.0
2007	4	1.331	138.9	86.5
2000-2001		1.193	138.9	76.8
2007	5	1.045	137.5	73.9
2000-2001		1.300	137.5	79.9
2007	6	0.833	137.2	52.5
2000-2001		1.168	137.2	77.7

Se aprecia una discrepancia entre los rendimientos de las pruebas actuales y los rendimientos obtenidos en las pruebas del 2000-2001. Para hacer una comparativa entre las soluciones se han seleccionado los rendimientos obtenidos en las pruebas de 2007.

4.2.2. Piezométricas del sistema

En la siguiente tabla se recogen los resultados de los ensayos piezométricos:

Fecha	Bomba operando	Gasto	Cota lámina aspiración	Altura manómetro a lámina	Presión salida bomba	Presión en colector	Cota lámina entrega
	(#)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m)
2007	2	1.246	1522.00	6.58	130.00	127.50	1610.00
	3	1.228		5.79	131.80		
	4	1.331		5.90	131.80		
	5	1.045		6.49	130.20		
	6	0.833		6.48	130.20		

Piezométrica salida de bomba

Fecha	Bomba operando	Gasto	Cota lámina aspiración	Altura manómetro a lámina	Presión salida bomba	Piezométrica salida de bomba
	(#)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m.c.a)	
2007	2	1.246	1522.00	6.58	130.00	1658.58
	3	1.228		5.79	131.80	1659.59
	4	1.331		5.90	131.80	1659.7
	5	1.045		6.49	130.20	1658.69
	6	0.833		6.48	130.20	1658.68

Perdidas de carga en la cadena de grupo

Fecha	Bomba operando	Gasto	Piezométrica salida de bomba	Piezométrica en el colector	Perdidas de carga
	(#)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m.c.a)
2007	2	1.246	1658.58	1656.65	1.93
	3	1.228	1659.59	1656.65	2.94
	4	1.331	1659.7	1656.65	3.05
	5	1.045	1658.69	1656.65	2.04
	6	0.833	1658.68	1656.65	2.03

Se aprecia una discrepancia en las pérdidas de carga de las cadenas de grupo, del orden de 1m. Para darle valor a las pruebas se ha mantenido esta discrepancia, ya que no influye en las conclusiones globales.

5. Gráficos de las curvas combinadas de la Estación de Bombeo

Para determinar el punto de funcionamiento del equipo de bombeo es necesario basarse en la parábola del sistema, pues la intersección de dicha parábola con la curva del equipo de bombeo (conjunto de bombas instaladas en paralelo) proporciona el punto de funcionamiento de las distintas bombas.

La parábola del sistema es una representación gráfica de la altura del sistema, y se obtiene dibujando los puntos correspondientes a la altura manométrica total (altura geométrica más pérdidas de carga) para una gama de caudales que varíe desde cero al valor máximo esperado.

La ecuación que desarrolla la altura del sistema para un caudal dado es:

$$H_T = H_{\text{geom.}} + \delta H_{CG} + \delta H_{TI}$$

Donde:

- H_T = Altura manométrica total en m.c.a.
- $H_{\text{geom.}}$ = Altura geométrica total en m.
- δH_{CG} = Pérdidas de carga por rozamiento en la cadena de grupo.
- δH_{TI} = Pérdidas de carga por rozamiento en la tubería de impulsión.

Cuando funcionan varias bombas en paralelo, la curva altura-caudal del conjunto o equipo de bombeo, se obtiene sumando los caudales de cada curva modificada para una altura dada. El punto de intersección de la curva del conjunto de bombas con la curva del sistema proporciona la capacidad total (caudal) del conjunto, y la altura modificada a que trabaja cada una de ellas.

5.1. Parábolas del sistema

A partir de los datos obtenidos en las pruebas del año 2007 se han obtenido los coeficientes de pérdida de la cadena de grupo de cada equipo de bombeo así como la curva resistente del sistema:

Parábola de la cadena de grupo: La pérdida de carga por rozamiento en la cadena de grupo es la diferencia marcada entre los manómetros de salida de grupo y el manómetro del colector general, más la pérdida de carga en la columna de la bomba y se representa como una función del tipo $\Delta H = K * Q^2$

Equipo	Piezométrica salida de bomba	Piezométrica en el colector	Perdida Carga CG	Pérdida carga en bomba vertical	Pérdida total	Caudal	K_{CG}
nº	m.c.a	m.c.a	m.c.a	m.c.a	m.c.a	m3/s	m.c.a/(m3/s) ²
2	1658.58	1656.65	1.93	0.90	2.83	1.246	1.823
3	1659.59	1656.65	2.94	0.87	3.81	1.228	2.527
4	1659.7	1656.65	3.05	1.03	4.08	1.331	2.303
5	1658.69	1656.65	2.04	0.63	2.67	1.045	2.445
6	1658.68	1656.65	2.03	0.40	2.43	0.833	3.502

En estaciones de bombeo en las que existen varias bombas trabajando en paralelo, y descargando sobre la misma tubería, las pérdidas de rozamiento en la columna de la bomba y descarga de cada bomba individual, (cadena de grupo), no se incluyen en la curva del sistema, en su lugar estas pérdidas se restan de las curvas características de cada bomba individual, obteniéndose unas curvas características modificadas que representan la relación altura-caudal de cada bomba.

Parábola del sistema: Pérdidas de carga por rozamiento en la tubería de impulsión es la diferencia piezométrica (cota geométrica + presión del manómetro del colector general) y la cota geométrica de entrega, se representa como una función del tipo $\Delta H = K * Q^2$

Sistema	Presión en colector de salida	Cota colector	Piezométrica Colector	Cota de entrega	Pérdida total	Caudal	$K_{SISTEMA}$
nº	m.c.a	m	m.c.a	m	m.c.a	m3/s	m.c.a/(m3/s) ²
1	127.5	1529.15	1656.65	1610	46.65	5.683	1.44

5.2. Curvas características Q-H de bombas

Para las curvas características Q-H se han considerado los datos de los ensayos de fecha 2000-2001, por disponer de mayor información.

Los coeficientes de regresión obtenidos de los citados ensayos para los distintos equipos de bombeo son los siguientes:

Coeficientes	EQ 1	EQ 2	EQ 3	EQ 4	EQ 5	EQ 6
Q-H						
a	3579.4886	4489.2914	6922.2788	2424.4296	4387.6611	4445.969
b	-0.55323742	-14.444545	-47.366759	13.4784	-12.39971	-13.886343
c	-0.10938911	-0.06694639	0.04073772	-0.16086399	-0.0729942	-0.07294273
Rendimiento-Q						
a	0.00207369	0.02348438	0.58827393	0.03658527	0.01951945	0.64832599
b	0.10493249	0.10171723	0.11454997	0.1078882	0.10474183	0.11250607
c	-3.37E-05	-3.15E-05	-3.78E-05	-3.65E-05	-3.33E-05	-3.99E-05

Deduciendo la pérdida de carga de la cadena de grupo los coeficientes son los siguientes:

Coeficientes	EQ 1	EQ 2	EQ 3	EQ 4	EQ 5	EQ 6
Q-H						
a	2602.5773	3450.914	4500.0618	2006.1657	3192.5321	2719.5176
b	7.0003228	-3.8341164	-19.581359	15.351189	-0.89246568	3.8802234
c	-0.12103339	-0.0935816	-0.03898191	-0.15756519	-0.09969953	-0.11768516
Rendimiento-Q						
a	0.00207369	0.02348438	0.58827393	0.03658527	0.01951945	0.64832599
b	0.10493249	0.10171723	0.11454997	0.1078882	0.10474183	0.11250607
c	-3.37E-05	-3.15E-05	-3.78E-05	-3.65E-05	-3.33E-05	-3.99E-05

5.3. Gráfico de curvas combinadas

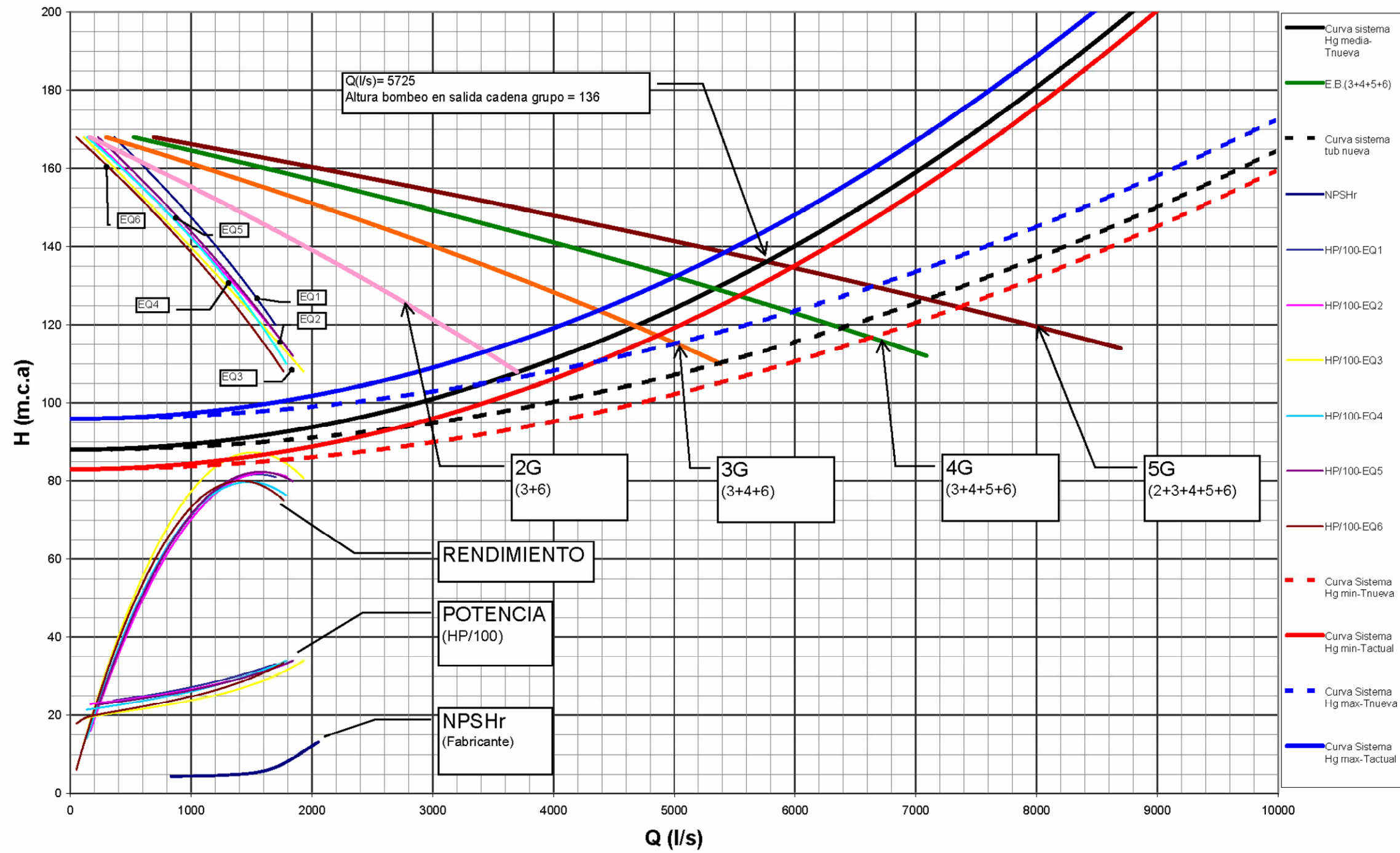
En el siguiente gráfico se muestran las curvas características de las bombas deducida la perdida de carga en la cadena de grupo así como las parábolas del sistema para los siguientes supuestos:

- Altura geométrica máxima y coeficientes de rugosidad en tubería de impulsión nuevo y actual. La altura geométrica máxima se corresponde con el nivel mínimo en la toma (1516) y máximo en el tanque de cambio de régimen (1612).
- Altura geométrica mínima y coeficientes de rugosidad en tubería de impulsión nuevo y actual. La altura geométrica mínima se corresponde con el nivel máximo en la toma (1525) y mínimo en el tanque de cambio de régimen (1608).
- Nivel de toma en fecha de prueba de 2007 (1522.0) y nivel medio en tanque de entrega (1610.0).

En el gráfico se muestran las curvas de cada bomba individual y conjuntamente cuando funcionan cinco grupos (los números 2+3+4+5+6), cuatro grupos (los números 3+4+5+6), tres grupos (los números 3+4+5) y dos (los números 3+4).

Las curvas de las bombas se han limitado hasta el caudal a partir del cual la potencia consumida por la bomba, obtenida a partir de las curvas de regresión, supera 95% de la potencia nominal del motor.

CURVAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA



5.4. **Conclusiones**

La estación de bombeo no puede suministrar el caudal de diseño del acueducto de 7.5 m³/s

De las curvas se deduce el hecho que se viene manifestando en el funcionamiento de la planta en el que con tres equipos de bombeo se obtendría un caudal de 4.6 m³/s, similar al de diseño por bomba. Al pasar a cuatro grupos el caudal aumenta a 5.3 m³/s y solamente aumentamos 0.4 m³/s al pasar a 5 grupos.

Funcionando con uno o dos grupos hay que provocar pérdidas de carga adicionales en el sistema ya que la curva resistente no corta con la curva Q-H de la bomba. Con 3, 4 o 5 grupos no ocurre esta situación.

6. **Evolución en el tiempo de las pérdidas de carga del sistema**

De acuerdo con los datos del estudio “Resultados de la limpieza interior de la tubería del acueducto Chapala-Guadalajara”, recogido en el Anexo I, la evolución de los coeficientes de rugosidad en la tubería han sido:

Año	n-Manning
1991	0.0123
1996	0.0158
2000	0.0172

En el año 2001 se realizaron trabajos de limpieza mecánica, por un sistema mecánico, del tramo de gravedad consiguiéndose reducir el coeficiente de pérdidas en ese tramo a 0,0139.

6.1.1. **Tubería de impulsión**

En la siguiente tabla se recogen las pérdidas de carga de la tubería de impulsión para distintos coeficientes de rugosidad y para el caudal de diseño de 7.5 m³/s, para una longitud de 25,903 m.

	TUBERIA DE ACERO		TUBERIA CONCRETO PREESFORZADO		
	TUB. NUEVA	TUB. ENVEJECIDA	TUB. NUEVA	Rugosidad previa a la limpieza	Rugosidad alcanzada después de limpieza mecánica 2001
n	0.0108	0.0123	0.0123	0.0172	0.0139
k mm	0.1000	0.5000	0.5000	8.5000	1.6700
k(H/Q ²)	0.5865	0.7673	0.7673	1.5003	0.9797
Perdida de carga (m.c.a)	33.0	43.2	43.2	84.4	55.1
Q(m ³ /s)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5

En las mediciones realizadas en el 2007 se obtuvieron los siguientes parámetros:

- Caudal: 5.683 m³/s
- Presión colector salida común: 127.5 m.c.a.
- Piezométrica en Colector: 1656.65

A partir de estos datos, asumiendo una cota de entrega en el tanque de cambio de régimen de 1610 m, se deduce que para el caudal indicado la pérdida de carga es de 46.65 m. Esto supone un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.0169 y un K(H/Q²) de 1.44.

6.1.2. Conducción de Gravedad

En la siguiente tabla se evalúa la capacidad de transporte de agua de la tubería de gravedad para distintos coeficientes de rugosidad, suponiendo constante e igual a 26 m la altura entre la lámina de agua en el tanque de cambio de régimen y el de entrega y una longitud del tramo de 16.553 m:

	TUBERIA DE ACERO	TUBERIA CONCRETO PREESFORZADO		
	TUB. NUEVA	TUB. NUEVA	Rugosidad previa a la limpieza	Rugosidad alcanzada después de limpieza mecánica 2001
n	0.01075	0.0123	0.0172	0.0139
k mm	0.1000	0.5000	8.5000	1.6700
k(H/Q ²)	0.376	0.490	0.960	0.626
Perdida de carga (m.c.a)	26.00	26.00	26.00	26.00
Q(m ³ /s)	8.31	7.28	5.20	6.44
COTA EN TANQUE DE CAMBIO DE RÉGIMEN				1610
COTA ENTREGA EN TANQUE FINAL				1584

Se observa que la conducción de gravedad no es capaz de suministrar los 7.5 m³/s actualmente ni prácticamente desde el comienzo del funcionamiento de la instalación.

7. Costo energético y rendimiento de la instalación

7.1. Gasto producido y costo energético consumido durante el año 2007.

Para el gasto producido y el costo energético consumido durante el año 2007 partimos de dos documentos suministrados por el SIAPA, uno es los reportes de operación de los distintos meses del año 2007 y el otro es las facturas emitidas por la Comisión Federal de electricidad durante los meses de junio, julio y agosto según tarifa H-SL.

En el primero, reportes de operación de los distintos meses del año 2007, se especifican los siguientes parámetros:

- Numero de grupos en funcionamiento
- Horas totales de funcionamiento al mes: La instalación funciona 24 horas al día
- Gasto producido durante ese mes es decir el volumen bombeado mensualmente en m³
 - El Gasto producido se puede dividir en subcapitulos (Beneficios y Gastos)
 - Beneficios por incremento de caudal
Se cuantifica en base al caudal recuperado (m³/año) multiplicado por el precio de la tarifa de venta de agua que es de 5 (\$/m³), pero afectado el producto por 0,6 considerando que el agua recuperada solo se facturara el 60%, por perdidas en el sistema de conducción, potabilización, regulación, distribución y por falta de pago en los m³ facturados
 - Gastos: Costos de operación
 - Costo por Pago de Derechos: =0.50 \$/m³
 - Costo de productos químicos: =0.30 \$/m³
 - Costo energético: Se especifica a continuación

En el segundo, facturas emitidas por la Comisión Federal de electricidad durante los distintos meses, se especifican los siguientes parámetros:

- Distribución de horas: Repartidas en Base, Intermedias y Puntas
- Kw consumidos en las distintas de horas: Base, Intermedias y Puntas
- Costo de facturación por energía eléctrica

Con estos datos calcularemos el rendimiento real de los grupos de la estación de bombeo basándonos en las alturas manométricas de bombeo descritas en los apartados anteriores.

Con el fin de efectuar de una forma objetiva la comparación de las distintas soluciones de ha desarrollado el calendario para la distribución de horas, repartidas en base, intermedias y puntas según lo marcado por la tarifa H-SL (2006-2007) editada por la Comisión Federal de Electricidad.

A continuación describimos la facturación eléctrica editada por la Comisión Federal de Electricidad que vamos a aplicar a todas las alternativas a desarrollar posteriormente.

7.2. Tarifa de facturación eléctrica

Las tarifas de energía eléctrica son de estructura binómica y están compuestas por un término de facturación de energía consumida y un termino de demanda de energía.

El término de facturación de la energía consumida será el producto de la energía consumida por el precio del Kilowatt – hora en la franja horaria consumida y el término de facturación de demanda de energía será el producto de la demanda facturable por el precio del término de demanda.

7.3. Facturación de energía consumida

7.3.1. Horario

Para la distribución de horas, repartidas en base, intermedias y puntas se ha tenido en consideración lo marcado por la tarifa H-SL (2006-2007) editada por la Comisión Federal de Electricidad siendo la siguiente:

Para los efectos de la aplicación de esta tarifa, se utilizarán los horarios locales oficialmente establecidos. Por días festivos se entenderán aquellos de descanso obligatorio, establecidos en el artículo 74 de la Ley Federal del Trabajo, a excepción de la fracción IX, así como los que se establezcan por Acuerdo Presidencial.

Periodos de punta, semipunta, intermedio y base

Estos periodos se definen en cada una de las regiones tarifarias para distintas temporadas del año, como se describe a continuación.

Regiones Central, Noreste, Noroeste, Norte, Peninsular y Sur

Del 1º de febrero al sábado anterior al primer domingo de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
Sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00 23:00 - 24:00	19:00 - 23:00	

Del primer domingo de abril al 31 de julio

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	1:00 - 6:00	0:00 - 1:00 6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
sábado	1:00 - 7:00	0:00 - 1:00 7:00 - 24:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

Del 1º de agosto al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00 23:00 - 24:00	19:00 - 23:00	

Del último domingo de octubre al 31 de enero

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

7.3.2. Cuotas aplicables en el año 2007

Una vez se disponga de los Kw consumidos en cada horario se ha aplicado una tarifa común a todo el año. Se ha tomado la correspondiente al mes de agosto de la Región Sur.

Se aplicarán los siguientes cargos por la demanda facturable, por la energía de punta, por la energía de semipunta, por la energía intermedia y por la energía de base.

Región	Cargo por kilowatt - hora de energía de punta	Cargo por kilowatt - hora de energía intermedia	Cargo por kilowatt - hora de energía de base
Baja California Sur	\$ 1.9573	\$ 0.9607	\$ 0.7334
Central	\$ 2.0707	\$ 0.7563	\$ 0.6904
Noreste	\$ 1.9994	\$ 0.7112	\$ 0.6320
Noroeste	\$ 1.9911	\$ 0.6989	\$ 0.6380
Norte	\$ 2.0096	\$ 0.7125	\$ 0.6290
Peninsular	\$ 1.9744	\$ 0.6979	\$ 0.6337
Sur	\$ 2.0045	\$ 0.7089	\$ 0.6452

Mínimo mensual: El importe que resulta de aplicar el cargo por kilowatt de demanda facturable al 10% de la demanda contratada.

7.4. Facturación de demanda de energía

La demanda contratada la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% de la carga total conectada, ni menor de la capacidad del mayor motor o aparato instalado.

En el caso de que el 60% de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90%.

Región	Cargo por kilowatt de demanda facturable
Baja California Sur	\$ 204.80
Central	\$ 133.55
Noreste	\$ 131.28
Noroeste	\$ 133.19
Norte	\$ 131.93
Peninsular	\$ 135.84
Sur	\$ 133.55

7.5. Cálculo de Costos de energía durante el año 2007

A continuación se adjuntan a modo de tablas los siguientes documentos desarrollados para el año 2007 que se va a tomar como referencia para las distintas alternativas.

Calendario oficial con el desarrollo de horas para periodos de punta, semipunta, intermedio y base

Consumos de la estación de bombeo

Cálculo de los rendimientos de las bombas de la estación de bombeo fijado un rendimiento de la instalación eléctrica del 92%, para obtener rendimientos de bombas próximos al 70%:



CALENDARIO 2007													
DIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	DIA
1	L 3	J 1	J 1	D 3	M 3	V 1	D 3	X 1	S 2	L 1	J 1	S 2	1
2	M 1	V 1	V 1	L 1	X 1	S 2	L 1	J 1	D 3	M 1	V 1	D 3	2
3	X 1	S 2	S 2	M 1	J 1	D 3	M 1	V 1	L 1	X 1	S 2	L 1	3
4	J 1	D 3	D 3	X 1	V 1	L 1	X 1	S 2	M 1	J 1	D 3	M 1	4
5	V 1	L 3	L 1	J 1	S 3	M 1	J 1	D 3	X 1	V 1	L 1	X 1	5
6	S 2	M 1	M 1	V 3	D 3	X 1	V 1	L 1	J 1	S 2	M 1	J 1	6
7	D 3	X 1	X 1	S 2	L 1	J 1	S 2	M 1	V 1	D 3	X 1	V 1	7
8	L 1	J 1	J 1	D 3	M 1	V 1	D 3	X 1	S 2	L 1	J 1	S 2	8
9	M 1	V 1	V 1	L 1	X 1	S 2	L 1	J 1	D 3	M 1	V 1	D 3	9
10	X 1	S 2	S 2	M 1	J 1	D 3	M 1	V 1	L 1	X 1	S 2	L 1	10
11	J 1	D 3	D 3	X 1	V 1	L 1	X 1	S 2	M 1	J 1	D 3	M 1	11
12	V 1	L 1	L 1	J 1	S 2	M 1	J 1	D 3	X 1	V 3	L 1	X 1	12
13	S 2	M 1	M 1	V 1	D 3	X 1	V 1	L 1	J 1	S 2	M 1	J 1	13
14	D 3	X 1	X 1	S 2	L 1	J 1	S 2	M 1	V 1	D 3	X 1	V 1	14
15	L 1	J 1	J 1	D 3	M 1	V 1	D 3	X 1	S 2	L 1	J 1	S 2	15
16	M 1	V 1	V 1	L 1	X 1	S 2	L 1	J 1	D 3	M 1	V 1	D 3	16
17	X 1	S 2	S 2	M 1	J 1	D 3	M 1	V 1	L 1	X 1	S 2	L 1	17
18	J 1	D 3	D 3	X 1	V 1	L 1	X 1	S 2	M 1	J 1	D 3	M 1	18
19	V 1	L 1	L 1	J 1	S 2	M 1	J 1	D 3	X 1	V 1	L 1	X 1	19
20	S 2	M 1	M 1	V 1	D 3	X 1	V 1	L 1	J 1	S 2	M 3	J 1	20
21	D 3	X 1	X 3	S 2	L 1	J 1	S 2	M 1	V 1	D 3	X 1	V 1	21
22	L 1	J 1	J 1	D 3	M 1	V 1	D 3	X 1	S 2	L 1	J 1	S 2	22
23	M 1	V 1	V 1	L 1	X 1	S 2	L 1	J 1	D 3	M 1	V 1	D 3	23
24	X 1	S 3	S 2	M 1	J 1	D 3	M 1	V 1	L 1	X 1	S 2	L 1	24
25	J 1	D 3	D 3	X 1	V 1	L 1	X 1	S 2	M 1	J 1	D 3	M 3	25
26	V 1	L 1	L 1	J 1	S 2	M 1	J 1	D 3	X 1	V 1	L 1	X 1	26
27	S 2	M 1	M 1	V 1	D 3	X 1	V 1	L 1	J 1	S 2	M 1	J 1	27
28	D 3	X 1	X 1	S 2	L 1	J 1	S 2	M 1	V 1	D 3	X 1	V 1	28
29	L 1		J 1	D 3	M 1	V 1	D 3	X 1	S 2	L 1	J 1	S 2	29
30	M 1		V 1	L 1	X 1	S 2	L 1	J 1	D 3	M 1	V 1	D 3	30
31	X 1		S 2		J 1		M 1	V 1		X 1		L 1	31

REPARTO DE DIAS A LO LARGO DEL MES

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Días Laborables	22	19	21	20	22	21	22	23	20	22	21	20
Días Sabado	4	3	5	4	3	5	4	4	5	4	4	5
Días Domingo + Festivos	5	6	5	6	6	4	5	4	5	5	5	6

DIAS:
REPARTO DE ETAPAS A LO LARGO DEL AÑO. (ETAPA A: 1º FEBRERO A SABADO ANTERIOR AL PRIMER DOMINGO DE ABRIL) (ETAPA B: 1ER DOMINGO ABRIL A 31 JULIO) (ETAPA C: 1º AGOSTO AL SABODO ANTERIOR AL ULTIMO DOMINGO OCTUBRE) (ESTAPA D: ULTIMO DOMINGO OCTUBRE A 31 ENERO)

Días Lab. horario A		19	21									
Días Sab. horario A		3	5									
Días D+F horario A		6	5									
Días Lab. horario B				20	22	21	22					
Días Sab. horario B				4	3	5	4					
Días D+F horario B				6	6	4	5					
Días Lab. horario C								23	20	19		
Días Sab. horario C								4	5	4		
Días D+F horario C								4	5	5		
Días Lab. horario D	22									3	21	20
Días Sab. horario D	4									0	4	5
Días D+F horario D	5									0	5	6

HORAS:
REPARTO DE ETAPAS A LO LARGO DEL AÑO. (ETAPA A: 1º FEBRERO A SABADO ANTERIOR AL PRIMER DOMINGO DE ABRIL) (ETAPA B: 1ER DOMINGO ABRIL A 31 JULIO) (ETAPA C: 1º AGOSTO AL SABODO ANTERIOR AL ULTIMO DOMINGO OCTUBRE) (ESTAPA D: ULTIMO DOMINGO OCTUBRE A 31 ENERO)

Hrs Base horario A		255	261									
Hrs Interm. horario A		360	420									
Hrs Punta horario A		57	63									
Hrs Base horario B				238	242	211	229					
Hrs Interm. horario B				442	458	467	471					
Hrs Punta horario B				40	44	42	44					
Hrs Base horario C								246	255	242		
Hrs Interm. horario C								429	405	373		
Hrs Punta horario C								69	60	57		
Hrs Base horario D	254									18	248	268
Hrs Interm. horario D	394									42	380	386
Hrs Punta horario D	96									12	92	90

HORAS DE FUNCIONAMIENTO POSIBLE POR GRUPO

CALENDARIO 2007	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Hrs Base	254	255	261	238	242	211	229	246	255	260	248	268
Hrs Interm.	394	360	420	442	458	467	471	429	405	415	380	386
Hrs Punta	96	57	63	40	44	42	44	69	60	69	92	90

HORAS CORRESPONDIENTES A CADA ETAPA DEL AÑO

Matriz de Horas	A				B				C				D		
	B	I	P		B	I	P		B	I	P		B	I	P
Laborales	6	15	3		5	17	2		6	15	3		6	14	4
Sabado	7	17	0		6	18	0		7	17	0		8	14	2
Domingo y Festivos	20	4	0		19	5	0		20	4	0		18	6	0

B: BASE
I: INTERMEDIA
P: PUNTA

PORCENTAJE DEL TIEMPO DISTRIBUIDO EN BANDAS HORARIAS

CALENDARIO 2007	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Hrs Base	34%	38%	35%	33%	33%	29%	31%	33%	35%	35%	34%	36%
Hrs Interm.	53%	54%	56%	61%	62%	65%	63%	58%	56%	56%	53%	52%
Hrs Punta	13%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	9%	8%	9%	13%	12%

Hrs Base	Hrs Interm.	Hrs Punta
516	780	120
920	1838	170
743	1207	186
788	1202	290

2967	5027	766
TOTAL ANUALES		





BASE 1

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Numero grupos funcionando	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00
Horas funcionamineto medio por grupo	754.84	657.75	744.34	754.50	744.00	663.44	729.61	741.58	729.56	744.00	720.00	744.00
Horas totales funcionamien mes	3019.35	2631.00	2977.35	3018.00	3720.00	3317.20	2918.45	2966.30	2918.25	2976.00	2880.00	3720.00
Hrs Base	1030.80	998.37	1044.47	997.62	1210.00	972.12	898.29	980.79	1033.55	1040.00	992.00	1340.00
Hrs Interm.	1598.96	1409.46	1680.76	1852.72	2290.00	2151.57	1847.57	1710.41	1641.52	1660.00	1520.00	1930.00
Hrs Punta	389.59	223.17	252.11	167.67	220.00	193.50	172.60	275.10	243.19	276.00	368.00	450.00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total kWh Año
kWh totales consumidos	6,968,861	6,063,962	6,860,759	6,727,803	7,995,552	7,243,754	6,775,065	6,899,150	6,710,732	6,921,711	6,685,805	7,995,552	83,848,706
kWh Hrs Base	2,379,154	2,301,057	2,406,799	2,223,913	2,600,704	2,122,822	2,085,336	2,281,171	2,376,718	2,418,877	2,302,888	2,880,118	
kWh Hrs Interm.	3,690,499	3,248,551	3,873,009	4,130,124	4,921,993	4,698,379	4,289,053	3,978,139	3,774,787	3,860,900	3,528,619	4,148,230	
kWh Hrs Punta	899,208	514,354	580,951	373,767	472,855	422,552	400,676	639,841	559,228	641,933	854,297	967,204	

Rendimientos	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total m3 Año
Volumen bombeado (m3/mes)	12,865,000	11,418,000	12,831,000	12,365,000	14,176,000	12,967,000	12,629,000	13,092,000	12,799,000	13,134,812	12,462,615	14,176,000	154,915,427
Caudal bombeado (m3/h)	17,043	17,359	17,238	16,388	19,054	19,545	17,309	17,654	17,543	17,654	17,309	19,054	Promedio
Caudal total bombeado (l/seg)	4,734	4,822	4,788	4,552	5,293	5,429	4,808	4,904	4,873	4,904	4,808	5,293	4,934.076
Caudal unitario bombeado (l/seg)	1,183.6	1,205.5	1,197.1	1,138.1	1,058.5	1,085.8	1,202.0	1,226.0	1,218.3	1,226.0	1,202.0	1,058.5	
Altura manométrica (m)-D=2100 mm	123.8	125.0	124.5	121.3	131.8	133.9	124.8	126.1	125.7	126.1	124.8	131.8	
Rendimiento Motor	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920	Promedio
Rendimiento Bomba	0.677	0.697	0.690	0.661	0.692	0.710	0.689	0.709	0.710	0.709	0.689	0.692	0.694

Costo Energetico Estimacion Precios	Zona Sur
Tarifa Base (\$/kWh)	0.645
Tarifa Interm.(\$/kWh)	0.709
Tarifa Punta (\$/kWh)	2.005

Demanda kW (Maxima Absorbida)	Zona Sur
Tarifa Base (\$/kW)	133.55

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Demanda Facturable kW	11,031	9,387	9,722	10,692	10,837	10,873	9,439	9,377	10,821	9,408	9,315	10,837	Total Anual
Coste (\$ 133.55)	1,473,190	1,253,634	1,298,373	1,427,917	1,447,281	1,452,089	1,260,578	1,252,298	1,445,145	1,256,393	1,243,971	1,447,281	16,258,150.83
Coste Energetico													Total Anual
Coste Hrs Base (\$)	1,535,030.26	1,484,641.98	1,552,866.41	1,434,868.45	1,677,974.05	1,369,644.98	1,345,458.70	1,471,811.25	1,533,458.18	1,560,659.69	1,485,823.56	1,858,252.26	18,310,489.78
Coste Hrs Interm.(\$)	2,616,194.72	2,302,897.85	2,745,576.16	2,927,844.56	3,489,200.86	3,330,681.11	3,040,509.85	2,820,102.67	2,675,946.33	2,736,992.33	2,501,438.17	2,940,680.20	34,128,064.81
Coste Hrs Punta (\$)	1,802,462.18	1,031,022.43	1,164,517.02	749,215.62	947,838.30	847,006.12	803,154.82	1,282,560.33	1,120,971.86	1,286,754.39	1,712,438.91	1,938,760.16	14,686,702.13
Total Costes (\$)	7,426,877.21	6,072,196.12	6,761,332.68	6,539,845.22	7,562,294.56	6,999,421.36	6,449,701.81	6,826,772.60	6,775,520.92	6,840,799.86	6,943,671.22	8,184,973.97	83,383,407.54
												Total coste energético con iva	95,890,918.67

%Coste energético Anual

Base 21.96%
Interm. 40.93%
Punta 17.61%

% Coste de Demanda

19.50%

8. Alternativas consideradas en el Estudio.

Se describen las distintas alternativas de estudio para elegir la solución más oportuna tanto técnica como económicamente:

8.1. Base 2.

En esta alternativa vamos a comparar la estación de bombeo funcionando con cuatro y cinco (4/5) grupos durante el año 2007, descrita anteriormente, con la misma estación de bombeo funcionando con cinco (5) grupos durante todo un año.

Horas de funcionamiento de la instalación: 24 horas al día

En este caso se considera el rendimiento medio de las bombas según las pruebas del año 2007, que resultó ser de un 75.6%.

NOTA: Como puede apreciarse en los resultados esta alternativa resulta más beneficiosa que la de bombeando con 4/5 grupos, ya que el beneficio por incremento de caudal es superior al aumento del costo de energía eléctrica.

Toda la comparación de alternativas la vamos a realizar contra esta alternativa.

8.2. Alternativa 1.

En esta alternativa vamos a comparar la Base 2 con la siguiente situación:

En la instalación existente, se adquirirán 5+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvulería de protección de grupos nueva.

La conducción de impulsión se mantendría la existente actualmente, con la rugosidad actual.

Lo que se tendría que revisar es la capacidad instalada de HP, ver lo que se tiene contratado con CFE y hasta donde se podría ampliar y revisar la capacidad de la subestación. Lo cual se incluye en el costo de la inversión.

Horas de funcionamiento de la instalación: 24 horas al día

En este caso se considera un mejoramiento de eficiencia de los equipo de bombeo hasta el 85%.

8.3. Alternativa 2.

En esta alternativa vamos a comparar la Base 2 con la siguiente situación:

En la instalación existente, se adquirirán 5+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvulería de protección de grupos nueva así como la calderería nueva.

El múltiple se ejecutará para un segundo Acueducto que se instalaría paralelo al existente, construido con tubería helicosoldada de 2032 mm de diámetro.

Lo que se tendría que revisar es la capacidad instalada de HP, ver lo que se tiene contratado con CFE y hasta donde se podría ampliar y revisar la capacidad de la subestación. Lo cual se incluye en el costo de la inversión.

Horas de funcionamiento de la instalación: 24 horas al día

En este caso se considera un mejoramiento de eficiencia de los equipo de bombeo hasta el 85%.

8.4. Alternativa 3

En esta alternativa vamos a comparar la Base 2 con la siguiente situación:

En la instalación existente, se adquirirán 5+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvulería de protección de grupos nueva así como la calderería nueva.

El múltiple se ejecutará para un segundo Acueducto que se instalaría paralelo al existente, construido con tubería helicosoldada de 2032 mm de diámetro.

En la entrega se construirá un bordo de seguridad con una capacidad de 400.000 m³ con el fin de no bombear en horas punta.

En esta alternativa lo que se tendría que revisar es la capacidad instalada de HP, ver lo que se tiene contratado con CFE y hasta donde se podría ampliar y revisar la capacidad de la subestación. Lo cual se incluye en el costo de la inversión.

Horas de funcionamiento de la instalación: 22 horas al día

En este caso se considera un mejoramiento de eficiencia de los equipo de bombeo hasta el 85%.

8.5. Alternativa 4.

En esta alternativa vamos a comparar la Base 2 con la siguiente situación:

En el edificio espejo existente, se adquirirán 5+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvulería de protección de grupos así como la calderería nueva.

El múltiple se ejecutará para un segundo Acueducto que se instalaría paralelo al existente, construido con tubería helicosoldada de 2032 mm de diámetro.

En la instalación existente, se adquirirán 3+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvulería de protección de grupos nueva así como la calderería nueva.

En la entrega se construirá un bordo de seguridad con una capacidad de 400.000 m3 con el fin de no bombear en horas punta.

En esta alternativa lo que se tendría que revisar es la capacidad instalada de HP, ver lo que se tiene contratado con CFE y hasta donde se podría ampliar y revisar la capacidad de la subestación. Lo cual se incluye en el costo de la inversión.

Horas de funcionamiento de la EB espejo: 22 horas al día.

Horas de funcionamiento de la EB existente: 14 horas al día.

En este caso se considera un mejoramiento de eficiencia de los equipo de bombeo hasta el 85%.

8.6. Alternativa 4 bis.

En esta alternativa vamos a comparar la Base 2 con la siguiente situación:

En el edificio espejo existente, se adquirirán 5+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvulería de protección de grupos así como la calderería nueva.

El múltiple se ejecutará para un segundo Acueducto que se instalaría paralelo al existente, construido con tubería helicosoldada de 2032 mm de diámetro.

La instalación existente, se considera que funciona con tres de las bombas actuales para aportar 40,000,000 m3.

En la entrega se construirá un bordo de seguridad con una capacidad de 400.000 m3 con el fin de no bombear en horas punta.

En esta alternativa lo que se tendría que revisar es la capacidad instalada de HP, ver lo que se tiene contratado con CFE y hasta donde se podría ampliar y revisar la capacidad de la subestación. Lo cual se incluye en el costo de la inversión.

Horas de funcionamiento de la EB espejo: 22 horas al día.

Horas de funcionamiento de la EB existente: 7 horas al día.

En este caso se considera un mejoramiento de eficiencia de los equipo de bombeo hasta el 85%.

En Las bombas actuales se considera un rendimiento del 80%.

8.7. Alternativa 5.

En esta alternativa vamos a comparar la Base 2 con la siguiente situación:

En el edificio espejo existente, se adquirirán 3+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvuleria de protección de grupos así como la calderería nueva.

El múltiple se ejecutará para un segundo Acueducto que se instalaría paralelo al existente, construido con tubería helicosoldada de 1700 mm de diámetro.

En la instalación existente, se adquirirán 3+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvuleria de protección de grupos nueva así como la calderería nueva.

En la entrega se construirá un bordo de seguridad con una capacidad de 400.000 m3 con el fin de no bombear en horas punta.

En esta alternativa lo que se tendría que revisar es la capacidad instalada de HP, ver lo que se tiene contratado con CFE y hasta donde se podría ampliar y revisar la capacidad de la subestación. Lo cual se incluye en el costo de la inversión.

Horas de funcionamiento de la EB espejo: 22 horas al día.

Horas de funcionamiento de la EB existente: 22 horas al día.

En este caso se considera un mejoramiento de eficiencia de los equipo de bombeo hasta el 85%.

8.8. Alternativa 6.

En esta alternativa vamos a comparar la Base 2 con la siguiente situación:

En el edificio espejo existente, se adquirirán 4+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvuleria de protección de grupos así como la calderería nueva.

El múltiple se ejecutará para un segundo Acueducto que se instalaría paralelo al existente, construido con tubería helicosoldada de 1700 mm de diámetro.

En la instalación existente, se adquirirán 3+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvuleria de protección de grupos nueva así como la calderería nueva.

En la entrega se construirá un bordo de seguridad con una capacidad de 400.000 m³ con el fin de no bombear en horas punta.

En esta alternativa lo que se tendría que revisar es la capacidad instalada de HP, ver lo que se tiene contratado con CFE y hasta donde se podría ampliar y revisar la capacidad de la subestación. Lo cual se incluye en el costo de la inversión.

Horas de funcionamiento de la EB espejo: 16 horas al día.

Horas de funcionamiento de la EB existente: 22 horas al día.

En este caso se considera un mejoramiento de eficiencia de los equipo de bombeo hasta el 85%.

9. Evaluación técnico-económica de alternativas

El objetivo del estudio es el de identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios a nivel de factibilidad de las alternativas planteadas.

La Justificación de la alternativa seleccionada estará dada por la rentabilidad de la misma, por su factibilidad Técnica y su valor Social.

9.1. Valoración de las alternativas.

A fin de evaluar la rentabilidad de las distintas alternativas se han considerado las siguientes partidas:

Beneficios:

- Aumento de la capacidad de bombeo: Cuantificado en base al caudal recuperado hasta 7.5 m³/s multiplicado por el precio de tarifa de venta del agua de 5.00\$/m³, afectado por las pérdidas de agua en el sistema de conducción (40%).
- Beneficio social por aumento de la capacidad de bombeo: Este factor es de difícil cuantificación pero de un fuerte impacto ya que es la principal fuente de abastecimiento de la ciudad y si se aumenta el gasto se puede dar agua a colonias que no están incluidas en la actualidad.

Costos:

- Costo energético: Se ha evaluado el costo energético según la tarifa H-SL emitida por la Comisión Federal de Electricidad.
- Costo por pagos de derecho: índice de costos por pago de derechos a la CNA (\$0.50/m³)
- Costo por tratamiento: índice de productos químicos (\$0.3/m³)

Evaluación a partir de los datos anteriores del valor de la inversión permitido que suponga una rentabilidad económica. A tal efecto se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Periodo de análisis.-El periodo de análisis u horizonte de proyecto es el periodo de tiempo que se asigna para hacer la evaluación del proyecto. En este caso se considera un periodo de proyecto de 20 años. Se ha considerado que las obras de

mejora se efectúan durante dos años, periodo de carencia considerado respecto a los beneficios.

- Tasa de Descuento.-Es la tasa con la que se llevaran los flujos del horizonte de evaluación a Valor Presente o Actual. Esta tasa se considero para el estudio en 10%. Ya que en el mercado las tasas actuales para créditos comerciales fluctúan entre un valor de 8.7 y 13%, siendo el valor medio el del 10%.
- Índice de precios. Se ha considerado un índice de subida de precios del 4% tanto para la facturación de electricidad (CFE al SIAPA) como para facturación del agua (SIAPA al concesionario).

9.2. **Indicadores de evaluación**

La evaluación de proyectos se realiza con el fin de poder decidir si es conveniente o no realizar un proyecto de inversión.

La evaluación se ha realizado en base a los siguientes criterios:

9.2.1. **Valor Actual Neto**

Una inversión es rentable solo si el valor actual del flujo de beneficios es mayor que el flujo actualizado de los costos, cuando ambos son actualizados usando una tasa de descuento pertinente.

El VAN o VPN se define como el valor actualizado de los beneficios menos el valor actualizado de los costos, descontados a la tasa de descuento convenida. Para obtener el valor actual neto se utiliza la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

Bt. = beneficio del año t del proyecto

Ct. = costo del año t del proyecto

t = año correspondiente a la vida del proyecto, que varía entre 0 y n

0 = año inicial del proyecto, en el cual comienza la inversión

r = tasa de descuento

Criterios de decisión:

Que el flujo descontado de los beneficios supere el flujo descontado de los costos. Como el centro de atención es el resultado de beneficios menos costos, el análisis se efectúa en torno a cero.

RESULTADO	DECISION
Positivo (VAN mayor que cero)	Se acepta
Nulo (VAN igual a cero)	Indiferente
Negativo (VAN menor que cero)	Se rechaza

Entre varias alternativas de igual duración el mayor VAN decide.

9.2.2. Tasa Interna de Retorno

Se define como aquella tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos, es decir, los beneficios actualizados iguales a los costos actualizados.

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

Criterio de decisión:

La TIR mide la rentabilidad social del proyecto. Como criterio general, debe compararse la TIR del proyecto con la tasa de descuento económica.

RESULTADO	DECISION
Mayor (TIR mayor que 10%)	Se acepta
Igual (TIR igual a 10%)	Indiferente
Menor (TIR menor que 10%)	se rechaza

9.2.3. Relación beneficio costo

Como su nombre lo indica, se define por: el coeficiente entre los beneficios actualizados y los costos actualizados, descontados a la tasa de descuento (10%).

Se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$B = \sum_{t=0}^n \frac{B_t / (1+r)^t}{C_t / (1+r)^t}$$

Criterios de decisión:

RESULTADO	DECISION
Mayor (B/C mayor que uno)	Se acepta
Igual (B/C igual a uno)	Indiferente
Menor (B/C menor que uno)	se rechaza

Comparación entre alternativas:

Entre alternativas se escoge la de mayor B/C, siempre que sea mayor que 1 ó igual a uno.

9.3. Resumen de alternativas

En la siguiente tabla se recogen los parámetros básicos de funcionamiento de las distintas alternativas así como los beneficios, costes e indicadores de evaluación considerados.



RESUMEN DE ALTERNATIVAS

Denominación	Base 1	base 2	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4		Alternativa 4 bis		Alternativa 5		Alternativa 6	
Instalacion actal	X	X	X	X	X	X		X		X		X	
Instalación espejo						X		X		X		X	
Numero de grupos	Exist.	Exist.	Exist.	Exist.	Exist.	Nueva	Exist.	Nueva	Exist.	Nueva	Exist.	Nueva	Exist.
	4 o 5	5+1	5+1	5+1	5+1	5+1	3+1	5+1	3+1 (act.)	3+1	3+1	4+1	3+1
Conduccion de impulsión	existente	existente	existente	Nueva	Nueva	Nueva	Existente	Nueva	Existente	Nueva	Existente	Nueva	Existente
Diametro de la conduccion (mm)	2,110	2,110	2,110	2,032	2,032	2,032	2,110	2,032	2,110	1,700	2,110	1,700	2,110
Caudal unitario (l/s)		1,137	1,270	1,522	1,668	1,390	1,500	1,390	1,500	1,280	1,500	1,280	1,500
Altura manométrica de bombeo		138	150	144	154	135	121	135	121	122	122	146	121
Rendimineto bomba considerado	0.694	0.756	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.800	0.850	0.850	0.850	0.850
Potencia absorbida bomba (HP)		2,766	2,980	3,429	4,032	2,943	2,839	2,943	3,017	2,455	2,839	2,936	2,839
Volumen bombeado (H3)	154.915	179.219	200.254	240.000	240.000	200.000	80.000	200.000	40.000	110.497	129.503	110.497	129.503
Horas de funcionamineto al día	24	24	24	24	22	22	14	22	7	22	22	16	22
Precio venta agua (\$/m3)		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00		5.00		5.00		5.00	
Pérdidas en la red %		0.40	0.40	0.40	0.40	0.40		0.40		0.40		0.40	
Precio pago derechos (\$/m3)		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50		0.50		0.50		0.50	
Precio tratamiento agua (\$/m3)		0.30	0.30	0.30	0.30	0.30		0.30		0.30		0.30	
Beneficio por aumento capacidad bombeo (\$)		72,910,982.56	63,103,536.00	182,342,736.00	182,342,736.00	302,342,736.00		182,342,736.00		182,342,736.00		182,342,736.00	
Beneficio social			DEFICIENTE	OPTIMO	OPTIMO	EXCELENTE		OPTIMO		OPTIMO		OPTIMO	
Energía costo alternativa (\$)		110,147,371.87	115,109,873.65	132,479,099.68	128,331,834.22	93,669,564.75	37,876,273.08	93,669,564.75	26,463,883.73	46,892,645.50	61,125,089.39	60,029,643.96	61,125,089.39
Energía Costo actual (\$)	83,383,407.54	95,890,918.67	110,147,371.87	110,147,371.87	110,147,371.87	110,147,371.87		110,147,371.87		110,147,371.87		110,147,371.87	
Beneficio energético anual		-14,256,453.20	-4,962,501.78	-22,331,727.80	-18,184,462.35	-21,398,465.96		-9,986,076.62		2,129,636.98		-11,007,361.48	
Costo por pago de derechos (\$)		-12,151,830.43	-10,517,256.00	-30,390,456.00	-30,390,456.00	-50,390,456.00		-30,390,456.00		-30,390,456.00		-30,390,456.00	
Costo de tratamiento (\$)		-7,291,098.26	-6,310,353.60	-18,234,273.60	-18,234,273.60	-30,234,273.60		-18,234,273.60		-18,234,273.60		-18,234,273.60	
Indice de precios		0.04	0.04	0.04	0.04	0.04		0.04		0.04		0.04	
Beneficio anual		39,211,600.68	41,313,424.62	111,386,278.60	115,533,544.05	200,319,540.44		123,731,929.78		135,847,643.38		122,710,644.92	
Valoración inversión			222,089,650.89	1,146,087,310.77	1,272,217,047.12	1,489,449,543.37		1,389,327,378.37		1,168,408,939.81		1,191,912,001.09	
VPN			213,127,624.76	77,069,165.88	4,068,459.48	658,329,394.54		-20,035,954.76		302,511,290.81		149,172,924.18	
TIR			0.20	0.11	0.10	0.15		0.10		0.13		0.12	
Relación Benef/Costo			1.51	1.04	1.00	1.28		0.99		1.20		1.09	

9.4. Decisión sobre la alternativa más idónea

Del estudio de las alternativas desde la 1 hasta la 6 las más idóneas resultan ser las alternativas 1, 4 y 5.

En la alternativa 1 tanto el TIR como la relación Beneficio/Costo (0.2 y 1.51 respectivamente) indica que es la más idónea económicamente. Pero en su contra manifestamos:

- El VPN (213,127,624.76\$) es menor que en la alternativa 4.
- Su alta altura manométrica de 150 m.c.a que sumándole la sobrepresión por golpe de ariete puede sobrepasar el timbraje de algunos de los elementos de la instalación.
- No resuelve el Beneficio social ya que se aporta un volumen bombeado de 200,254,000 m³, no llegando a la concesión al SIAPA de 240,000,000 m³.
- Al seguir utilizando la conducción existente las pérdidas de carga en ésta se verán incrementadas con el tiempo, reduciéndose el volumen bombeado.

En la alternativa 4 tanto el TIR como la relación Beneficio/Costo (0.15 y 1.28 respectivamente) indican que es una solución económicamente rentable. En su favor manifestamos:

- El VPN (658,329,394.54\$) es muy superior al de la alternativa 1.
- La altura manométrica de las bombas es de 135 y 121 m.c.a muy inferior a la de la alternativa 1.
- El Beneficio Social es el mayor de todas las alternativas ya que es la de mayor flexibilidad por:
 - Gracias al bordo situado en la entrega que elimina las horas puntas de bombeo además de dar una seguridad de alimentación a la potabilizadora.
 - El volumen bombeado puede llegar hasta 280,000,000 m³, superior al de la concesión al SIAPA pero que al ser la principal fuente de alimentación a la ciudad de Guadalajara no se puede perder de vista.

- Al disponer de dos líneas de impulsión de diámetro similar al actual ante el fallo de cualquiera de ellas permitiría seguir operando con la otra conducción. Así mismo se permitirían trabajos de mantenimiento sin dejar fuera el servicio de abastecimiento.
- En una primera fase al instalar grupos nuevos en la instalación existente se podría mejorar el servicio y en paralelo ejecutar la segunda fase para completar la alternativa.
- En las dos alternativas se tendría que revisar la capacidad instalada de HP, ver lo que se tiene contratado con CFE y hasta donde se podría ampliar.

En la alternativa 5 tanto el TIR como la relación Beneficio/Costo (0.13 y 1.20 respectivamente) indican que es una solución económicamente rentable. Pero en su contra manifestamos:

- El VPN (302,511,290\$) es menor que en la alternativa 4.
- Los beneficios son similares a la alternativa 4, en cambio no se pueden bombear más de los 240,000,000 m³ lo que implica que a un medio plazo no resuelve el beneficio social completamente, por disponer de una conducción de 1700 mm de diámetro en lugar de la de 2032 mm de diámetro que dispone la alternativa 4.

Por todo lo anterior AYESA se decanta por la alternativa 4 ya que es la que tiene un mayor beneficio social a medio plazo, así como el VPN más alto.

9.5. Base 2.

En esta alternativa vamos a comparar la estación de bombeo funcionando con cuatro y cinco (4/5) grupos durante el año 2007, descrita anteriormente, con la misma estación de bombeo funcionando con cinco (5) grupos durante todo un año.

Horas de funcionamiento de la instalación: 24 horas al día

En este caso se considera el rendimiento medio de las bombas según las pruebas del año 2007, que resultó ser de un 75.6%.

NOTA: Como puede apreciarse en los resultados esta alternativa resulta más beneficiosa que la de bombeando con 4/5 grupos, ya que el beneficio por incremento de caudal es superior al aumento del costo de energía eléctrica.

Toda la comparación de alternativas la vamos a realizar contra esta alternativa.

A continuación se muestra de forma tabular el estudio económico realizado para la alternativa en estudio.

BASE 2: **ESTUDIO ECONÓMICO**



BASE 2

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Numero grupos funcionando	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Horas funcionamineto medio por grupo	744.00	672.00	744.00	720.00	744.00	720.00	744.00	744.00	720.00	744.00	720.00	744.00
Horas totales funcionamien mes	3720.00	3360.00	3720.00	3600.00	3720.00	3600.00	3720.00	3720.00	3600.00	3720.00	3600.00	3720.00
Hrs Base	1270.00	1275.00	1305.00	1190.00	1210.00	1055.00	1145.00	1230.00	1275.00	1300.00	1240.00	1340.00
Hrs Interm.	1970.00	1800.00	2100.00	2210.00	2290.00	2335.00	2355.00	2145.00	2025.00	2075.00	1900.00	1930.00
Hrs Punta	480.00	285.00	315.00	200.00	220.00	210.00	220.00	345.00	300.00	345.00	460.00	450.00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total kWh Año
kWh totales consumidos	8,230,210	7,433,738	8,230,210	7,964,719	8,230,210	7,964,719	8,230,210	8,230,210	7,964,719	8,230,210	7,964,719	8,230,210	96,904,085
kWh Hrs Base	2,809,776	2,820,838	2,887,211	2,632,782	2,677,031	2,334,105	2,533,223	2,721,279	2,820,838	2,876,149	2,743,403	2,964,646	
kWh Hrs Interm.	4,358,471	3,982,360	4,646,086	4,889,453	5,066,446	5,166,005	5,210,254	4,745,645	4,480,155	4,590,776	4,203,602	4,269,975	
kWh Hrs Punta	1,061,963	630,540	696,913	442,484	486,733	464,609	486,733	763,286	663,727	763,286	1,017,714	995,590	

Rendimientos	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Volumen bombeado 2007(m3/mes)	12,865,000	11,418,000	12,831,000	12,365,000	14,176,000	12,967,000	12,629,000	13,092,000	12,799,000	13,134,812	12,462,615	14,176,000	154.915H3/AÑO
Volumen bombeado (m3/mes)	15,221,347	13,748,314	15,221,347	14,730,336	15,221,347	14,730,336	15,221,347	15,221,347	14,730,336	15,221,347	14,730,336	15,221,347	179.219H3/AÑO
Caudal bombeado (m3/h)	20,459	20,459	20,459	20,459	20,459	20,459	20,459	20,459	20,459	20,459	20,459	20,459	1.157Coefc.
Caudal total bombeado (l/seg)	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	5,683	24.304H3/AÑO ganados
Caudal unitario bombeado (l/seg)	1,136.6	1,136.6	1,136.6	1,136.6	1,136.6	1,136.6	1,136.6	1,136.6	1,136.6	1,136.6	1,136.6	1,136.6	
Altura manométrica (m)-D=2100 mm	138.0	138.0	138.0	138.0	138.0	138.0	138.0	138.0	138.0	138.0	138.0	138.0	
Rendimiento Motor	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920	0.920	Promedio
Rendimiento Bomba	0.756	0.756	0.756	0.756	0.756	0.756	0.756	0.756	0.756	0.756	0.756	0.756	0.756
Potencia absorbida (HP)	2,766	2,766	2,766	2,766	2,766	2,766	2,766	2,766	2,766	2,766	2,766	2,766	
Costo Energetico Estimacion Precios	Zona Sur												
Tarifa Base (\$/kWh)	0.645												
Tarifa Interm.(\$/kWh)	0.709												
Tarifa Punta (\$/kWh)	2.005												

Demanda kW (Maxima Absorbida)	Zona Sur
Tarifa Base (\$/kW)	133.55

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Demanda Facturable kW	11,355	11,355	11,355	11,355	11,355	11,355	11,355	11,355	11,355	11,355	11,355	11,355	Total Anual
Coste (\$ 133.55)	1,516,447	1,516,447	1,516,447	1,516,447	1,516,447	1,516,447	1,516,447	1,516,447	1,516,447	1,516,447	1,516,447	1,516,447	18,197,367.33
Coste Energetico													Total Anual
Coste Hrs Base (\$)	1,812,867.47	1,820,004.74	1,862,828.38	1,698,671.09	1,727,220.19	1,505,964.71	1,634,435.63	1,755,769.28	1,820,004.74	1,855,691.11	1,770,043.83	1,912,789.30	21,176,290.46
Coste Hrs Interm.(\$)	3,089,720.39	2,823,094.77	3,293,610.56	3,466,133.02	3,591,603.90	3,662,181.27	3,693,548.99	3,364,187.93	3,175,981.61	3,254,400.91	2,979,933.37	3,026,984.95	39,421,381.67
Coste Hrs Punta (\$)	2,128,703.99	1,263,917.99	1,396,961.99	886,959.99	975,655.99	931,307.99	975,655.99	1,530,005.99	1,330,439.99	1,530,005.99	2,040,007.99	1,995,659.99	16,985,283.90
Total Costes (\$)	8,547,739.12	7,423,464.78	8,069,848.22	7,568,211.39	7,810,927.36	7,615,901.25	7,820,087.89	8,166,410.48	7,842,873.63	8,156,545.29	8,306,432.46	8,451,881.51	95,780,323.37
													Total coste energético con iva
													110,147,371.87

Precio venta agua (\$/m3)	5.00
Pérdidas en la red	0.40
Precio pago derechos (\$/m3)	0.50
Precio tratamiento agua (\$/m3)	0.30
Aumento capacidad bombeo	72,910,982.56
Beneficio social	
Energía costo alternativa	110,147,371.87
Energía Costo actual	95,890,918.67
Beneficio energético anual	-14,256,453.20
Costo por pago de derechos	-12,151,830.43
Costo de tratamiento	-7,291,098.26
Indice de precios	0.04
Beneficio anual	39,211,600.68

%Coste energético Anual		% Coste de Demanda
Base	22.11%	19.00%
Interm.	41.16%	
Punta	17.73%	

9.6. Alternativa 1.

En esta alternativa vamos a comparar la Base 2 con la siguiente situación:

En la instalación existente, se adquirirán 5+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvulería de protección de grupos nueva.

La conducción de impulsión se mantendría la existente actualmente, con la rugosidad actual.

Lo que se tendría que revisar es la capacidad instalada de HP, ver lo que se tiene contratado con CFE y hasta donde se podría ampliar y revisar la capacidad de la subestación. Lo cual se incluye en el costo de la inversión.

Horas de funcionamiento de la instalación: 24 horas al día

En este caso se considera un mejoramiento de eficiencia de los equipo de bombeo hasta el 85%.

A continuación se muestra de forma tabular la valoración de la inversión y el estudio económico realizado para la alternativa en estudio.

ALTERNATIVA 1: **VALORACIÓN DE LA INVERSIÓN**

DATOS GENERALES

OBRA CIVIL

Movimientos de tierra

Desbroce	16.13	pesos/ m ³
Excavación en desmonte	28.50	pesos/ m ³
Excavación en desmonte con voladura (roca)	168.00	pesos/ m ³
Carga, transporte y descarga excavación	32.60	pesos/ m ³
Terraplén	64.92	pesos/ m ³
Relleno	107.80	pesos/ m ³
Relleno de la excavación	28.00	pesos/ m ³
Escollera	522.48	pesos/ m ³
Acopio de zavorra	0.42	pesos/ m ³
Extendido de zavorra	168.00	pesos/ m ³
Zavorra natural	77.95	pesos/ m ³

Zanjas

Excavación de la zanja (roca)	165.00	pesos/ m ³
Excavación de la zanja	65.00	pesos/ m ³
Lecho de arena	120.00	pesos/ m ³
Relleno de la zanja	55.00	pesos/ m ³

Concreto

Concreto 20 MPa	1,800.00	pesos/ m ³
-----------------	----------	-----------------------

Aceros

Acero para concreto	15.00	pesos/kg
Golas de apoyo de anclajes	22,400.00	pesos/ ud
Acero chapas y perfiles	52.71	pesos/kg

Impermeabilización y drenaje

Tubería de PVC	134.40	pesos/ ml
Material drenante	90.72	pesos/ m ³
Lámina geotextil	85.00	pesos/ m ²
Impermeabilización	312.55	pesos/ m ²
Arquetas	58,181.00	pesos/ ud



Estudios de Alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica

Edificios

Estructura	1,057.28	pesos/ m ²
Cerramiento	406.00	pesos/ m ²
Faldón de azotea	522.34	pesos/ m ²
Recubrimiento y terminaciones	441,352.80	pesos/ ud
Carpintería y elementos de protección	60,562.04	pesos/ ud

Bordos

Edificación	3,500.00	pesos/ m ²
Encofrado	179.90	pesos/ m ²
Forjado	1,300.77	pesos/ m ²
Enfoscado	170.63	pesos/ m ²
Junta de dilatación	221.55	pesos/ ml
Faldón de azotea transitable	639.10	pesos/ m ²
Tapa de hormigón	887.00	pesos/ ud
Bordillo	125.00	pesos/ ml
Cerramiento	71.00	pesos/ ml
Puertas	26,813.00	pesos/ ud

Cerramiento

Edificios	728,841.00	pesos/ud
Bordos	728,841.00	pesos/ud

Urbanización

Edificios	423,969.00	pesos/ud
Bordos	276,382.68	pesos/ud

CONDUCCIONES

Material:

Longitud unitaria de cada tubo:

Acero helicoidal
12.00 m

Suministro de tubería

PN	INSTALACIÓN	ACERO	DIÁMETRO (mm)	ESPESOR (mm)	PESO (kg/ml)	PRECIO (pesos/kg)
Tubería hasta PN 16	ENTERRADA	X-42	2,032.00	# REF!	# REF!	# REF!

Equipos

Equipo de soldadores (3 operarios)	500.00	pesos/hora
	4,000.00	pesos/día
Hora distribución obra	5,000.00	pesos/hora
	40,000.00	pesos/día
Hora grúa de 50 Tn	2,000.00	pesos/hora
	16,000.00	pesos/día
Camión	6,500.00	pesos/día



EQUIPOS E INSTALACIONES

Equipos

Arqueta para válvulas de mariposa	129,600.00	pesos/ ut
Arquetas para ventosas y aductoras	16,200.00	pesos/ ut
Arquetas para desagües	18,900.00	pesos/ ut

Instalaciones eléctricas

Instalaciones eléctricas	345,478.00	pesos/ud
--------------------------	------------	----------

Instalaciones electromecánicas

Filtros	1,290,625.00	pesos/ud
Compuerta 900x900	240,450.00	pesos/ud
Compuerta 1100x1100	269,465.00	pesos/ud
Toma flotante	364,065.00	pesos/ud

Sistemas de telecontrol

Cables de señales	100.00	pesos/ ml
Tubos para cables	80.00	pesos/ ml
Estaciones remotas	100,000.00	pesos/ut

EXPROPIACIONES

Expropiaciones

Superficie a expropiar BORDO DE SEGURIDAD	150,000.00	m ²
Ancho a expropiar en CONDUCCIONES (IMPULSIÓN)	20.00	m
Ancho a expropiar en CONDUCCIONES (GRAVEDAD)	5.00	m

Balsa

Precio unitario	10.00	pesos/ m ²
-----------------	-------	-----------------------

Conducciones

Precio unitario	5.00	pesos/ m ²
-----------------	------	-----------------------

SERVICIOS AFECTADOS

Impulsión

Precio unitario	1.00	pesos/ ml
-----------------	------	-----------

Gravedad

Precio unitario	6.00	pesos/ ml
-----------------	------	-----------



RATIOS PARA INCLUIR EN HOJAS

CONDUCCIONES

Colocación tubería (2032mm ENTERRADA)		1.00	tubos/ día
Soldadura tubería (2032mm ENTERRADA)		1.00	sold./ día

ZANJAS

Excavación de la zanja D=2000 mm	11.10	m ² / ml
Lecho de arena D=2000 mm	1.45	m ² / ml
Relleno de la zanja D=2000 mm	5.50	m ² / ml

Equipos

Bocas de hombre (1 cada X m)	400.00	m
Válvulas mariposa	Arqueta 6 x 6 m	
Ventosas y aductoras	Arqueta 2 x 2 m	
Desagües	Arqueta 2,5 x 2 m	

Macizos y apoyos

Cuántía de armado de macizos y apoyos	40.00	kg/m ³
---------------------------------------	-------	-------------------

CAMINO DE SERVICIO

Anchura caminos	6.00	m
Espesor zahorra natural	0.25	m

Tramo gravedad

Excavaciones gravedad	12.00	m ² /ml
Terraplenes gravedad	4.00	m ² /ml

Camino

Zahorra natural	1.50	m ³ /ml
-----------------	------	--------------------



Estudios de Alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica

PRESUPUESTO EQUIPOS MECANICOS PLANTA DE BOMBEO ACTUAL

	P.N.	DIÁMETRO (m)	VELOCIDAD (m/s)	PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
					Horas	Importe total					
						252.00	7.50	2.00	10.00		
1	Estudio de la captacion de agua			50,000,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50,000,000.00	50,000,000.00
4	Equipos de toma			2,500,000.00	100.00	25,200.00	187,500.00	50,000.00	250,000.00	3,012,700.00	12,050,800.00
6	Bomba			5,342,890.00	300.00	75,600.00	400,716.75	106,857.80	534,289.00	6,460,353.55	38,762,121.30
6	Motor			2,174,556.00	100.00	25,200.00	163,091.70	43,491.12	217,455.60	2,623,794.42	15,742,766.52
6	Junta compensac.	16	0.8	126,000.00	6.00	1,512.00	9,450.00	2,520.00	12,600.00	152,082.00	912,492.00
6	Valv Retencion de grupo anular	16	0.8	1,519,000.00	25.00	6,300.00	113,925.00	30,380.00	151,900.00	1,821,505.00	10,929,030.00
6	Vals Retecion by-pass disco naxial	16	0.8	55,300.00	3.00	756.00	4,147.50	1,106.00	5,530.00	66,839.50	401,037.00
6	Carrete desmontaje	16	0.8	78,540.00	6.00	1,512.00	5,890.50	1,570.80	7,854.00	95,367.30	572,203.80
6	Valv Mariposa Electrico grupo	16	0.8	304,360.00	10.00	2,520.00	22,827.00	6,087.20	30,436.00	366,230.20	2,197,381.20
6	Manometros	16		2,100.00	3.00	756.00	157.50	42.00	210.00	3,265.50	19,593.00
6	Detector magnetico	16		3,360.00	3.00	756.00	252.00	67.20	336.00	4,771.20	28,627.20
6	Presostatos	16		2,940.00	3.00	756.00	220.50	58.80	294.00	4,269.30	25,615.80
6	Trans. Presion	16		2,100.00	3.00	756.00	157.50	42.00	210.00	3,265.50	19,593.00
6	Sistema de ventilación E.B.			6,720.00	10.00	2,520.00	504.00	134.40	672.00	10,550.40	63,302.40
2,000	Kg de tubería colectores y herrajes			48.00	0.10	25.20	3.60	0.96	4.80	82.56	165,120.00
											131,889,683.22
EQUIPOS ANTIARIETES											
0	Calderin hidroneumatico 30 m3			622,020.00	200.00	50,400.00	46,651.50	12,440.40	62,202.00	793,713.90	0.00
0	Viavula de retencion	600		211,960.00	6.00	1,512.00	15,897.00	4,239.20	21,196.00	254,804.20	0.00
0	Válvula de mariposa	600		263,900.00	6.00	1,512.00	19,792.50	5,278.00	26,390.00	316,872.50	0.00
0	Valvula de asiento	200		71,400.00	3.00	756.00	5,355.00	1,428.00	7,140.00	86,079.00	0.00
0	Kg de tubería colectores y herrajes			48.00	0.01	2.52	3.60	0.96	4.80	59.88	0.00

0



PRESUPUESTO EQUIPOS ELECTRICOS PLANTA DE BOMBEO ACTUAL

Actualizacion de capacidad instalada de demanda energetica y revision y ampliacion a la subestacion eelectrica e instalacion de elementos de ahorro

PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
	Horas	Importe total					
		252.00	10.00	2.00	10.00		

	Subestacion compacta a 115 Kv formada por:	10,500,000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10,500,000.00	10,500,000.00
	Actualizacion de capacidad instalada de demanda energetica y revision y ampliacion a la subestacion eelectrica e instalacion de elementos de ahorro								

10,500,000.00

1	Coeficiente de incidencias % S/Costo	5					525,000	525,000
---	--------------------------------------	---	--	--	--	--	---------	---------

TOTAL EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA PLANTA DE BOMBEO 11,025,000.00



Estudios de alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica.

PRESUPUESTO GENERAL ALTERNATIVA 1

DISCIPLINAS	IMPORTE SUBCAPÍTULO	IMPORTE TOTAL
PLANTA DE BOMBEO ACTUAL		\$153,465,857.88
Equipos mecánicos	\$142,440,857.88	
Equipos eléctricos	\$11,025,000.00	
PLANTA DE BOMBEO DE CAPTACIÓN		\$0.00
Equipos mecánicos	\$0.00	
Equipos eléctricos	\$0.00	
CONDUCCIÓN DE IMPULSIÓN		\$0.00
Estacion de Bombeo a Deposito de cambio de regimen	\$0.00	
BORDO DE SEGURIDAD DE AGUA CRUDA		\$0.00
SISTEMA DE CONTROL DE LAS INSTALACIONES		\$0.00
TOTAL PRESUPUESTO EN COSTO		\$153,465,857.88
Proyecto Ejecutivo y Control de Calidad	4.00%	\$6,138,634.32
IMPORTE DEL PRESUPUESTO		\$159,604,492.19
Utilidad	15%	\$23,940,673.83
Costes indirectos	6%	\$9,576,269.53
TOTAL PRESUPUESTO		\$193,121,435.55
I.V.A.	15%	\$28,968,215.33
IMPORTE TOTAL PRESUPUESTO CON IVA		\$222,089,650.89

ALTERNATIVA 1: **ESTUDIO ECONÓMICO**



ALTERNATIVA 1

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Numero grupos funcionando	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Horas funcionamineto medio por grupo	744.00	672.00	744.00	720.00	744.00	720.00	744.00	744.00	720.00	744.00	720.00	744.00
Horas totales funcionamien mes	3720.00	3360.00	3720.00	3600.00	3720.00	3600.00	3720.00	3720.00	3600.00	3720.00	3600.00	3720.00
Hrs Base	1270.00	1275.00	1305.00	1190.00	1210.00	1055.00	1145.00	1230.00	1275.00	1300.00	1240.00	1340.00
Hrs Interm.	1970.00	1800.00	2100.00	2210.00	2290.00	2335.00	2355.00	2145.00	2025.00	2075.00	1900.00	1930.00
Hrs Punta	480.00	285.00	315.00	200.00	220.00	210.00	220.00	345.00	300.00	345.00	460.00	450.00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total kWh Año
kWh totales consumidos	8,539,287	7,712,904	8,539,287	8,263,826	8,539,287	8,263,826	8,539,287	8,539,287	8,263,826	8,539,287	8,263,826	8,539,287	100,543,216
kWh Hrs Base	2,915,294	2,926,772	2,995,637	2,731,654	2,777,564	2,421,760	2,628,356	2,823,474	2,926,772	2,984,159	2,846,429	3,075,980	
kWh Hrs Interm.	4,522,149	4,131,913	4,820,565	5,073,071	5,256,712	5,360,009	5,405,920	4,923,863	4,648,402	4,763,177	4,361,464	4,430,329	
kWh Hrs Punta	1,101,843	654,220	723,085	459,101	505,012	482,057	505,012	791,950	688,652	791,950	1,055,933	1,032,978	

Rendimientos	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE		
Volumen bombeado actual 5G (m3/mes)	15,221,347	13,748,314	15,221,347	14,730,336	15,221,347	14,730,336	15,221,347	15,221,347	14,730,336	15,221,347	14,730,336	15,221,347	179.219	H3/AÑO
Volumen bombeado (m3/mes)	17,007,840	15,361,920	17,007,840	16,459,200	17,007,840	16,459,200	17,007,840	17,007,840	16,459,200	17,007,840	16,459,200	17,007,840	200.254	H3/AÑO
Caudal bombeado (m3/h)	22,860	22,860	22,860	22,860	22,860	22,860	22,860	22,860	22,860	22,860	22,860	22,860	1.117	Coefc.
Caudal total bombeado (l/seg)	6,350	6,350	6,350	6,350	6,350	6,350	6,350	6,350	6,350	6,350	6,350	6,350	21.035	H3/AÑO ganados
Caudal unitario bombeado (l/seg)	1,270.0	1,270.0	1,270.0	1,270.0	1,270.0	1,270.0	1,270.0	1,270.0	1,270.0	1,270.0	1,270.0	1,270.0		
Altura manométrica (m)-D=2100 mm	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6		
Rendimiento Motor	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	Promedio	
Rendimiento Bomba	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	
Potencia absorbida (HP)	2,980	2,980	2,980	2,980	2,980	2,980	2,980	2,980	2,980	2,980	2,980	2,980		
Costo Energetico Estimacion Precios	Zona Sur													
Tarifa Base (\$/kWh)	0.645													
Tarifa Interm.(\$/kWh)	0.709													
Tarifa Punta (\$/kWh)	2.005													

Demanda kW (Maxima Absorbida)	Zona Sur
Tarifa Base (\$/kW)	133.55

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Demanda Facturable kW	12,230	12,230	12,230	12,230	12,230	12,230	12,230	12,230	12,230	12,230	12,230	12,230	Total Anual
Coste (\$ 133.55)	1,633,253	1,633,253	1,633,253	1,633,253	1,633,253	1,633,253	1,633,253	1,633,253	1,633,253	1,633,253	1,633,253	1,633,253	19,599,039.78
Coste Energetico													Total Anual
Coste Hrs Base (\$)	1,880,947.80	1,888,353.11	1,932,784.95	1,762,462.90	1,792,084.13	1,562,519.63	1,695,815.14	1,821,705.35	1,888,353.11	1,925,379.64	1,836,515.96	1,984,622.09	21,971,543.82
Coste Hrs Interm.(\$)	3,205,751.59	2,929,113.13	3,417,298.65	3,596,300.01	3,726,482.82	3,799,710.64	3,832,256.34	3,490,526.48	3,295,252.27	3,376,616.52	3,091,841.64	3,140,660.19	40,901,810.29
Coste Hrs Punta (\$)	2,208,645.23	1,311,383.11	1,449,423.43	920,268.85	1,012,295.73	966,282.29	1,012,295.73	1,587,463.76	1,380,403.27	1,587,463.76	2,116,618.35	2,070,604.91	17,623,148.41
Total Costes (\$)	8,928,597.94	7,762,102.66	8,432,760.35	7,912,285.07	8,164,115.99	7,961,765.88	8,173,620.54	8,532,948.91	8,197,261.97	8,522,713.24	8,678,229.26	8,829,140.50	100,095,542.31
										Total coste energético con iva			115,109,873.65

Precio venta agua (\$/m3)	5.00
Pérdidas en la red	0.40
Precio pago derechos (\$/m3)	0.50
Precio tratamiento agua (\$/m3)	0.30
Beneficio por venta de agua (\$)	63,103,536.00
Beneficio social	
Energía costo alternativa (\$)	115,109,873.65
Energía Costo actual (\$)	110,147,371.87
Beneficio energético anual (\$)	-4,962,501.78
Costo por pago de derechos (\$)	-10,517,256.00
Costo de tratamiento (\$)	-6,310,353.60
Indice de precios	0.04
Beneficio anual (\$)	41,313,424.62
valor límite inversión	456,530,038.12

Valoración inversión	222,089,650.89
VPN	213,127,624.76
TIR	0.20

%Coste energético Anual		% Coste de Demanda
Base	21.95%	19.58%
Interm.	40.86%	
Punta	17.61%	

Energía Costo actual 5G	110,147,371.87
-------------------------	----------------

9.7. Alternativa 2.

En esta alternativa vamos a comparar la Base 2 con la siguiente situación:

En la instalación existente, se adquirirán 5+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvulería de protección de grupos nueva así como la calderería nueva.

El múltiple se ejecutará para un segundo Acueducto que se instalaría paralelo al existente, construido con tubería helicosoldada de 2032 mm de diámetro.

Lo que se tendría que revisar es la capacidad instalada de HP, ver lo que se tiene contratado con CFE y hasta donde se podría ampliar y revisar la capacidad de la subestación. Lo cual se incluye en el costo de la inversión.

Horas de funcionamiento de la instalación: 24 horas al día

En este caso se considera un mejoramiento de eficiencia de los equipo de bombeo hasta el 85%.

A continuación se muestra de forma tabular la valoración de la inversión y el estudio económico realizado para la alternativa en estudio.

ALTERNATIVA 2: **VALORACIÓN DE LA INVERSIÓN**



PRECIO DE LA TUBERÍA

PN	INSTALACIÓN	ACERO	DIÁMETRO (mm)	ESPESOR (mm)	PESO (kg/ml)	PRECIO CONST. (\$/kg)	ÁREA (m2/m)	PRECIO UNIT. RECUBR. (\$/m2)	PRECIO RECUBR. (\$/m)	PRECIO TOTAL (\$/kg)
Tubería hasta PN 16	ENTERRADA	X-42	2,032.00	14.30	716.60	25.00	6.47	58.50	378.70	25.53

CAMBIO DE MONEDA

USD	MXD
\$1.00	\$10.97

PRECIOS DE REFERENCIA

Construcción	X-52	\$24,300.74	USD
	X-65	\$24,999.53	USD
Tratamiento	Interior	\$19.50	MXD
	Exterior aérea	\$32.50	MXD
	Exterior enterrada	\$39.00	MXD

USD/MXD	P. Acued	Increment	
10.97	18692.88	1.3	\$24,300.74
	19230.41	1.3	\$24,999.53
	15	1.3	\$19.50
	25	1.3	\$32.50
	30	1.3	\$39.00



PRESUPUESTO CONDUCCIÓN IMPULSION						
CONDUCCION DE IMPULSION ESTACION DE BOMBEO A TANQUE DE CAMBIO DE REGIMEN				LONGITUD:	26,000	
CAPÍTULO	DESIGNACIÓN	UD	RATIO	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
Suministro de tubería	06-Tubería hasta PN 16 -ENTERRADA-, X-42, D=2032	m		26,000	\$18,293.47	\$475,630,238.19
Ejecución de tubería	Soldaduras	día	1 sold / día	2,167	\$4,000.00	\$8,666,666.67
	Transporte	día	1 tubos/ día	2,167	\$6,500.00	\$14,083,333.33
	Grúa de 30 T	día	1 tubos/ día	2,167	\$16,000.00	\$34,666,666.67
						\$34,666,666.67
Movimiento de tierras zanja	Excavación	m³	11.1 m2/ ml	144,300	\$65.00	\$9,379,500.00
	Excavación en roca	m³	11.1 m2/ ml	144,300	\$165.00	\$23,809,500.00
	Lecho arena	m³	1.45 m2/ ml	37,700	\$120.00	\$4,524,000.00
	Relleno material excavación	m³	5.5 m2/ ml	143,000	\$55.00	\$7,865,000.00
Valvulería	Válvulas mariposa DN 1200 PN16	ud		4	\$1,496,089.00	\$5,984,356.00
	Ventosas DN 100 PN16	ud		30	\$9,044.69	\$271,340.79
	Ventosas DN 100 PN25	ud		20	\$9,572.34	\$191,446.77
	Desagües DN100 PN16	ud		4	\$30,600.50	\$122,402.00
	Desagües DN100 PN25	ud		26	\$39,181.80	\$1,018,726.80
	Bocas de hombre	ud		65	\$30,886.45	\$2,007,618.98
	Obras especiales en conducción	ud		1	\$6,059,500.00	\$6,059,500.00
Arquetas de valvulería	Válvulas mariposa	ud		4	\$129,600.00	\$518,400.00
	Ventosas y aductoras	ud		50	\$16,200.00	\$810,000.00
	Desagües	ud		30	\$18,900.00	\$567,000.00
Macizos de anclaje	Macizos en tubería sobre el terreno	m³		16,100	\$1,800.00	\$28,980,000.00
	Acero de armar	kg		644,000	\$15.00	\$9,660,000.00
Proteccion Catodica				26	\$34,222.00	\$889,772.00
Control de calidad obra	Prueba de presión de tubería	ud	1500	17	\$40,000.00	680,000
Sistema de telecontrol	Cables de señales	m		0	\$100.00	\$0.00
	Tubos para cables	m		0	\$80.00	\$0.00
	Estaciones remotas	ud		0	\$100,000.00	\$0.00
TOTAL						\$636,385,468.19



Estudios de Alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica

PRESUPUESTO EQUIPOS MECANICOS PLANTA DE BOMBEO ACTUAL

	P.N.	DIÁMETRO (m)	VELOCIDAD (m/s)	PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
					Horas	Importe total					
						252.00	7.50	2.00	10.00		
1	Estudio de la captacion de agua			50,000,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50,000,000.00	50,000,000.00
4	Equipos de toma			2,500,000.00	100.00	25,200.00	187,500.00	50,000.00	250,000.00	3,012,700.00	12,050,800.00
6	Bomba			5,342,890.00	300.00	75,600.00	400,716.75	106,857.80	534,289.00	6,460,353.55	38,762,121.30
6	Motor			2,446,375.00	100.00	25,200.00	183,478.13	48,927.50	244,637.50	2,948,618.13	17,691,708.75
6	Junta compensac.	16	0.8	2,986	6.00	1,512.00	9,450.00	2,520.00	12,600.00	152,082.00	912,492.00
6	Valv Retencion de grupo anular	16	0.8	2,986	25.00	6,300.00	113,925.00	30,380.00	151,900.00	1,821,505.00	10,929,030.00
6	Vals Retecion by-pass disco naxial	16	0.8	55,300.00	3.00	756.00	4,147.50	1,106.00	5,530.00	66,839.50	401,037.00
6	Carrete desmontaje	16	0.8	2,986	6.00	1,512.00	5,890.50	1,570.80	7,854.00	95,367.30	572,203.80
6	Valv Mariposa Electrico grupo	16	0.8	2,986	10.00	2,520.00	22,827.00	6,087.20	30,436.00	366,230.20	2,197,381.20
6	Manometros	16		2,100.00	3.00	756.00	157.50	42.00	210.00	3,265.50	19,593.00
6	Detector magnetico	16		3,360.00	3.00	756.00	252.00	67.20	336.00	4,771.20	28,627.20
6	Presostatos	16		2,940.00	3.00	756.00	220.50	58.80	294.00	4,269.30	25,615.80
6	Trans. Presion	16		2,100.00	3.00	756.00	157.50	42.00	210.00	3,265.50	19,593.00
6	Sistema de ventilación E.B.			6,720.00	10.00	2,520.00	504.00	134.40	672.00	10,550.40	63,302.40
2,000	Kg de tubería colectores y herrajes			48.00	0.10	25.20	3.60	0.96	4.80	82.56	165,120.00
											133,838,625.45
EQUIPOS ANTIARIETES											
0	Calderin hidroneumatico 30 m3			622,020.00	200.00	50,400.00	46,651.50	12,440.40	62,202.00	793,713.90	0.00
0	Vlavlula de retencion		600	211,960.00	6.00	1,512.00	15,897.00	4,239.20	21,196.00	254,804.20	0.00
0	Válvula de mariposa		600	263,900.00	6.00	1,512.00	19,792.50	5,278.00	26,390.00	316,872.50	0.00
0	Valvula de asiento		200	71,400.00	3.00	756.00	5,355.00	1,428.00	7,140.00	86,079.00	0.00
0	Kg de tubería colectores y herrajes			48.00	0.01	2.52	3.60	0.96	4.80	59.88	0.00

0



PRESUPUESTO EQUIPOS ELECTRICOS PLANTA DE BOMBEO ACTUAL

Actualización de capacidad instalada de demanda energética y revisión y ampliación a la subestación eléctrica e instalación de elementos de ahorro

PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
	Horas	Importe total					
		252.00	10.00	2.00	10.00		

	Subestacion compacta a 115 Kv formada por:	10,500,000	0.00	0.00	0.00	0.00	10,500,000.00	10,500,000.00
	Actualización de capacidad instalada de demanda energética y revisión y ampliación a la subestación eléctrica e instalación de elementos de ahorro							

10,500,000.00

1	Coficiente de incidencias % S/Costo	5					525,000	525,000
---	-------------------------------------	---	--	--	--	--	---------	---------

TOTAL EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA PLANTA DE BOMBEO 11,025,000.00



Estudios de alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica.

PRESUPUESTO GENERAL ALTERNATIVA 2

DISCIPLINAS	IMPORTE SUBCAPÍTULO	IMPORTE TOTAL
PLANTA DE BOMBEO ACTUAL		\$155,570,715.49
Equipos mecánicos	\$144,545,715.49	
Equipos eléctricos	\$11,025,000.00	
PLANTA DE BOMBEO DE CAPTACIÓN		\$0.00
Equipos mecánicos	\$0.00	
Equipos eléctricos	\$0.00	
CONDUCCIÓN DE IMPULSIÓN		\$636,385,468.19
Estacion de Bombeo a Deposito de cambio de regimen	\$636,385,468.19	
BORDO DE SEGURIDAD DE AGUA CRUDA		\$0.00
SISTEMA DE CONTROL DE LAS INSTALACIONES		\$0.00
TOTAL PRESUPUESTO EN COSTO		\$791,956,183.67
Proyecto Ejecutivo y Control de Calidad	4.00%	\$31,678,247.35
IMPORTE DEL PRESUPUESTO		\$823,634,431.02
Utilidad	15%	\$123,545,164.65
Costes indirectos	6%	\$49,418,065.86
TOTAL PRESUPUESTO		\$996,597,661.54
I.V.A.	15%	\$149,489,649.23
IMPORTE TOTAL PRESUPUESTO CON IVA		\$1,146,087,310.77

ALTERNATIVA 2: **ESTUDIO ECONÓMICO**



ALTERNATIVA 2

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Numero grupos funcionando	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Horas funcionamineto medio por grupo	744.00	672.00	744.00	720.00	744.00	720.00	744.00	744.00	720.00	744.00	720.00	744.00
Horas totales funcionamien mes	3720.00	3360.00	3720.00	3600.00	3720.00	3600.00	3720.00	3720.00	3600.00	3720.00	3600.00	3720.00
Hrs Base	1270.00	1275.00	1305.00	1190.00	1210.00	1055.00	1145.00	1230.00	1275.00	1300.00	1240.00	1340.00
Hrs Interm.	1970.00	1800.00	2100.00	2210.00	2290.00	2335.00	2355.00	2145.00	2025.00	2075.00	1900.00	1930.00
Hrs Punta	480.00	285.00	315.00	200.00	220.00	210.00	220.00	345.00	300.00	345.00	460.00	450.00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total kWh Año
kWh totales consumidos	9,827,802	8,876,724	9,827,802	9,510,776	9,827,802	9,510,776	9,827,802	9,827,802	9,510,776	9,827,802	9,510,776	9,827,802	115,714,442
kWh Hrs Base	3,355,190	3,368,400	3,447,656	3,143,840	3,196,678	2,787,186	3,024,955	3,249,515	3,368,400	3,434,447	3,275,934	3,540,122	
kWh Hrs Interm.	5,204,508	4,755,388	5,547,953	5,838,560	6,049,910	6,168,795	6,221,633	5,666,837	5,349,812	5,481,906	5,019,576	5,098,833	
kWh Hrs Punta	1,268,103	752,936	832,193	528,376	581,214	554,795	581,214	911,449	792,565	911,449	1,215,266	1,188,847	

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE		
Rendimientos														
Volumen bombeado actual (m3/mes)	15,221,347	13,748,314	15,221,347	14,730,336	15,221,347	14,730,336	15,221,347	15,221,347	14,730,336	15,221,347	14,730,336	15,221,347	179.219	H3/AÑO
Volumen bombeado (m3/mes)	20,383,562	18,410,959	20,383,562	19,726,027	20,383,562	19,726,027	20,383,562	20,383,562	19,726,027	20,383,562	19,726,027	20,383,562	240.000	H3/AÑO
Caudal bombeado (m3/h)	27,397	27,397	27,397	27,397	27,397	27,397	27,397	27,397	27,397	27,397	27,397	27,397	1.339	Coefc.
Caudal total bombeado (l/seg)	7,610	7,610	7,610	7,610	7,610	7,610	7,610	7,610	7,610	7,610	7,610	7,610	60.781	H3/AÑO ganados
Caudal unitario bombeado (l/seg)	1,522.1	1,522.1	1,522.1	1,522.1	1,522.1	1,522.1	1,522.1	1,522.1	1,522.1	1,522.1	1,522.1	1,522.1		
Altura manométrica (m)-D=2032 mm	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144		
Rendimiento Motor	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	Promedio	
Rendimiento Bomba	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	
Potencia absorbida (HP)	3,429	3,429	3,429	3,429	3,429	3,429	3,429	3,429	3,429	3,429	3,429	3,429		
Costo Energetico Estimacion Precios	Zona Sur													
Tarifa Base (\$/kWh)	0.645													
Tarifa Interm.(\$/kWh)	0.709													
Tarifa Punta (\$/kWh)	2.005													

Demanda kW (Maxima Absorbida)	Zona Sur
Tarifa Base (\$/kW)	133.55

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Demanda Facturable kW	14,075	14,075	14,075	14,075	14,075	14,075	14,075	14,075	14,075	14,075	14,075	14,075	Total Anual
Coste (\$ 133.55)	1,879,699	1,879,699	1,879,699	1,879,699	1,879,699	1,879,699	1,879,699	1,879,699	1,879,699	1,879,699	1,879,699	1,879,699	22,556,389.50
Coste Energetico													Total Anual
Coste Hrs Base (\$)	2,164,768.87	2,173,291.58	2,224,427.86	2,028,405.48	2,062,496.33	1,798,292.25	1,951,701.07	2,096,587.18	2,173,291.58	2,215,905.15	2,113,632.60	2,284,086.84	25,286,886.79
Coste Hrs Interm.(\$)	3,689,475.73	3,371,094.57	3,932,943.67	4,138,955.00	4,288,781.43	4,373,058.79	4,410,515.40	4,017,221.03	3,792,481.39	3,886,122.91	3,558,377.60	3,614,562.51	47,073,590.04
Coste Hrs Punta (\$)	2,541,913.41	1,509,261.09	1,668,130.68	1,059,130.59	1,165,043.65	1,112,087.12	1,165,043.65	1,827,000.27	1,588,695.88	1,827,000.27	2,436,000.35	2,383,043.83	20,282,350.78
Total Costes (\$)	10,275,857.14	8,933,346.37	9,705,201.33	9,106,190.20	9,396,020.53	9,163,137.29	9,406,959.24	9,820,507.60	9,434,167.99	9,808,727.45	9,987,709.68	10,161,392.31	115,199,217.11
										Total coste energético con iva			132,479,099.68

Precio venta agua (\$/m3)	5.00
Pérdidas en la red	0.40
Precio pago derechos (\$/m3)	0.50
Precio tratamiento agua (\$/m3)	0.30
Beneficio por venta de agua (\$)	182,342,736.00
Beneficio social	
Energía costo alternativa (\$)	132,479,099.68
Energía Costo actual (\$)	110,147,371.87
Beneficio energético anual (\$)	-22,331,727.80
Costo por pago de derechos (\$)	-30,390,456.00
Costo de tratamiento (\$)	-18,234,273.60
Indice de precios	0.04
Beneficio anual (\$)	111,386,278.60
valor limite inversión	1,230,863,393.23

Valoración inversión	1,146,087,310.77
VPN	77,069,165.88
TIR	0.11

%Coste energético Anual		% Coste de Demanda
Base	21.95%	19.58%
Interm.	40.86%	
Punta	17.61%	

Energía Costo actual	110,147,371.87
----------------------	----------------

9.8. Alternativa 3.

En esta alternativa vamos a comparar la Base 2 con la siguiente situación:

En la instalación existente, se adquirirán 5+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvulería de protección de grupos nueva así como la calderería nueva.

El múltiple se ejecutará para un segundo Acueducto que se instalaría paralelo al existente, construido con tubería helicosoldada de 2032 mm de diámetro.

En la entrega se construirá un bordo de seguridad con una capacidad de 400.000 m3 con el fin de no bombear en horas punta.

En esta alternativa lo que se tendría que revisar es la capacidad instalada de HP, ver lo que se tiene contratado con CFE y hasta donde se podría ampliar y revisar la capacidad de la subestación. Lo cual se incluye en el costo de la inversión.

Horas de funcionamiento de la instalación: 22 horas al día

En este caso se considera un mejoramiento de eficiencia de los equipo de bombeo hasta el 85%.

A continuación se muestra de forma tabular la valoración de la inversión y el estudio económico realizado para la alternativa en estudio.

ALTERNATIVA 3: **VALORACIÓN DE LA INVERSIÓN**



PRECIO DE LA TUBERÍA

PN	INSTALACIÓN	ACERO	DIÁMETRO (mm)	ESPESOR (mm)	PESO (kg/ml)	PRECIO CONST. (\$/kg)	ÁREA (m2/m)	PRECIO UNIT. RECUBR. (\$/m2)	PRECIO RECUBR. (\$/m)	PRECIO TOTAL (\$/kg)
Tubería hasta PN 16	ENTERRADA	X-42	2,032.00	14.30	716.60	25.00	6.47	58.50	378.70	25.53

CAMBIO DE MONEDA

USD	MXD
\$1.00	\$10.97

PRECIOS DE REFERENCIA

Construcción	X-52	\$24,300.74	USD
	X-65	\$24,999.53	USD
Tratamiento	Interior	\$19.50	MXD
	Exterior aérea	\$32.50	MXD
	Exterior enterrada	\$39.00	MXD

USD/MXD	P. Acued	Increment	
10.97	18692.88	1.3	\$24,300.74
	19230.41	1.3	\$24,999.53
	15	1.3	\$19.50
	25	1.3	\$32.50
	30	1.3	\$39.00



Estudios de Alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica

PRESUPUESTO CONDUCCIÓN IMPULSION

CONDUCCIÓN DE IMPULSION ESTACION DE BOMBEO A TANQUE DE CAMBIO DE REGIMEN

LONGITUD:

26,000

CAPÍTULO	DESIGNACIÓN	UD	RATIO	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
Suministro de tubería	06-Tubería hasta PN 16 -ENTERRADA-, X-42, D=2032	m		26,000	\$18,293.47	\$475,630,238.19
Ejecución de tubería	Soldaduras	día	1 sold./ día	2,167	\$4,000.00	\$8,666,666.67
	Transporte	día	1 tubos/ día	2,167	\$6,500.00	\$14,083,333.33
	Grúa de 30 T	día	1 tubos/ día	2,167	\$16,000.00	\$34,666,666.67
Movimiento de tierras zanja	Excavación	m ³	11.1 m2/ ml	144,300	\$65.00	\$9,379,500.00
	Excavación en roca	m ³	11.1 m2/ ml	144,300	\$165.00	\$23,809,500.00
	Lecho arena	m ³	1.45 m2/ ml	37,700	\$120.00	\$4,524,000.00
	Relleno material excavación	m ³	5.5 m2/ ml	143,000	\$55.00	\$7,865,000.00
Valvulería	Válvulas mariposa DN 1200 PN16	ud		4	\$1,496,089.00	\$5,984,356.00
	Ventosas DN 100 PN16	ud		30	\$9,044.69	\$271,340.79
	Ventosas DN 100 PN25	ud		20	\$9,572.34	\$191,446.77
	Desagües DN100 PN16	ud		4	\$30,600.50	\$122,402.00
	Desagües DN100 PN25	ud		26	\$39,181.80	\$1,018,726.80
	Bocas de hombre	ud		65	\$30,886.45	\$2,007,618.98
	Obras especiales en conducción	ud		1	\$6,059,500.00	\$6,059,500.00
Arquetas de valvulería	Válvulas mariposa	ud		4	\$129,600.00	\$518,400.00
	Ventosas y aductoras	ud		50	\$16,200.00	\$810,000.00
	Desagües	ud		30	\$18,900.00	\$567,000.00
Macizos de anclaje	Macizos en tubería sobre el terreno	m ³		16,100	\$1,800.00	\$28,980,000.00
	Acero de armar	kg		644,000	\$15.00	\$9,660,000.00
Proteccion Catodica				26	\$34,222.00	\$889,772.00
Control de calidad obra	Prueba de presión de tubería	ud	1500	17	\$40,000.00	680,000
Sistema de telecontrol	Cables de señales	m		0	\$100.00	\$0.00
	Tubos para cables	m		0	\$80.00	\$0.00
	Estaciones remotas	ud		0	\$100,000.00	\$0.00
TOTAL						\$636,385,468.19

PRESUPUESTO EQUIPOS MECANICOS PLANTA DE BOMBEO ACTAL

P.N.	DIÁMETRO (m)	VELOCIDAD (m/s)	PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
				Horas	Importe total					
					252.00	7.50	2.00	10.00		
1			50,000,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50,000,000.00	50,000,000.00
4			2,500,000.00	100.00	25,200.00	187,500.00	50,000.00	250,000.00	3,012,700.00	12,050,800.00
6			5,342,890.00	300.00	75,600.00	400,716.75	106,857.80	534,289.00	6,460,353.55	38,762,121.30
6			2,718,200.00	100.00	25,200.00	203,865.00	54,364.00	271,820.00	3,273,449.00	19,640,694.00
6	16	0.8	126,000.00	6.00	1,512.00	9,450.00	2,520.00	12,600.00	152,082.00	912,492.00
6	16	0.8	1,519,000.00	25.00	6,300.00	113,925.00	30,380.00	151,900.00	1,821,505.00	10,929,030.00
6	16	0.8	55,300.00	3.00	756.00	4,147.50	1,106.00	5,530.00	66,839.50	401,037.00
6	16	0.8	78,540.00	6.00	1,512.00	5,890.50	1,570.80	7,854.00	95,367.30	572,203.80
6	16	0.8	304,360.00	10.00	2,520.00	22,827.00	6,087.20	30,436.00	366,230.20	2,197,381.20
6	16		2,100.00	3.00	756.00	157.50	42.00	210.00	3,265.50	19,593.00
6	16		3,360.00	3.00	756.00	252.00	67.20	336.00	4,771.20	28,627.20
6	16		2,940.00	3.00	756.00	220.50	58.80	294.00	4,269.30	25,615.80
6	16		2,100.00	3.00	756.00	157.50	42.00	210.00	3,265.50	19,593.00
6			6,720.00	10.00	2,520.00	504.00	134.40	672.00	10,550.40	63,302.40
2,000			48.00	0.10	25.20	3.60	0.96	4.80	82.56	165,120.00
										135,787,610.70

EQUIPOS ANTIARIETES

0			622,020.00	200.00	50,400.00	46,651.50	12,440.40	62,202.00	793,713.90	0.00
0		600	211,960.00	6.00	1,512.00	15,897.00	4,239.20	21,196.00	254,804.20	0.00
0		600	263,900.00	6.00	1,512.00	19,792.50	5,278.00	26,390.00	316,872.50	0.00
0		200	71,400.00	3.00	756.00	5,355.00	1,428.00	7,140.00	86,079.00	0.00
0			48.00	0.01	2.52	3.60	0.96	4.80	59.88	0.00

0

1		3							4,073,628	4,073,628
1		5							6,789,381	6,789,381

TOTAL EQUIPOS MECANICOS DE LA PLANTA DE BOMBEO

146,650,619.56



PRESUPUESTO EQUIPOS ELECTRICOS PLANTA DE BOMBEO ACTUAL

Actualización de capacidad instalada de demanda energética y revisión y ampliación a la subestación eléctrica e instalación de elementos de ahorro

PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
	Horas	Importe total					
		252.00	10.00	2.00	10.00		

	Subestacion compacta a 115 Kv formada por:	10,500,000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10,500,000.00	10,500,000.00
	Actualización de capacidad instalada de demanda energética y revisión y ampliación a la subestación eléctrica e instalación de elementos de ahorro								

10,500,000.00

1	Coefficiente de incidencias % S/Costo	5						525,000	525,000
---	---------------------------------------	---	--	--	--	--	--	---------	---------

TOTAL EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA PLANTA DE BOMBEO

11,025,000.00

PRESUPUESTO BORDO DE SEGURIDAD DE AGUA CRUDA (400.000 m3)

CAPÍTULO	DESIGNACIÓN	UNIDAD	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
Movimiento de tierras	Desbroce	m ²	3,556	\$16.13	\$57,365.38
	Excavación	m ³	195,222	\$168.00	\$32,797,296.00
	Acopio de zahorra	m ³	188,550	\$0.42	\$79,191.00
	Extendido de zahorra	m ³	188,550	\$168.00	\$31,676,400.00
Impermeabilización y drenaje	Material drenante	m ³	8,385	\$90.72	\$760,653.63
	Tubería de PVC	ml	4,729	\$134.40	\$635,577.60
	Lámina geotextil	m ²	57,315	\$85.00	\$4,871,785.20
Anclajes y losa de hormigón	Excavación	m ³	432	\$28.50	\$12,303.45
	Acero	m ³	519	\$15.00	\$7,787.10
	Hormigón	m ³	521	\$1,800.00	\$937,494.00
Pavimento y cerramiento	Zahorra	m ³	945	\$77.95	\$73,666.65
	Bordillo	ml	1,890	\$125.00	\$236,262.50
	Cerramiento	ml	988	\$71.00	\$70,148.00
	Puertas	ud	1	\$26,813.00	\$26,813.00
Obra de toma y filtrado	Excavación	m ³	104	\$28.50	\$2,959.73
	Acero	Kg	61,375	\$15.00	\$920,630.70
	Hormigón	m ³	822	\$1,800.00	\$1,479,402.00
	Varios (tablestaca, lamina, celosía, etc)	ud	1	\$840,000.00	\$840,000.00
Instalaciones electromecánicas	Filtros	Ud	2	\$1,290,625.00	\$2,581,250.00
	Compuerta 900x900	Ud	2	\$240,450.00	\$480,900.00
	Compuerta 1100x1100	Ud	1	\$269,465.00	\$269,465.00
	Toma flotante	Ud	6	\$364,065.00	\$2,184,390.00
TOTAL					\$81,001,740.93
Coeficiente de incidencias % S/Costo				5	\$4,050,087.05

TOTAL BORDO DE SEGURIDAD \$85,051,827.98



Estudios de alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica.

PRESUPUESTO GENERAL ALTERNATIVA 3

DISCIPLINAS	IMPORTE SUBCAPÍTULO	IMPORTE TOTAL
PLANTA DE BOMBEO ACTUAL		\$157,675,619.56
Equipos mecánicos	\$146,650,619.56	
Equipos eléctricos	\$11,025,000.00	
PLANTA DE BOMBEO DE CAPTACIÓN		\$0.00
Equipos mecánicos	\$0.00	
Equipos eléctricos	\$0.00	
CONDUCCIÓN DE IMPULSIÓN		\$636,385,468.19
Estacion de Bombeo a Deposito de cambio de regimen	\$636,385,468.19	
BORDO DE SEGURIDAD DE AGUA CRUDA		\$85,051,827.98
SISTEMA DE CONTROL DE LAS INSTALACIONES		\$0.00
TOTAL PRESUPUESTO EN COSTO		\$879,112,915.72
Proyecto Ejecutivo y Control de Calidad	4.00%	\$35,164,516.63
IMPORTE DEL PRESUPUESTO		\$914,277,432.35
Utilidad	15%	\$137,141,614.85
Costes indirectos	6%	\$54,856,645.94
TOTAL PRESUPUESTO		\$1,106,275,693.15
I.V.A.	15%	\$165,941,353.97
IMPORTE TOTAL PRESUPUESTO CON IVA		\$1,272,217,047.12

ALTERNATIVA 3: **ESTUDIO ECONÓMICO**



ALTERNATIVA 3

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Numero grupos funcionando	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Horas funcionamineto medio por grupo	648.00	615.00	681.00	680.00	700.00	678.00	700.00	675.00	660.00	675.00	628.00	654.00
Horas totales funcionamien mes	3240.00	3075.00	3405.00	3400.00	3500.00	3390.00	3500.00	3375.00	3300.00	3375.00	3140.00	3270.00
Hrs Base	1270.00	1275.00	1305.00	1190.00	1210.00	1055.00	1145.00	1230.00	1275.00	1300.00	1240.00	1340.00
Hrs Interm.	1970.00	1800.00	2100.00	2210.00	2290.00	2335.00	2355.00	2145.00	2025.00	2075.00	1900.00	1930.00
Hrs Punta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total kWh Año
kWh totales consumidos	10,063,560	9,551,064	10,576,056	10,560,526	10,871,129	10,529,465	10,871,129	10,482,875	10,249,922	10,482,875	9,752,956	10,156,741	124,148,299
kWh Hrs Base	3,944,667	3,960,197	4,053,378	3,696,184	3,758,305	3,276,869	3,556,412	3,820,426	3,960,197	4,037,848	3,851,486	4,162,090	
kWh Hrs Interm.	6,118,893	5,590,867	6,522,678	6,864,342	7,112,825	7,252,596	7,314,717	6,662,449	6,289,725	6,445,027	5,901,470	5,994,651	
kWh Hrs Punta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Rendimientos	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Volumen bombeado actual 5G (m3/mes)	15,221,347	13,748,314	15,221,347	14,730,336	15,221,347	14,730,336	15,221,347	15,221,347	14,730,336	15,221,347	14,730,336	15,221,347	179.219 H3/AÑO
Volumen bombeado (m3/mes)	19,454,591	18,463,848	20,445,334	20,415,311	21,015,762	20,355,266	21,015,762	20,265,199	19,814,861	20,265,199	18,854,141	19,634,726	240.000 H3/AÑO
Caudal bombeado (m3/h)	30,023	30,023	30,023	30,023	30,023	30,023	30,023	30,023	30,023	30,023	30,023	30,023	1.339 Coefc.
Caudal total bombeado (l/seg)	8,340	8,340	8,340	8,340	8,340	8,340	8,340	8,340	8,340	8,340	8,340	8,340	60.781 H3/AÑO ganados
Caudal unitario bombeado (l/seg)	1,667.9	1,667.9	1,667.9	1,667.9	1,667.9	1,667.9	1,667.9	1,667.9	1,667.9	1,667.9	1,667.9	1,667.9	
Altura manométrica (m)-D=2032 mm	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	
Rendimiento Motor	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	Promedio
Rendimiento Bomba	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850
Potencia absorbida (HP)	4,032	4,032	4,032	4,032	4,032	4,032	4,032	4,032	4,032	4,032	4,032	4,032	
Costo Energetico Estimacion Precios	Zona Sur												
Tarifa Base (\$/kWh)	0.645												
Tarifa Interm.(\$/kWh)	0.709												
Tarifa Punta (\$/kWh)	2.005												

Demanda kW (Maxima Absorbida)	Zona Sur
Tarifa Base (\$/kW)	133.55

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Demanda Facturable kW	16,548	16,548	16,548	16,548	16,548	16,548	16,548	16,548	16,548	16,548	16,548	16,548	Total Anual
Coste (\$ 133.55)	2,209,945	2,209,945	2,209,945	2,209,945	2,209,945	2,209,945	2,209,945	2,209,945	2,209,945	2,209,945	2,209,945	2,209,945	26,519,342.66
Coste Energetico													Total Anual
Coste Hrs Base (\$)	2,545,099.14	2,555,119.22	2,615,239.67	2,384,777.93	2,424,858.24	2,114,235.90	2,294,597.26	2,464,938.54	2,555,119.22	2,605,219.59	2,484,978.69	2,685,380.19	29,729,563.58
Coste Hrs Interm.(\$)	4,337,683.17	3,963,365.33	4,623,926.22	4,866,131.88	5,042,281.45	5,141,365.58	5,185,402.97	4,723,010.35	4,458,786.00	4,568,879.48	4,183,552.29	4,249,608.38	55,343,993.09
Coste Hrs Punta (\$)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Costes (\$)	9,092,727.53	8,728,429.77	9,449,111.11	9,460,855.03	9,677,084.90	9,465,546.70	9,689,945.45	9,397,894.11	9,223,850.43	9,384,044.29	8,878,476.20	9,144,933.80	111,592,899.32
										Total coste energético con iva			128,331,834.22

Precio venta agua (\$/m3)	5.00
Pérdidas en la red	0.40
Precio pago derechos (\$/m3)	0.50
Precio tratamiento agua (\$/m3)	0.30
Beneficio por venta de agua (\$)	182,342,736.00
Beneficio social	
Energía costo alternativa (\$)	128,331,834.22
Energía Costo actual (\$)	110,147,371.87
Beneficio energético anual (\$)	-18,184,462.35
Costo por pago de derechos (\$)	-30,390,456.00
Costo de tratamiento (\$)	-18,234,273.60
Indice de precios	0.04
Beneficio anual (\$)	115,533,544.05
valor limite inversión	1,276,692,352.55

%Coste energético Anual		% Coste de Demanda
Base	26.64%	23.76%
Interm.	49.59%	
Punta	0.00%	

Energia Costo actual	110,147,371.87
----------------------	----------------

Valoración inversión	1,272,217,047.12
VPN	4,068,459.48
TIR	0.10

9.9. Alternativa 4.

En esta alternativa vamos a comparar la Base 2 con la siguiente situación:

En el edificio espejo existente, se adquirirán 5+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvulería de protección de grupos así como la calderería nueva.

El múltiple se ejecutará para un segundo Acueducto que se instalaría paralelo al existente, construido con tubería helicosoldada de 2032 mm de diámetro.

En la instalación existente, se adquirirán 3+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvulería de protección de grupos nueva así como la calderería nueva.

En la entrega se construirá un bordo de seguridad con una capacidad de 400.000 m³ con el fin de no bombear en horas punta.

En esta alternativa lo que se tendría que revisar es la capacidad instalada de HP, ver lo que se tiene contratado con CFE y hasta donde se podría ampliar y revisar la capacidad de la subestación. Lo cual se incluye en el costo de la inversión.

Horas de funcionamiento de la EB espejo: 22 horas al día.

Horas de funcionamiento de la EB existente: 14 horas al día.

En este caso se considera un mejoramiento de eficiencia de los equipo de bombeo hasta el 85%.

A continuación se muestra de forma tabular la valoración de la inversión y el estudio económico realizado para la alternativa en estudio.

ALTERNATIVA 4: **VALORACIÓN DE LA INVERSIÓN**



PRECIO DE LA TUBERÍA

PN	INSTALACIÓN	ACERO	DIÁMETRO (mm)	ESPESOR (mm)	PESO (kg/ml)	PRECIO CONST. (\$/kg)	ÁREA (m2/m)	PRECIO UNIT. RECUBR. (\$/m2)	PRECIO RECUBR. (\$/m)	PRECIO TOTAL (\$/kg)
Tubería hasta PN 16	ENTERRADA	X-42	2,032.00	14.30	716.60	25.00	6.47	58.50	378.70	25.53

CAMBIO DE MONEDA

USD	MXD
\$1.00	\$10.97

PRECIOS DE REFERENCIA

Construcción	X-52	\$24,300.74	USD
	X-65	\$24,999.53	USD
Tratamiento	Interior	\$19.50	MXD
	Exterior aérea	\$32.50	MXD
	Exterior enterrada	\$39.00	MXD

USD/MXD	P. Acued	Increment	
10.97	18692.88	1.3	\$24,300.74
	19230.41	1.3	\$24,999.53
	15	1.3	\$19.50
	25	1.3	\$32.50
	30	1.3	\$39.00



Estudios de Alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica

PRESUPUESTO CONDUCCIÓN IMPULSION

CONDUCCIÓN DE IMPULSION ESTACION DE BOMBEO A TANQUE DE CAMBIO DE REGIMEN

LONGITUD:

26,000

CAPÍTULO	DESIGNACIÓN	UD	RATIO	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
Suministro de tubería	06-Tubería hasta PN 16 -ENTERRADA-, X-42, D=2032	m		26,000	\$18,293.47	\$475,630,238.19
Ejecución de tubería	Soldaduras	día	1 sold./ día	2,167	\$4,000.00	\$8,666,666.67
	Transporte	día	1 tubos/ día	2,167	\$6,500.00	\$14,083,333.33
	Grúa de 30 T	día	1 tubos/ día	2,167	\$16,000.00	\$34,666,666.67
Movimiento de tierras zanja	Excavación	m³	11.1 m2/ ml	144,300	\$65.00	\$9,379,500.00
	Excavación en roca	m³	11.1 m2/ ml	144,300	\$165.00	\$23,809,500.00
	Lecho arena	m³	1.45 m2/ ml	37,700	\$120.00	\$4,524,000.00
	Relleno material excavación	m³	5.5 m2/ ml	143,000	\$55.00	\$7,865,000.00
Valvulería	Válvulas mariposa DN 1200 PN16	ud		4	\$1,496,089.00	\$5,984,356.00
	Ventosas DN 100 PN16	ud		30	\$9,044.69	\$271,340.79
	Ventosas DN 100 PN25	ud		20	\$9,572.34	\$191,446.77
	Desagües DN100 PN16	ud		4	\$30,600.50	\$122,402.00
	Desagües DN100 PN25	ud		26	\$39,181.80	\$1,018,726.80
	Bocas de hombre	ud		65	\$30,886.45	\$2,007,618.98
	Obras especiales en conducción	ud		1	\$6,059,500.00	\$6,059,500.00
Arquetas de valvulería	Válvulas mariposa	ud		4	\$129,600.00	\$518,400.00
	Ventosas y aductoras	ud		50	\$16,200.00	\$810,000.00
	Desagües	ud		30	\$18,900.00	\$567,000.00
Macizos de anclaje	Macizos en tubería sobre el terreno	m³		16,100	\$1,800.00	\$28,980,000.00
	Acero de armar	kg		644,000	\$15.00	\$9,660,000.00
Proteccion Catodica				26	\$34,222.00	\$889,772.00
Control de calidad obra	Prueba de presión de tubería	ud	1500	17	\$40,000.00	680,000
Sistema de telecontrol	Cables de señales	m		0	\$100.00	\$0.00
	Tubos para cables	m		0	\$80.00	\$0.00
	Estaciones remotas	ud		0	\$100,000.00	\$0.00
TOTAL						\$636,385,468.19



PRESUPUESTO EQUIPOS MECANICOS PLANTA DE BOMBEO ACTAL

				P.N.	DIÁMETRO (m)	VELOCIDAD (m/s)	PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)		
		Horas	Importe total													
							2,500,000.00	100.00	252.00	7.50	2.00	10.00				
4	Equipos de toma						2,500,000.00	100.00	25,200.00	187,500.00	50,000.00	250,000.00	3,012,700.00	12,050,800.00		
4	Bomba						5,342,890.00	300.00	75,600.00	400,716.75	106,857.80	534,289.00	6,460,353.55	25,841,414.20		
4	Motor						2,174,556.00	100.00	25,200.00	163,091.70	43,491.12	217,455.60	2,623,794.42	10,495,177.68		
4	Junta compensac.			16	0.8	2.986	126,000.00	6.00	1,512.00	9,450.00	2,520.00	12,600.00	152,082.00	608,328.00		
4	Valv Retencion de grupo anular			16	0.8	2.986	1,519,000.00	25.00	6,300.00	113,925.00	30,380.00	151,900.00	1,821,505.00	7,286,020.00		
4	Carrete desmontaje			16	0.8	2.986	78,540.00	6.00	1,512.00	5,890.50	1,570.80	7,854.00	95,367.30	381,469.20		
4	Valv Mariposa Electrico grupo			16	0.8	2.986	304,360.00	10.00	2,520.00	22,827.00	6,087.20	30,436.00	366,230.20	1,464,920.80		
4	Manómetros			16			2,100.00	3.00	756.00	157.50	42.00	210.00	3,265.50	13,062.00		
4	Detector magnetico			16			3,360.00	3.00	756.00	252.00	67.20	336.00	4,771.20	19,084.80		
															58,160,276.68	



PRESUPUESTO EQUIPOS MECANICOS PLANTA DE BOMBEO DE CAPTACION

	P.N.	DIÁMETRO (m)	VELOCIDAD (m/s)	PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
					Horas	Importe total					
						252.00	7.50	2.00	10.00		
1 Estudio de la captacion de agua				50,000,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50,000,000.00	50,000,000.00
4 Equipos de toma				2,500,000.00	100.00	25,200.00	187,500.00	50,000.00	250,000.00	3,012,700.00	12,050,800.00
6 Bomba				5,342,890.00	300.00	75,600.00	400,716.75	106,857.80	534,289.00	6,460,353.55	38,762,121.30
6 Motor				2,174,556.00	100.00	25,200.00	163,091.70	43,491.12	217,455.60	2,623,794.42	15,742,766.52
6 Junta compensac.	16	0.8	2.986	126,000.00	6.00	1,512.00	9,450.00	2,520.00	12,600.00	152,082.00	912,492.00
6 Valv Retencion de grupo anular	16	0.8	2.986	1,519,000.00	25.00	6,300.00	113,925.00	30,380.00	151,900.00	1,821,505.00	10,929,030.00
6 Vals Retecion by-pass disco naxial	16	0.8		55,300.00	3.00	756.00	4,147.50	1,106.00	5,530.00	66,839.50	401,037.00
6 Carrete desmontaje	16	0.8	2.986	78,540.00	6.00	1,512.00	5,890.50	1,570.80	7,854.00	95,367.30	572,203.80
6 Valv Mariposa Electrico grupo	16	0.8	2.986	304,360.00	10.00	2,520.00	22,827.00	6,087.20	30,436.00	366,230.20	2,197,381.20
1 Valv Mariposa Electrica gral	16	2	2.389	1,635,200.00	16.00	4,032.00	122,640.00	32,704.00	163,520.00	1,958,096.00	1,958,096.00
1 Puente grua 25 TM. 10 mts de luz				584,500.00	250.00	63,000.00	43,837.50	11,690.00	58,450.00	761,477.50	761,477.50
6 Manómetros	16			2,100.00	3.00	756.00	157.50	42.00	210.00	3,265.50	19,593.00
6 Detector magnetico	16			3,360.00	3.00	756.00	252.00	67.20	336.00	4,771.20	28,627.20
1 Sistema de achique				12,600.00	15.00	3,780.00	945.00	252.00	1,260.00	18,837.00	18,837.00
6 Presostatos	16			2,940.00	3.00	756.00	220.50	58.80	294.00	4,269.30	25,615.80
6 Trans. Presion	16			2,100.00	3.00	756.00	157.50	42.00	210.00	3,265.50	19,593.00
6 Sistema de ventilación E.B.				6,720.00	10.00	2,520.00	504.00	134.40	672.00	10,550.40	63,302.40
1 Caudalimetro de ultrasonidos				75,894.00	25.00	6,300.00	5,692.05	1,517.88	7,589.40	96,993.33	96,993.33
40,000 Kg de tubería colectores y herrajes				48.00	0.10	25.20	3.60	0.96	4.80	82.56	3,302,400.00
											137,862,367.05
EQUIPOS ANTIARIETES											
3 Calderin hidroneumatico 30 m3				622,020.00	200.00	50,400.00	46,651.50	12,440.40	62,202.00	793,713.90	2,381,141.70
3 Vlvula de retencion		600		211,960.00	6.00	1,512.00	15,897.00	4,239.20	21,196.00	254,804.20	764,412.60
3 Válvula de mariposa		600		263,900.00	6.00	1,512.00	19,792.50	5,278.00	26,390.00	316,872.50	950,617.50
3 Vlvula de asiento		200		71,400.00	3.00	756.00	5,355.00	1,428.00	7,140.00	86,079.00	258,237.00
3,000 Kg de tubería colectores y herrajes				48.00	0.01	2.52	3.60	0.96	4.80	59.88	179,640.00

4,534,049



PRESUPUESTO EQUIPOS ELECTRICOS PLANTA DE BOMBEO ACTUAL

Actualizacion de capacidad instalada de demanda energetica y revision y ampliacion a la subestacion eelectrica e instalacion de elementos de ahorro

PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
	Horas	Importe total					
		252.00	10.00	2.00	10.00		

	Subestacion compacta a 115 Kv formada por:	10,500,000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10,500,000.00	10,500,000.00
	Actualizacion de capacidad instalada de demanda energetica y revision y ampliacion a la subestacion eelectrica e instalacion de elementos de ahorro								

10,500,000.00

1	Coeficiente de incidencias % S/Costo	5						525,000	525,000
---	--------------------------------------	---	--	--	--	--	--	---------	---------

TOTAL EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA PLANTA DE BOMBEO

11,025,000.00



PRESUPUESTO EQUIPOS ELECTRICOS PLANTA DE BOMBEO DE CAPTACIÓN

PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
	Horas	Importe total					
		252.00	10.00	2.00	10.00		
Subestacion compacta a 115 Kv formada por:							
1 Modulo linea Pass M0	42,538,200	250.00	63,000.00	4,253,820.00	25.00	6,300.00	46,861,345.00
2 Modulo Transformador PASS M0							
3 Transformadores de tensión EMFC							
6 Autotransformadores PEXLIM R060 YV072							
1 Embarrado y elementos de conexión							
1 Cuadro de protecciones							
1 Cuadro de medida							
1 Transformador trifasico 25MVA 115/6 Kv							
2 Resistencia pat. Neutro + TI							
6 Pararrayos 6Kv POLIM D06 N							
1 Transformador trifasico 160 KVA 6/0,4 Kv							
Equipos media tensión							
1 Celda de acometida	6,121,865.00	100	25,200.00	612,186.50	122,437.30	612,186.50	7,493,875.30
1 Celda de remonte de barras y medida							
1 Celda de medida							
4 Celda salida a motor c/interruptor							
1 Celda de salida a trafo auxiliar							
1 Transformador trifasico 1.250 KVA 6/0,4 Kv							
1 Material							
6 Bateria de 6*630 KVAr 6.3Kv c/reactancia							
6 Bateria SIKAP de 250 KVAr 6.3Kv							
Control y Servicios Auxiliares							
1 PC Y Sw de supervision y mando	1,722,000.00	100	25,200.00	172,200.00	34,440.00	172,200.00	2,126,040.00
1 PLC de control del bombeo							
1 Cuadro general de B.T. Serv Aux							
1 Rectificador baterias 110V cc 10A 1h							
1 Cuadro de B.T. 400V para alimentacion de los motores auxiliares	4,074,966.00						4,074,966.00
1 Conjunto de cables de media tension, con sus correspondientes terminales, bandejas, tubos de protección y accesorios.	280,000.00	25	6,300.00	28,000.00	5,600.00	28,000.00	347,900.00
1 Conjunto de cables de baja tension, con sus correspondientes terminales, bandejas, tubos de protección y accesorios.	168,000.00	25	6,300.00	16,800.00	3,360.00	16,800.00	211,260.00
1 Conjunto instalaciones auxiliares de baja tension: Alumbrado tomas de corriente, sistema de alarma contra intrusos, incendio, redes de tierra y proteccion contra descargas.	1,483,521.00	25	6,300.00	148,352.10	29,670.42	148,352.10	1,816,195.62
							62,931,681.92
1 Coeficiente de incidencias % S/Costo	5					3,146,579	3,146,579
							66,078,161.02

TOTAL EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA PLANTA DE BOMBEO \$66,078,161.02

PRESUPUESTO BORDO DE SEGURIDAD DE AGUA CRUDA (400.000 m3)

CAPÍTULO	DESIGNACIÓN	UNIDAD	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
Movimiento de tierras	Desbroce	m ²	3,556	\$16.13	\$57,365.38
	Excavación	m ³	195,222	\$168.00	\$32,797,296.00
	Acopio de zahorra	m ³	188,550	\$0.42	\$79,191.00
	Extendido de zahorra	m ³	188,550	\$168.00	\$31,676,400.00
Impermeabilizacion y drenaje	Material drenante	m ³	8,385	\$90.72	\$760,653.63
	Tubería de PVC	ml	4,729	\$134.40	\$635,577.60
	Lámina geotextil	m ²	57,315	\$85.00	\$4,871,785.20
Anclajes y losa de hormigón	Excavación	m ³	432	\$28.50	\$12,303.45
	Acero	m ³	519	\$15.00	\$7,787.10
	Hormigón	m ³	521	\$1,800.00	\$937,494.00
Pavimento y cerramiento	Zahorra	m ³	945	\$77.95	\$73,666.65
	Bordillo	ml	1,890	\$125.00	\$236,262.50
	Cerramiento	ml	988	\$71.00	\$70,148.00
	Puertas	ud	1	\$26,813.00	\$26,813.00
Obra de toma y filtrado	Excavación	m ³	104	\$28.50	\$2,959.73
	Acero	Kg	61,375	\$15.00	\$920,630.70
	Hormigón	m ³	822	\$1,800.00	\$1,479,402.00
	Varios (tablestaca, lamina, celosía, etc)	ud	1	\$840,000.00	\$840,000.00
Instalaciones electromecánicas	Filtros	Ud	2	\$1,290,625.00	\$2,581,250.00
	Compuerta 900x900	Ud	2	\$240,450.00	\$480,900.00
	Compuerta 1100x1100	Ud	1	\$269,465.00	\$269,465.00
	Toma flotante	Ud	6	\$364,065.00	\$2,184,390.00
TOTAL					\$81,001,740.93
Coeficiente de incidencias % S/Costo				5	\$4,050,087.05

TOTAL BORDO DE SEGURIDAD \$85,051,827.98

PRESUPUESTO CONTROL

		PRECIO UNITARIO (\$)	IMPORTE TOTAL (\$)
1	Armario de control para Captación , basado en autómatas programables con capacidad para 192 ED, 32 SD y 96 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$586,980.80	\$586,980.80
1	Armario de control para Balsa de Regulación de Agua Bruta, entrada a ETAP y Decantación, basado en autómatas programables con capacidad para 32 ED, 64 SD y 16 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$225,629.60	\$225,629.60
1	Armario de control para Filtros del BORDO, basado en autómatas programables con capacidad para 128 ED, 128 SD y 48 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$546,753.20	\$546,753.20
1	Armario de control para el BORDO, basado en autómatas programables con capacidad para 32 ED, 16 SD y 4 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$142,598.40	\$142,598.40
2	Armario de control para Cámara de rotura de carga, basado en autómatas programables con capacidad para 16 ED, 8 SD y 4 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$142,598.40	\$285,196.80
7	Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) de 3 KVA y 60' de autonomía para sistema de control.	\$51,800.00	\$362,600.00
1	Hub ethernet industrial con capacidad de gestión.	\$23,100.00	\$23,100.00
5	Hub ethernet industrial con gestión y conexión a fibra óptica multimodo.	\$29,400.00	\$147,000.00
25,000	MI. Fibra óptica multimodo, bajo canalización PVC enterrada.	\$336.00	\$8,400,000.00
3	Equipo de Comunicaciones, compuesto por RadioModem en banda UHF y antena direccional. Totalmente instalado y funcionando.	\$46,447.60	\$139,342.80
3	Columna autoportada de 12 m con patas de subida, para instalación de equipos Radiomodems UHF en puntos de control. Totalmente instalada incluyendo obra civil (excavación, cimentación,...)	\$24,244.22	\$72,732.66
1	Equipo Repetidor UHF, con módulo regenerador de datos y antenas direccionales, totalmente instalado en torreta autoportada de 20 m con patas para subida lateral. Totalmente montado, incluyendo obra civil (excavación, cimentación,...)	\$198,225.63	\$198,225.63
4	Equipo de Concentrador de Comunicaciones, compuesto por RadioModem en banda UHF y antena direccional. Totalmente instalado y funcionando	\$46,447.60	\$185,790.40
2	Enlace de Microondas entre Front-End de Centro de Control y Repetidor, compuesto por equipos de radiofrecuencia, antenas de 60 cm de diámetro, herrajes y elementos de sujeción. Totalmente montado.	\$526,911.84	\$1,053,823.68
2	Enlace de Microondas entre Repetidores, compuesto por equipos de radiofrecuencia, antenas de 60 cm de diámetro, herrajes y torreta autoportada de 20 m con patas para subida lateral. Totalmente montado.	\$526,911.84	\$1,053,823.68
3	Torreta autoportada de 20 m con patas para subida lateral. Totalmente montado, incluyendo obra civil (excavación, cimentación,...)	\$108,227.21	\$324,681.63
1	Cerramiento de malla metálica galvanizada de 4x4 m.	\$43,400.00	\$43,400.00
1	Caseta de hormigón, de dimensiones 3x2x2 m. para instalación de equipos.	\$140,000.00	\$140,000.00
4	Sistema de alimentación fotovoltaica para estación remota UHF, compuesto por 2 paneles de 55 Wpico, regulador de carga de 15A y 2 baterías estacionarias de 105 Ah.	\$22,400.00	\$89,600.00



Estudios de Alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica

1	Sistema de alimentación fotovoltaica para repetidor UHF, compuesto por 6 paneles de 120 Wpico, regulador de carga de 50A y batería estacionaria de 1.400 Ah.	\$119,323.93	\$119,323.93
3	Sistema de alimentación fotovoltaica para repetidor microondas y concentrador UHF, compuesto por 8 paneles de 120 Wpico, regulador de carga de 50A y batería estacionaria de 1.400 Ah.	\$137,523.93	\$412,571.80
6	Medidor de Nivel por ultrasonidos.	\$36,400.00	\$218,400.00
3	Medidor de Nivel piezorresistivo por inmersión.	\$25,200.00	\$75,600.00
6	Detector de nivel mínimo o máximo por flotador.	\$7,000.00	\$42,000.00
8	Caudalímetro electromagnético de inserción.	\$93,800.00	\$750,400.00
6	Manómetro.	\$6,300.00	\$37,800.00
6	Transmisor de presión.	\$20,300.00	\$121,800.00
6	Presostato.	\$11,200.00	\$67,200.00
6	Detector conductivo de presencia de agua.	\$11,900.00	\$71,400.00
4	Ordenador personal de última generación con monitor TFT de 19"	\$42,000.00	\$168,000.00
1	Licencias Scada redundante para Centro de Control de la ETAP de San Javier.	\$238,000.00	\$238,000.00
1	Licencias Scada redundante para Centro de Control de Querétaro.	\$238,000.00	\$238,000.00
2	Impresora inyección en color A4	\$2,800.00	\$5,600.00
2	Impresora láser A4 B/N	\$7,700.00	\$15,400.00
2	Conjunto de proyección formado por Proyector de 1.700 lúmenes, soporte para techo y pantalla de 2 x 1,5 m.	\$57,400.00	\$114,800.00
1	Front End de Comunicaciones en Centro de Control ETAP San Javier.	\$49,000.00	\$49,000.00
1	Proyecto y Legalización del Sistema de Comunicaciones.	\$343,000.00	\$343,000.00
1	Desarrollo Scada	\$630,000.00	\$630,000.00
1	Ingeniería y Documentación	\$434,000.00	\$434,000.00
1	Puesta en Marcha	\$560,000.00	\$560,000.00
TOTAL			\$18,733,575.01

TOTAL CONTROL \$18,733,575.01



Estudios de alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica.

PRESUPUESTO GENERAL ALTERNATIVA 4

DISCIPLINAS	IMPORTE SUBCAPÍTULO	IMPORTE TOTAL
PLANTA DE BOMBEO ACTUAL		\$69,185,276.68
Equipos mecánicos	\$58,160,276.68	
Equipos eléctricos	\$11,025,000.00	
PLANTA DE BOMBEO DE CAPTACIÓN		\$219,866,290.13
Equipos mecánicos	\$153,788,129.12	
Equipos eléctricos	\$66,078,161.02	
CONDUCCIÓN DE IMPULSIÓN		\$636,385,468.19
Estacion de Bombeo a Deposito de cambio de regimen	\$636,385,468.19	
BORDO DE SEGURIDAD DE AGUA CRUDA		\$85,051,827.98
SISTEMA DE CONTROL DE LAS INSTALACIONES		\$18,733,575.01
TOTAL PRESUPUESTO EN COSTO		\$1,029,222,438.00
Proyecto Ejecutivo y Control de Calidad	4.00%	\$41,168,897.52
IMPORTE DEL PRESUPUESTO		\$1,070,391,335.52
Utilidad	15%	\$160,558,700.33
Costes indirectos	6%	\$64,223,480.13
TOTAL PRESUPUESTO		\$1,295,173,515.97
I.V.A.	15%	\$194,276,027.40
IMPORTE TOTAL PRESUPUESTO CON IVA		\$1,489,449,543.37

ALTERNATIVA 4: **ESTUDIO ECONÓMICO**



ALTERNATIVA 4

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Numero grupos funcionando	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Horas funcionamineto medio por grupo	648.00	615.00	681.00	680.00	700.00	678.00	700.00	675.00	660.00	675.00	628.00	654.00
Horas totales funcionamien mes	3240.00	3075.00	3405.00	3400.00	3500.00	3390.00	3500.00	3375.00	3300.00	3375.00	3140.00	3270.00
Hrs Base	1270.00	1275.00	1305.00	1190.00	1210.00	1055.00	1145.00	1230.00	1275.00	1300.00	1240.00	1340.00
Hrs Interm.	1970.00	1800.00	2100.00	2210.00	2290.00	2335.00	2355.00	2145.00	2025.00	2075.00	1900.00	1930.00
Hrs Punta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total kWh Año
kWh totales consumidos	7,345,405	6,971,333	7,719,476	7,708,141	7,934,851	7,685,470	7,934,851	7,651,463	7,481,431	7,651,463	7,118,695	7,413,418	90,615,997
kWh Hrs Base	2,879,217	2,890,553	2,958,566	2,697,849	2,743,191	2,391,791	2,595,830	2,788,533	2,890,553	2,947,230	2,811,204	3,037,914	
kWh Hrs Interm.	4,466,187	4,080,780	4,760,911	5,010,292	5,191,660	5,293,679	5,339,021	4,862,930	4,590,878	4,704,233	4,307,490	4,375,503	
kWh Hrs Punta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Rendimientos	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	280.000	H3/AÑO
Volumen bombeado 3G (m3/mes)	6,617,731	6,417,942	6,896,299	6,663,456	6,829,898	6,384,872	6,701,882	6,710,472	6,703,809	6,848,336	6,431,594	6,793,710	80.000	H3/AÑO
Volumen bombeado(m3/mes)	16,212,159	15,386,540	17,037,778	17,012,760	17,513,135	16,962,722	17,513,135	16,887,666	16,512,384	16,887,666	15,711,784	16,362,272	200.000	H3/AÑO
Caudal bombeado (m3/h)	25,019	25,019	25,019	25,019	25,019	25,019	25,019	25,019	25,019	25,019	25,019	25,019	179.219	H3/AÑO 5G actual
Caudal total bombeado (l/seg)	6,950	6,950	6,950	6,950	6,950	6,950	6,950	6,950	6,950	6,950	6,950	6,950	100.781	H3/AÑO ganados
Caudal unitario bombeado (l/seg)	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9		
Altura manométrica (m)-D=2032 mm	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135		
Rendimiento Motor	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955		
Rendimiento Bomba	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850		
Potencia absorbida (HP)	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943		
Costo Energetico Estimacion Precios	Zona Sur													
Tarifa Base (\$/kWh)	0.645													
Tarifa Interm.(\$/kWh)	0.709													
Tarifa Punta (\$/kWh)	2.005													

Demanda kW (Maxima Absorbida)	Zona Sur
Tarifa Base (\$/kW)	133.55

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Demanda Facturable kW	12,078	12,078	12,078	12,078	12,078	12,078	12,078	12,078	12,078	12,078	12,078	12,078	Total Anual
Coste (\$ 133.55)	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	19,356,501.05
Coste Energetico													Total Anual
Coste Hrs Base (\$)	1,857,671.01	1,864,984.68	1,908,866.67	1,740,652.37	1,769,907.03	1,543,183.40	1,674,829.38	1,799,161.69	1,864,984.68	1,901,553.01	1,813,789.02	1,960,062.33	21,699,645.28
Coste Hrs Interm.(\$)	3,166,080.32	2,892,865.26	3,375,009.47	3,551,795.68	3,680,367.47	3,752,689.11	3,784,832.05	3,447,331.11	3,254,473.42	3,334,830.79	3,053,580.00	3,101,794.42	40,395,649.11
Coste Hrs Punta (\$)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Costes (\$)	6,636,793.09	6,370,891.70	6,896,917.90	6,905,489.81	7,063,316.26	6,908,914.26	7,072,703.19	6,859,534.55	6,732,499.86	6,849,425.55	6,480,410.78	6,674,898.51	81,451,795.44
										Total coste energético con iva			93,669,564.75

	5G NUEVA	3G EXIST.
Precio venta agua (\$/m3)	5.00	
Pérdidas en la red	0.40	
Precio pago derechos (\$/m3)	0.50	
Precio tratamiento agua (\$/m3)	0.30	
Volumen bombeado (m3)	200,000,000.00	80,000,000.00
Beneficio por venta de agua (\$)	302,342,736.00	
Beneficio social		
Energía costo alternativa (\$)	93,669,564.75	37,876,273.08
Energía Costo actual (\$)	110,147,371.87	
Beneficio energético anual (\$)	-21,398,465.96	
Costo por pago de derechos (\$)	-50,390,456.00	
Costo de tratamiento (\$)	-30,234,273.60	
Indice de precios	0.04	
Beneficio anual (\$)	200,319,540.44	
valor limite inversión	2,213,611,877.36	

Valoración inversión	1,489,449,543.37
VPN	658,329,394.54
TIR	0.15

%Coste energético Anual

Base 26.64%
Interm. 49.59%
Punta 0.00%

% Coste de Demanda

23.76%

Energia Costo actual	110,147,371.87
----------------------	----------------



ALTERNATIVA 4 3G 80 Hm3

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Numero grupos funcionando	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Horas funcionamieto medio por grupo	408.50	396.17	425.70	411.32	421.60	394.13	413.70	414.23	413.82	422.74	397.01	419.36
Horas totales funcionamien mes	1225.51	1188.51	1277.09	1233.97	1264.80	1182.38	1241.09	1242.68	1241.45	1268.21	1191.04	1258.09
Hrs Base	762.00	765.00	783.00	714.00	726.00	633.00	687.00	738.00	765.00	780.00	744.00	804.00
Hrs Interm.	463.51	423.51	494.09	519.97	538.80	549.38	554.09	504.68	476.45	488.21	447.04	454.09
Hrs Punta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total kWh Año
kWh totales consumidos	2,680,505	2,599,581	2,793,339	2,699,026	2,766,443	2,586,186	2,714,590	2,718,070	2,715,371	2,773,911	2,605,111	2,751,785	32,403,917
kWh Hrs Base	1,666,695	1,673,257	1,712,628	1,561,707	1,587,954	1,384,538	1,502,651	1,614,201	1,673,257	1,706,066	1,627,325	1,758,561	
kWh Hrs Interm.	1,013,809	926,323	1,080,711	1,137,319	1,178,489	1,201,647	1,211,940	1,103,869	1,042,114	1,067,845	977,786	993,225	
kWh Hrs Punta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Rendimientos	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total m3 Anuales
Volumen bombeado (m3/mes)	6,617,731	6,417,942	6,896,299	6,663,456	6,829,898	6,384,872	6,701,882	6,710,472	6,703,809	6,848,336	6,431,594	6,793,710	80,000,000
Caudal bombeado (m3/h)	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	
Caudal total bombeado (l/seg)	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	
Caudal unitario bombeado (l/seg)	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	
Altura manométrica (m)-D=2100 mm	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	
Rendimiento Motor	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	
Rendimiento Bomba	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	
Potencia absorbida (HP)	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	
Costo Energetico Estimacion Precios	Zona Sur												
Tarifa Base (\$/kWh)	0.645												
Tarifa Interm.(\$/kWh)	0.709												
Tarifa Punta (\$/kWh)	2.005												

Demanda kW (Maxima Absorbida)	Zona Sur
Tarifa Base (\$/kW)	133.55

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Demanda Facturable kW	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	Total Anual
Coste (\$ 133.55)	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	11,204,917.70
Coste Energetico													Total Anual
Coste Hrs Base (\$)	1,075,351.93	1,079,585.60	1,104,987.62	1,007,613.23	1,024,547.90	893,304.16	969,510.21	1,041,482.58	1,079,585.60	1,100,753.95	1,049,949.92	1,134,623.30	12,561,296.01
Coste Hrs Interm.(\$)	718,689.54	656,670.65	766,115.75	806,245.63	835,430.99	851,847.75	859,144.09	782,532.52	738,754.48	756,995.33	693,152.35	704,096.86	9,169,675.93
Coste Hrs Punta (\$)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Costes (\$)	2,727,784.61	2,669,999.39	2,804,846.51	2,747,602.00	2,793,722.03	2,678,895.06	2,762,397.44	2,757,758.24	2,752,083.22	2,791,492.42	2,676,845.41	2,772,463.30	32,935,889.63
										Total coste energético con iva			37,876,273.08

%Coste energético Anual		% Coste de Demanda
Base	38.14%	34.02%
Interm.	27.84%	
Punta	0.00%	

9.10. Alternativa 4 bis.

En esta alternativa vamos a comparar la Base 2 con la siguiente situación:

En el edificio espejo existente, se adquirirán 5+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvulería de protección de grupos así como la calderería nueva.

El múltiple se ejecutará para un segundo Acueducto que se instalaría paralelo al existente, construido con tubería helicosoldada de 2032 mm de diámetro.

La instalación existente, se considera que funciona con tres de las bombas actuales para aportar 40,000,000 m3.

En la entrega se construirá un bordo de seguridad con una capacidad de 400.000 m3 con el fin de no bombear en horas punta.

En esta alternativa lo que se tendría que revisar es la capacidad instalada de HP, ver lo que se tiene contratado con CFE y hasta donde se podría ampliar y revisar la capacidad de la subestación. Lo cual se incluye en el costo de la inversión.

Horas de funcionamiento de la EB espejo: 22 horas al día.

Horas de funcionamiento de la EB existente: 7 horas al día.

En este caso se considera un mejoramiento de eficiencia de los equipo de bombeo hasta el 85%.

En Las bombas actuales se considera un rendimiento del 80%.

A continuación se muestra de forma tabular la valoración de la inversión y el estudio económico realizado para la alternativa en estudio.

ALTERNATIVA 4bis: **VALORACIÓN DE LA INVERSIÓN**



PRECIO DE LA TUBERÍA

PN	INSTALACIÓN	ACERO	DIÁMETRO (mm)	ESPESOR (mm)	PESO (kg/ml)	PRECIO CONST. (\$/kg)	ÁREA (m2/m)	PRECIO UNIT. RECUBR. (\$/m2)	PRECIO RECUBR. (\$/m)	PRECIO TOTAL (\$/kg)
Tubería hasta PN 16	ENTERRADA	X-42	2,032.00	14.30	716.60	25.00	6.47	58.50	378.70	25.53

CAMBIO DE MONEDA

USD	MXD
\$1.00	\$10.97

PRECIOS DE REFERENCIA

Construcción	X-52	\$24,300.74	USD
	X-65	\$24,999.53	USD
Tratamiento	Interior	\$19.50	MXD
	Exterior aérea	\$32.50	MXD
	Exterior enterrada	\$39.00	MXD

USD/MXD	P. Acued	Increment	
10.97	18692.88	1.3	\$24,300.74
	19230.41	1.3	\$24,999.53
	15	1.3	\$19.50
	25	1.3	\$32.50
	30	1.3	\$39.00



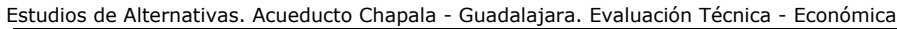
PRESUPUESTO CONDUCCIÓN IMPULSION

CONDUCCIÓN DE IMPULSION ESTACION DE BOMBEO A TANQUE DE CAMBIO DE REGIMEN

LONGITUD:

26,000

CAPÍTULO	DESIGNACIÓN	UD	RATIO	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
Suministro de tubería	06-Tubería hasta PN 16 -ENTERRADA-, X-42, D=2032	m		26,000	\$18,293.47	\$475,630,238.19
Ejecución de tubería	Soldaduras	día	1 sold./ día	2,167	\$4,000.00	\$8,666,666.67
	Transporte	día	1 tubos/ día	2,167	\$6,500.00	\$14,083,333.33
	Grúa de 30 T	día	1 tubos/ día	2,167	\$16,000.00	\$34,666,666.67
Movimiento de tierras zanja	Excavación	m³	11.1 m2/ ml	144,300	\$65.00	\$9,379,500.00
	Excavación en roca	m³	11.1 m2/ ml	144,300	\$165.00	\$23,809,500.00
	Lecho arena	m³	1.45 m2/ ml	37,700	\$120.00	\$4,524,000.00
	Relleno material excavación	m³	5.5 m2/ ml	143,000	\$55.00	\$7,865,000.00
Valvulería	Válvulas mariposa DN 1200 PN16	ud		4	\$1,496,089.00	\$5,984,356.00
	Ventosas DN 100 PN16	ud		30	\$9,044.69	\$271,340.79
	Ventosas DN 100 PN25	ud		20	\$9,572.34	\$191,446.77
	Desagües DN100 PN16	ud		4	\$30,600.50	\$122,402.00
	Desagües DN100 PN25	ud		26	\$39,181.80	\$1,018,726.80
	Bocas de hombre	ud		65	\$30,886.45	\$2,007,618.98
	Obras especiales en conducción	ud		1	\$6,059,500.00	\$6,059,500.00
Arquetas de valvulería	Válvulas mariposa	ud		4	\$129,600.00	\$518,400.00
	Ventosas y aductoras	ud		50	\$16,200.00	\$810,000.00
	Desagües	ud		30	\$18,900.00	\$567,000.00
Macizos de anclaje	Macizos en tubería sobre el terreno	m³		16,100	\$1,800.00	\$28,980,000.00
	Acero de armar	kg		644,000	\$15.00	\$9,660,000.00
Proteccion Catodica				26	\$34,222.00	\$889,772.00
Control de calidad obra	Prueba de presión de tubería	ud	1500	17	\$40,000.00	680,000
Sistema de telecontrol	Cables de señales	m		0	\$100.00	\$0.00
	Tubos para cables	m		0	\$80.00	\$0.00
	Estaciones remotas	ud		0	\$100,000.00	\$0.00
TOTAL						\$636,385,468.19



					P.N.	DIÁMETRO (m)	VELOCIDAD (m/s)	PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
		Horas	Importe total												
									252.00	7.50	2.00	10.00			
1	Estudio de la captacion de agua				50,000,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50,000,000.00	50,000,000.00	
4	Equipos de toma				2,500,000.00	100.00	25,200.00	187,500.00	50,000.00	250,000.00	3,012,700.00	12,050,800.00			
6	Bomba				5,342,890.00	300.00	75,600.00	400,716.75	106,857.80	534,289.00	6,460,353.55	38,762,121.30			
6	Motor				2,174,556.00	100.00	25,200.00	163,091.70	43,491.12	217,455.60	2,623,794.42	15,742,766.52			
6	Junta compensac.	16	0.8	2.986	126,000.00	6.00	1,512.00	9,450.00	2,520.00	12,600.00	152,082.00	912,492.00			
6	Valv Retencion de grupo anular	16	0.8	2.986	1,519,000.00	25.00	6,300.00	113,925.00	30,380.00	151,900.00	1,821,505.00	10,929,030.00			
6	Vals Retecion by-pass disco naxial	16	0.8		55,300.00	3.00	756.00	4,147.50	1,106.00	5,530.00	66,839.50	401,037.00			
6	Carrete desmontaje	16	0.8	2.986	78,540.00	6.00	1,512.00	5,890.50	1,570.80	7,854.00	95,367.30	572,203.80			
6	Valv Mariposa Electrico grupo	16	0.8	2.986	304,360.00	10.00	2,520.00	22,827.00	6,087.20	30,436.00	366,230.20	2,197,381.20			
1	Valv Mariposa Electrica gral	16	2	2.389	1,635,200.00	16.00	4,032.00	122,640.00	32,704.00	163,520.00	1,958,096.00	1,958,096.00			
1	Puente grua 25 TM. 10 mts de luz				584,500.00	250.00	63,000.00	43,837.50	11,690.00	58,450.00	761,477.50	761,477.50			
6	Manómetros	16			2,100.00	3.00	756.00	157.50	42.00	210.00	3,265.50	19,593.00			
6	Detector magnetico	16			3,360.00	3.00	756.00	252.00	67.20	336.00	4,771.20	28,627.20			
1	Sistema de achique				12,600.00	15.00	3,780.00	945.00	252.00	1,260.00	18,837.00	18,837.00			
6	Presostatos	16			2,940.00	3.00	756.00	220.50	58.80	294.00	4,269.30	25,615.80			
6	Trans. Presion	16			2,100.00	3.00	756.00	157.50	42.00	210.00	3,265.50	19,593.00			
6	Sistema de ventilación E.B.				6,720.00	10.00	2,520.00	504.00	134.40	672.00	10,550.40	63,302.40			
1	Caudalimetro de ultrasonidos				75,894.00	25.00	6,300.00	5,692.05	1,517.88	7,589.40	96,993.33	96,993.33			
40,000	Kg de tubería colectores y herrajes				48.00	0.10	25.20	3.60	0.96	4.80	82.56	3,302,400.00			
													137,862,367.05		
EQUIPOS ANTIARJETES															
3	Calderin hidroneumatico 30 m3				622,020.00	200.00	50,400.00	46,651.50	12,440.40	62,202.00	793,713.90	2,381,141.70			
3	Viavula de retencion		600		211,960.00	6.00	1,512.00	15,897.00	4,239.20	21,196.00	254,804.20	764,412.60			
3	Válvula de mariposa		600		263,900.00	6.00	1,512.00	19,792.50	5,278.00	26,390.00	316,872.50	950,617.50			
3	Valvula de asiento		200		71,400.00	3.00	756.00	5,355.00	1,428.00	7,140.00	86,079.00	258,237.00			
3,000	Kg de tubería colectores y herrajes				48.00	0.01	2.52	3.60	0.96	4.80	59.88	179,640.00			
													4,534,049		



PRESUPUESTO EQUIPOS ELECTRICOS PLANTA DE BOMBEO DE CAPTACIÓN

	PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
		Horas	Importe total					
			252.00	10.00	2.00	10.00		
Subestacion compacta a 115 Kv formada por:	42,538,200	250.00	63,000.00	4,253,820.00	25.00	6,300.00	46,861,345.00	46,861,345.00
1 Modulo linea Pass M0								
2 Modulo Transformador PASS M0								
3 Transformadores de tensión EMFC								
6 Autoválvulas PEXLIM R060 YV072								
1 Embarrado y elementos de conexión								
1 Cuadro de protecciones								
1 Cuadro de medida								
1 Transformador trifasico 25MVA 115/6 Kv								
2 Resistencia pat. Neutro + TI								
6 Pararrayos 6Kv POLIM D06 N								
1 Transformador trifasico 160 KVA 6/0,4 Kv								
Equipos media tensión	6,121,865.00	100	25,200.00	612,186.50	122,437.30	612,186.50	7,493,875.30	7,493,875.30
1 Celda de acometida								
1 Celda de remonte de barras y medida								
1 Celda de medida								
4 Celda salida a motor c/interruptor								
1 Celda de salida a trafo auxiliar								
1 Transformador trifasico 1.250 KVA 6/0,4 Kv								
1 Material								
6 Bateria de 6*630 KVAr 6.3Kv c/reactancia								
6 Bateria SIKAP de 250 KVAr 6.3Kv								
Control y Servicios Auxiliares								
1 PC Y Sw de supervision y mando	1,722,000.00	100	25,200.00	172,200.00	34,440.00	172,200.00	2,126,040.00	2,126,040.00
1 PLC de control del bombeo								
1 Cuadro general de B.T. Serv Aux								
1 Rectificador baterias 110V cc 10A 1h								
1 Cuadro de B.T. 400V para alimentacion de los motores auxiliares	4,074,966.00						4,074,966.00	4,074,966.00
1 Conjunto de cables de media tension, con sus correspondientes terminales, bandejas, tubos de protección y accesorios.	280,000.00	25	6,300.00	28,000.00	5,600.00	28,000.00	347,900.00	347,900.00
1 Conjunto de cables de baja tension, con sus correspondientes terminales, bandejas, tubos de protección y accesorios.	168,000.00	25	6,300.00	16,800.00	3,360.00	16,800.00	211,260.00	211,260.00
1 Conjunto instalaciones auxiliares de baja tension: Alumbrado tomas de corriente, sistema de alarma contra intrusos, incendio, redes de tierra y proteccion contra descargas.	1,483,521.00	25	6,300.00	148,352.10	29,670.42	148,352.10	1,816,195.62	1,816,195.62
								62,931,581.92
1 Coeficiente de incidencias % S/Costo	5						3,146,579	3,146,579
								66,078,161.02

TOTAL EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA PLANTA DE BOMBEO \$66,078,161.02



Estudios de Alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica

PRESUPUESTO BORDO DE SEGURIDAD DE AGUA CRUDA (400.000 m3)

CAPÍTULO	DESIGNACIÓN	UNIDAD	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
Movimiento de tierras	Desbroce	m ²	3,556	\$16.13	\$57,365.38
	Excavación	m ³	195,222	\$168.00	\$32,797,296.00
	Acopio de zahorra	m ³	188,550	\$0.42	\$79,191.00
	Extendido de zahorra	m ³	188,550	\$168.00	\$31,676,400.00
Impermeabilizacion y drenaje	Material drenante	m ³	8,385	\$90.72	\$760,653.63
	Tubería de PVC	ml	4,729	\$134.40	\$635,577.60
	Lámina geotextil	m ²	57,315	\$85.00	\$4,871,785.20
Anclajes y losa de hormigón	Excavación	m ³	432	\$28.50	\$12,303.45
	Acero	m ³	519	\$15.00	\$7,787.10
	Hormigón	m ³	521	\$1,800.00	\$937,494.00
Pavimento y cerramiento	Zahorra	m ³	945	\$77.95	\$73,666.65
	Bordillo	ml	1,890	\$125.00	\$236,262.50
	Cerramiento	ml	988	\$71.00	\$70,148.00
	Puertas	ud	1	\$26,813.00	\$26,813.00
Obra de toma y filtrado	Excavación	m ³	104	\$28.50	\$2,959.73
	Acero	Kg	61,375	\$15.00	\$920,630.70
	Hormigón	m ³	822	\$1,800.00	\$1,479,402.00
	Varios (tablestaca, lamina, celosía, etc)	ud	1	\$840,000.00	\$840,000.00
Instalaciones electromecánicas	Filtros	Ud	2	\$1,290,625.00	\$2,581,250.00
	Compuerta 900x900	Ud	2	\$240,450.00	\$480,900.00
	Compuerta 1100x1100	Ud	1	\$269,465.00	\$269,465.00
	Toma flotante	Ud	6	\$364,065.00	\$2,184,390.00
TOTAL					\$81,001,740.93
Coeficiente de incidencias % S/Costo				5	\$4,050,087.05

TOTAL BORDO DE SEGURIDAD \$85,051,827.98

PRESUPUESTO CONTROL

		PRECIO UNITARIO (\$)	IMPORTE TOTAL (\$)
1	Armario de control para Captación , basado en autómatas programables con capacidad para 192 ED, 32 SD y 96 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$586,980.80	\$586,980.80
1	Armario de control para Balsa de Regulación de Agua Bruta, entrada a ETAP y Decantación, basado en autómatas programables con capacidad para 32 ED, 64 SD y 16 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$225,629.60	\$225,629.60
1	Armario de control para Filtros del BORDO, basado en autómatas programables con capacidad para 128 ED, 128 SD y 48 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$546,753.20	\$546,753.20
1	Armario de control para el BORDO, basado en autómatas programables con capacidad para 32 ED, 16 SD y 4 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$142,598.40	\$142,598.40
2	Armario de control para Cámara de rotura de carga, basado en autómatas programables con capacidad para 16 ED, 8 SD y 4 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$142,598.40	\$285,196.80
7	Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) de 3 KVA y 60' de autonomía para sistema de control.	\$51,800.00	\$362,600.00
1	Hub ethernet industrial con capacidad de gestión.	\$23,100.00	\$23,100.00
5	Hub ethernet industrial con gestión y conexión a fibra óptica multimodo.	\$29,400.00	\$147,000.00
25,000	Ml. Fibra óptica multimodo, bajo canalización PVC enterrada.	\$336.00	\$8,400,000.00
3	Equipo de Comunicaciones, compuesto por RadioModem en banda UHF y antena direccional. Totalmente instalado y funcionando.	\$46,447.60	\$139,342.80
3	Columna autosuportada de 12 m con patas de subida, para instalación de equipos Radiomodems UHF en puntos de control. Totalmente instalada incluyendo obra civil (excavación, cimentación,...)	\$24,244.22	\$72,732.66
1	Equipo Repetidor UHF, con módulo regenerador de datos y antenas direccionales, totalmente instalado en torreta autosuportada de 20 m con patas para subida lateral. Totalmente montado, incluyendo obra civil (excavación, cimentación,...)	\$198,225.63	\$198,225.63
4	Equipo de Concentrador de Comunicaciones, compuesto por RadioModem en banda UHF y antena direccional. Totalmente instalado y funcionando	\$46,447.60	\$185,790.40
2	Enlace de Microondas entre Front-End de Centro de Control y Repetidor, compuesto por equipos de radiofrecuencia, antenas de 60 cm de diámetro, herrajes y elementos de sujeción. Totalmente montado.	\$526,911.84	\$1,053,823.68
2	Enlace de Microondas entre Repetidores, compuesto por equipos de radiofrecuencia, antenas de 60 cm de diámetro, herrajes y torreta autosuportada de 20 m con patas para subida lateral. Totalmente montado.	\$526,911.84	\$1,053,823.68
3	Torreta autosuportada de 20 m con patas para subida lateral. Totalmente montado, incluyendo obra civil (excavación, cimentación,...)	\$108,227.21	\$324,681.63
1	Cerramiento de malla metálica galvanizada de 4x4 m.	\$43,400.00	\$43,400.00
1	Caseta de hormigón, de dimensiones 3x2x2 m. para instalación de equipos.	\$140,000.00	\$140,000.00
4	Sistema de alimentación fotovoltaica para estación remota UHF, compuesto por 2 paneles de 55 Wpico, regulador de carga de 15A y 2 baterías estacionarias de 105 Ah.	\$22,400.00	\$89,600.00



Estudios de Alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica

1	Sistema de alimentación fotovoltáica para repetidor UHF, compuesto por 6 paneles de 120 Wpico, regulador de carga de 50A y batería estacionaria de 1.400 Ah.	\$119,323.93	\$119,323.93
3	Sistema de alimentación fotovoltáica para repetidor microondas y concentrador UHF, compuesto por 8 paneles de 120 Wpico, regulador de carga de 50A y batería estacionaria de 1.400 Ah.	\$137,523.93	\$412,571.80
6	Medidor de Nivel por ultrasonidos.	\$36,400.00	\$218,400.00
3	Medidor de Nivel piezorresistivo por inmersión.	\$25,200.00	\$75,600.00
6	Detector de nivel mínimo o máximo por flotador.	\$7,000.00	\$42,000.00
8	Caudalímetro electromagnético de inserción.	\$93,800.00	\$750,400.00
6	Manómetro.	\$6,300.00	\$37,800.00
6	Transmisor de presión.	\$20,300.00	\$121,800.00
6	Presostato.	\$11,200.00	\$67,200.00
6	Detector conductivo de presencia de agua.	\$11,900.00	\$71,400.00
4	Ordenador personal de última generación con monitor TFT de 19"	\$42,000.00	\$168,000.00
1	Licencias Scada redundante para Centro de Control de la ETAP de San Javier.	\$238,000.00	\$238,000.00
1	Licencias Scada redundante para Centro de Control de Querétaro.	\$238,000.00	\$238,000.00
2	Impresora inyección en color A4	\$2,800.00	\$5,600.00
2	Impresora láser A4 B/N	\$7,700.00	\$15,400.00
2	Conjunto de proyección formado por Proyector de 1.700 lúmenes, soporte para techo y pantalla de 2 x 1,5 m.	\$57,400.00	\$114,800.00
1	Front End de Comunicaciones en Centro de Control ETAP San Javier.	\$49,000.00	\$49,000.00
1	Proyecto y Legalización del Sistema de Comunicaciones.	\$343,000.00	\$343,000.00
1	Desarrollo Scada	\$630,000.00	\$630,000.00
1	Ingeniería y Documentación	\$434,000.00	\$434,000.00
1	Puesta en Marcha	\$560,000.00	\$560,000.00
TOTAL			\$18,733,575.01

TOTAL CONTROL\$18,733,575.01



Estudios de alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica.

PRESUPUESTO GENERAL ALTERNATIVA 4bis

DISCIPLINAS	IMPORTE SUBCAPÍTULO	IMPORTE TOTAL
PLANTA DE BOMBEO ACTUAL		\$0.00
Equipos mecánicos	\$0.00	
Equipos eléctricos	\$0.00	
PLANTA DE BOMBEO DE CAPTACIÓN		\$219,866,290.13
Equipos mecánicos	\$153,788,129.12	
Equipos eléctricos	\$66,078,161.02	
CONDUCCIÓN DE IMPULSIÓN		\$636,385,468.19
Estacion de Bombeo a Deposito de cambio de regimen	\$636,385,468.19	
BORDO DE SEGURIDAD DE AGUA CRUDA		\$85,051,827.98
SISTEMA DE CONTROL DE LAS INSTALACIONES		\$18,733,575.01
TOTAL PRESUPUESTO EN COSTO		\$960,037,161.32
Proyecto Ejecutivo y Control de Calidad	4.00%	\$38,401,486.45
IMPORTE DEL PRESUPUESTO		\$998,438,647.77
Utilidad	15%	\$149,765,797.17
Costes indirectos	6%	\$59,906,318.87
TOTAL PRESUPUESTO		\$1,208,110,763.80
I.V.A.	15%	\$181,216,614.57
IMPORTE TOTAL PRESUPUESTO CON IVA		\$1,389,327,378.37

ALTERNATIVA 4bis: **ESTUDIO ECONÓMICO**



ALTERNATIVA 4 bis

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Numero grupos funcionando	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Horas funcionamineto medio por grupo	648.00	615.00	681.00	680.00	700.00	678.00	700.00	675.00	660.00	675.00	628.00	654.00
Horas totales funcionamien mes	3240.00	3075.00	3405.00	3400.00	3500.00	3390.00	3500.00	3375.00	3300.00	3375.00	3140.00	3270.00
Hrs Base	1270.00	1275.00	1305.00	1190.00	1210.00	1055.00	1145.00	1230.00	1275.00	1300.00	1240.00	1340.00
Hrs Interm.	1970.00	1800.00	2100.00	2210.00	2290.00	2335.00	2355.00	2145.00	2025.00	2075.00	1900.00	1930.00
Hrs Punta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total kWh Año
kWh totales consumidos	7,345,405	6,971,333	7,719,476	7,708,141	7,934,851	7,685,470	7,934,851	7,651,463	7,481,431	7,651,463	7,118,695	7,413,418	90,615,997
kWh Hrs Base	2,879,217	2,890,553	2,958,566	2,697,849	2,743,191	2,391,791	2,595,830	2,788,533	2,890,553	2,947,230	2,811,204	3,037,914	
kWh Hrs Interm.	4,466,187	4,080,780	4,760,911	5,010,292	5,191,660	5,293,679	5,339,021	4,862,930	4,590,878	4,704,233	4,307,490	4,375,503	
kWh Hrs Punta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Rendimientos	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	240.000	H3/AÑO
Volumen bombeado 3G (m3/mes)	3,424,334	3,437,816	3,518,706	3,208,628	3,262,555	2,844,624	3,087,294	3,316,481	3,437,816	3,505,224	3,343,445	3,613,077	40.000	H3/AÑO
Volumen bombeado(m3/mes)	16,212,159	15,386,540	17,037,778	17,012,760	17,513,135	16,962,722	17,513,135	16,887,666	16,512,384	16,887,666	15,711,784	16,362,272	200.000	H3/AÑO
Caudal bombeado (m3/h)	25,019	25,019	25,019	25,019	25,019	25,019	25,019	25,019	25,019	25,019	25,019	25,019	179.219	H3/AÑO 5G actual
Caudal total bombeado (l/seg)	6,950	6,950	6,950	6,950	6,950	6,950	6,950	6,950	6,950	6,950	6,950	6,950	60.781	H3/AÑO ganados
Caudal unitario bombeado (l/seg)	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9	1,389.9		
Altura manométrica (m)-D=2032 mm	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135		
Rendimiento Motor	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955		
Rendimiento Bomba	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850		
Potencia absorbida (HP)	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943		
Costo Energetico Estimacion Precios	Zona Sur													
Tarifa Base (\$/kWh)	0.645													
Tarifa Interm.(\$/kWh)	0.709													
Tarifa Punta (\$/kWh)	2.005													

Demanda kW (Maxima Absorbida)	Zona Sur
Tarifa Base (\$/kW)	133.55

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Demanda Facturable kW	12,078	12,078	12,078	12,078	12,078	12,078	12,078	12,078	12,078	12,078	12,078	12,078	Total Anual
Coste (\$ 133.55)	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	1,613,042	19,356,501.05
Coste Energetico													Total Anual
Coste Hrs Base (\$)	1,857,671.01	1,864,984.68	1,908,866.67	1,740,652.37	1,769,907.03	1,543,183.40	1,674,829.38	1,799,161.69	1,864,984.68	1,901,553.01	1,813,789.02	1,960,062.33	21,699,645.28
Coste Hrs Interm.(\$)	3,166,080.32	2,892,865.26	3,375,009.47	3,551,795.68	3,680,367.47	3,752,689.11	3,784,832.05	3,447,331.11	3,254,473.42	3,334,830.79	3,053,580.00	3,101,794.42	40,395,649.11
Coste Hrs Punta (\$)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Costes (\$)	6,636,793.09	6,370,891.70	6,896,917.90	6,905,489.81	7,063,316.26	6,908,914.26	7,072,703.19	6,859,534.55	6,732,499.86	6,849,425.55	6,480,410.78	6,674,898.51	81,451,795.44
													Total coste energético con iva
													93,669,564.75

	5G NUEVA	3G EXIST.
Precio venta agua (\$/m3)	5.00	
Pérdidas en la red	0.40	
Precio pago derechos (\$/m3)	0.50	
Precio tratamiento agua (\$/m3)	0.30	
Volumen bombeado (m3)	200,000,000.00	40,000,000.00
Beneficio por venta de agua (\$)	182,342,736.00	
Beneficio social		
Energía costo alternativa (\$)	93,669,564.75	26,463,883.73
Energía Costo actual (\$)	110,147,371.87	
Beneficio energético anual (\$)	-9,986,076.62	
Costo por pago de derechos (\$)	-30,390,456.00	
Costo de tratamiento (\$)	-18,234,273.60	
Indice de precios	0.04	
Beneficio anual (\$)	123,731,929.78	
valor limite inversión	1,367,287,828.13	

Valoración inversión	1,389,327,378.37
VPN	-20,035,954.76
TIR	0.10

%Coste energético Anual

Base 26.64%
Interm. 49.59%
Punta 0.00%

% Coste de Demanda

23.76%

Energia Costo actual	110,147,371.87
----------------------	----------------



ALTERNATIVA 4 3G 40 Hm3

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Numero grupos funcionando	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Horas funcionamineto medio por grupo	211.38	212.21	217.20	198.06	201.39	175.59	190.57	204.72	212.21	216.37	206.39	223.03
Horas totales funcionamien mes	634.14	636.63	651.61	594.19	604.18	526.78	571.72	614.16	636.63	649.12	619.16	669.09
Hrs Base	634.14	636.63	651.61	594.19	604.18	526.78	571.72	614.16	636.63	649.12	619.16	669.09
Hrs Interm.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hrs Punta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total kWh Año
kWh totales consumidos	1,473,712	1,479,514	1,514,326	1,380,880	1,404,088	1,224,225	1,328,662	1,427,296	1,479,514	1,508,524	1,438,900	1,554,940	17,214,581
kWh Hrs Base	1,473,712	1,479,514	1,514,326	1,380,880	1,404,088	1,224,225	1,328,662	1,427,296	1,479,514	1,508,524	1,438,900	1,554,940	
kWh Hrs Interm.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
kWh Hrs Punta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Rendimientos	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	total m3 Anuale
Volumen bombeado (m3/mes)	3,424,334	3,437,816	3,518,706	3,208,628	3,262,555	2,844,624	3,087,294	3,316,481	3,437,816	3,505,224	3,343,445	3,613,077	40,000,000
Caudal bombeado (m3/h)	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	
Caudal total bombeado (l/seg)	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	
Caudal unitario bombeado (l/seg)	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	
Altura manométrica (m)-D=2100 mm	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	
Rendimiento Motor	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	
Rendimiento Bomba	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	
Potencia absorbida (HP)	3,017	3,017	3,017	3,017	3,017	3,017	3,017	3,017	3,017	3,017	3,017	3,017	
Costo Energetico Estimacion Precios	Zona Sur												
Tarifa Base (\$/kWh)	0.645												
Tarifa Interm.(\$/kWh)	0.709												
Tarifa Punta (\$/kWh)	2.005												

Demanda kW (Maxima Absorbida)	Zona Sur
Tarifa Base (\$/kW)	133.55

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Demanda Facturable kW	7,429	7,429	7,429	7,429	7,429	7,429	7,429	7,429	7,429	7,429	7,429	7,429	Total Anual
Coste (\$ 133.55)	992,102	992,102	992,102	992,102	992,102	992,102	992,102	992,102	992,102	992,102	992,102	992,102	11,905,225.05
Coste Energetico													Total Anual
Coste Hrs Base (\$)	950,839.01	954,582.47	977,043.23	890,943.64	905,917.48	789,870.20	857,252.49	920,891.32	954,582.47	973,299.77	928,378.24	1,003,247.46	11,106,847.76
Coste Hrs Interm.(\$)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Coste Hrs Punta (\$)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Costes (\$)	1,942,941.09	1,946,684.55	1,969,145.32	1,883,045.72	1,898,019.57	1,781,972.29	1,849,354.58	1,912,993.41	1,946,684.55	1,965,401.86	1,920,480.33	1,995,349.54	23,012,072.81
Total coste energético con iva													26,463,883.73

%Coste energético Anual		% Coste de Demanda
Base	48.27%	51.73%
Interm.	0.00%	
Punta	0.00%	

9.11. Alternativa 5.

En esta alternativa vamos a comparar la Base 2 con la siguiente situación:

En el edificio espejo existente, se adquirirán 3+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvulería de protección de grupos así como la calderería nueva.

El múltiple se ejecutará para un segundo Acueducto que se instalaría paralelo al existente, construido con tubería helicosoldada de 1700 mm de diámetro.

En la instalación existente, se adquirirán 3+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvulería de protección de grupos nueva así como la calderería nueva.

En la entrega se construirá un bordo de seguridad con una capacidad de 400.000 m3 con el fin de no bombear en horas punta.

En esta alternativa lo que se tendría que revisar es la capacidad instalada de HP, ver lo que se tiene contratado con CFE y hasta donde se podría ampliar y revisar la capacidad de la subestación. Lo cual se incluye en el costo de la inversión.

Horas de funcionamiento de la EB espejo: 22 horas al día.

Horas de funcionamiento de la EB existente: 22 horas al día.

En este caso se considera un mejoramiento de eficiencia de los equipo de bombeo hasta el 85%.

A continuación se muestra de forma tabular la valoración de la inversión y el estudio económico realizado para la alternativa en estudio.

ALTERNATIVA 5: **VALORACIÓN DE LA INVERSIÓN**



Estudios de Alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica

PRECIO DE LA TUBERÍA

PN	INSTALACIÓN	ACERO	DIÁMETRO (mm)	ESPESOR (mm)	PESO (kg/ml)	PRECIO CONST. (\$/kg)	ÁREA (m2/m)	PRECIO UNIT. RECUBR. (\$/m2)	PRECIO RECUBR. (\$/m)	PRECIO TOTAL (\$/kg)
Tubería hasta PN 16	ENTERRADA	X-42	1,700.00	14.30	599.52	25.00	5.43	58.50	317.69	25.53

CAMBIO DE MONEDA

USD	MXD
\$1.00	\$10.97

PRECIOS DE REFERENCIA

Construcción	X-52	\$24,300.74	USD
	X-65	\$24,999.53	USD
Tratamiento	Interior	\$19.50	MXD
	Exterior aérea	\$32.50	MXD
	Exterior enterrada	\$39.00	MXD

USD/MXD	P. Acued	Increm	
10.97	18692.88	1.3	\$24,300.74
	19230.41	1.3	\$24,999.53
	15	1.3	\$19.50
	25	1.3	\$32.50
	30	1.3	\$39.00



PRESUPUESTO CONDUCCIÓN IMPULSION

CONDUCCIÓN DE IMPULSION ESTACION DE BOMBEO A TANQUE DE CAMBIO DE REGIMEN

LONGITUD:

26,000

CAPÍTULO	DESIGNACIÓN	UD	RATIO	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
Suministro de tubería	06-Tubería hasta PN 16 -ENTERRADA-, X-42, D=1700 mm; e=11 mm	m		26,000	\$11,773.41	\$306,108,713.06
Ejecución de tubería	Soldaduras	día	1.5 sold./ día	1,444	\$4,000.00	\$5,777,777.78
	Transporte	día	1.5 tubos/ día	1,444	\$6,500.00	\$9,388,888.89
	Grúa de 30 T	día	1.5 tubos/ día	1,444	\$16,000.00	\$23,111,111.11
Movimiento de tierras zanja	Excavación	m ³	9.18 m2/ ml	119,340	\$65.00	\$7,757,100.00
	Excavación en roca	m ³	9.18 m2/ ml	119,340	\$165.00	\$19,691,100.00
	Lecho arena	m ³	1.255 m2/ ml	32,630	\$120.00	\$3,915,600.00
	Relleno material excavación	m ³	4.9 m2/ ml	127,400	\$55.00	\$7,007,000.00
Valvulería	Válvulas mariposa DN 1200 PN16	ud		4	\$1,496,089.00	\$5,984,356.00
	Ventosas DN 100 PN16	ud		30	\$9,044.69	\$271,340.79
	Ventosas DN 100 PN25	ud		20	\$9,572.34	\$191,446.77
	Desagües DN100 PN16	ud		4	\$30,600.50	\$122,402.00
	Desagües DN100 PN25	ud		26	\$39,181.80	\$1,018,726.80
	Bocas de hombre	ud		65	\$30,886.45	\$2,007,618.98
	Obras especiales en conducción	ud		1	\$6,059,500.00	\$6,059,500.00
Arquetas de valvulería	Válvulas mariposa	ud		4	\$129,600.00	\$518,400.00
	Ventosas y aductoras	ud		50	\$16,200.00	\$810,000.00
	Desagües	ud		30	\$18,900.00	\$567,000.00
Macizos de anclaje	Macizos en tubería sobre el terreno	m ³		16,100	\$1,800.00	\$28,980,000.00
	Acero de armar	kg		644,000	\$15.00	\$9,660,000.00
Proteccion Catodica				26	\$34,222.00	\$889,772.00
Control de calidad obra	Prueba de presión de tubería	ud	1500	17	\$40,000.00	680,000
Sistema de telecontrol	Cables de señales	m		0	\$100.00	\$0.00
	Tubos para cables	m		0	\$80.00	\$0.00
	Estaciones remotas	ud		0	\$100,000.00	\$0.00
TOTAL						\$440,517,854.17



PRESUPUESTO EQUIPOS MECANICOS PLANTA DE BOMBEO ACTUAL

		P.N.	DIÁMETRO (m)	VELOCIDAD (m/s)	PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
						Horas	Importe total					
											252.00	7.50
4	Equipos de toma				2,500,000.00	100.00	25,200.00	187,500.00	50,000.00	250,000.00	3,012,700.00	12,050,800.00
4	Bomba				5,342,890.00	300.00	75,600.00	400,716.75	106,857.80	534,289.00	6,460,353.55	25,841,414.20
4	Motor				2,174,556.00	100.00	25,200.00	163,091.70	43,491.12	217,455.60	2,623,794.42	10,495,177.68
4	Junta compensac.	16	0.8	2.986	126,000.00	6.00	1,512.00	9,450.00	2,520.00	12,600.00	152,082.00	608,328.00
4	Valv Retencion de grupo anular	16	0.8	2.986	1,519,000.00	25.00	6,300.00	113,925.00	30,380.00	151,900.00	1,821,505.00	7,286,020.00
4	Carrete desmontaje	16	0.8	2.986	78,540.00	6.00	1,512.00	5,890.50	1,570.80	7,854.00	95,367.30	381,469.20
4	Valv Mariposa Electrico grupo	16	0.8	2.986	304,360.00	10.00	2,520.00	22,827.00	6,087.20	30,436.00	366,230.20	1,464,920.80
4	Manómetros	16			2,100.00	3.00	756.00	157.50	42.00	210.00	3,265.50	13,062.00
4	Detector magnetico	16			3,360.00	3.00	756.00	252.00	67.20	336.00	4,771.20	19,084.80
								58,160,276.68				



Estudios de Alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica

PRESUPUESTO EQUIPOS MECANICOS PLANTA DE BOMBEO DE CAPTACION

	P.N.	DIÁMETRO (m)	VELOCIDAD (m/s)	PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
					Horas	Importe total					
						252.00	7.50	2.00	10.00		
1	Estudio de la captacion de agua			50,000,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50,000,000.00	50,000,000.00
4	Equipos de toma			2,500,000.00	100.00	25,200.00	187,500.00	50,000.00	250,000.00	3,012,700.00	12,050,800.00
4	Bomba			5,342,890.00	300.00	75,600.00	400,716.75	106,857.80	534,289.00	6,460,353.55	25,841,414.20
4	Motor			2,174,556.00	100.00	25,200.00	163,091.70	43,491.12	217,455.60	2,623,794.42	10,495,177.68
4	Junta compensac.	16	0.8	126,000.00	6.00	1,512.00	9,450.00	2,520.00	12,600.00	152,082.00	608,328.00
4	Valv Retencion de grupo anular	16	0.8	1,519,000.00	25.00	6,300.00	113,925.00	30,380.00	151,900.00	1,821,505.00	7,286,020.00
4	Vals Reteccion by-pass disco naxial	16	0.8	55,300.00	3.00	756.00	4,147.50	1,106.00	5,530.00	66,839.50	267,358.00
4	Carrete desmontaje	16	0.8	78,540.00	6.00	1,512.00	5,890.50	1,570.80	7,854.00	95,367.30	381,469.20
4	Valv Mariposa Electrico grupo	16	0.8	304,360.00	10.00	2,520.00	22,827.00	6,087.20	30,436.00	366,230.20	1,464,920.80
1	Valv Mariposa Electrica gral	16	2	1,635,200.00	16.00	4,032.00	122,640.00	32,704.00	163,520.00	1,958,096.00	1,958,096.00
1	Puente grua 25 TM. 10 mts de luz			584,500.00	250.00	63,000.00	43,837.50	11,690.00	58,450.00	761,477.50	761,477.50
4	Manómetros	16		2,100.00	3.00	756.00	157.50	42.00	210.00	3,265.50	13,062.00
4	Detector magnetico	16		3,360.00	3.00	756.00	252.00	67.20	336.00	4,771.20	19,084.80
1	Sistema de achique			12,600.00	15.00	3,780.00	945.00	252.00	1,260.00	18,837.00	18,837.00
4	Presostatos	16		2,940.00	3.00	756.00	220.50	58.80	294.00	4,269.30	17,077.20
4	Trans. Presion	16		2,100.00	3.00	756.00	157.50	42.00	210.00	3,265.50	13,062.00
4	Sistema de ventilación E.B.			6,720.00	10.00	2,520.00	504.00	134.40	672.00	10,550.40	42,201.60
1	Caudalímetro de ultrasonidos			75,894.00	25.00	6,300.00	5,692.05	1,517.88	7,589.40	96,993.33	96,993.33
30,000	Kg de tubería colectores y herrajes			48.00	0.10	25.20	3.60	0.96	4.80	82.56	2,476,800.00
											113,812,179.31

EQUIPOS ANTIARIES											
3	Calderin hidroneumatico 30 m3			622,020.00	200.00	50,400.00	46,651.50	12,440.40	62,202.00	793,713.90	2,381,141.70
3	Valvula de retencion	600		211,960.00	6.00	1,512.00	15,897.00	4,239.20	21,196.00	254,804.20	764,412.60
3	Válvula de mariposa	600		263,900.00	6.00	1,512.00	19,792.50	5,278.00	26,390.00	316,872.50	950,617.50
3	Valvula de asiento	200		71,400.00	3.00	756.00	5,355.00	1,428.00	7,140.00	86,079.00	258,237.00
3,000	Kg de tubería colectores y herrajes			48.00	0.01	2.52	3.60	0.96	4.80	59.88	179,640.00

4,534,049



PRESUPUESTO EQUIPOS ELECTRICOS PLANTA DE BOMBEO ACTUAL

Actualizacion de capacidad instalada de demanda energetica y revision y ampliacion a la subestacion eelectrica e instalacion de elementos de ahorro

PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
	Horas	Importe total					
		252.00	10.00	2.00	10.00		

	Subestacion compacta a 115 Kv formada por:	10,500,000	0.00	0.00	0.00	0.00	10,500,000.00	10,500,000.00
	Actualizacion de capacidad instalada de demanda energetica y revision y ampliacion a la subestacion eelectrica e instalacion de elementos de ahorro							

10,500,000.00

1	Coeficiente de incidencias % S/Costo	5					525,000	525,000
---	--------------------------------------	---	--	--	--	--	---------	---------

TOTAL EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA PLANTA DE BOMBEO 11,025,000.00

**PRESUPUESTO EQUIPOS ELECTRICOS PLANTA DE BOMBEO DE CAPTACIÓN**

	PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
		Horas	Importe total					
			252.00	10.00	2.00	10.00		
Subestacion compacta a 115 Kv formada por:	42,538,200	250.00	63,000.00	4,253,820.00	25.00	6,300.00	46,861,345.00	46,861,345.00
1 Modulo linea Pass M0								
2 Modulo Transformador PASS M0								
3 Transformadores de tension EMFC								
6 Autoválvulas PEXLIM R060 YV072								
1 Embarrado y elementos de conexión								
1 Cuadro de protecciones								
1 Cuadro de medida								
1 Transformador trifasico 25MVA 115/6 Kv								
2 Resistencia pat. Neutro + TI								
6 Pararrayos 6Kv POLIM D06 N								
1 Transformador trifasico 160 KVA 6/0,4 Kv								
Equipos media tension	6,121,865.00	100	25,200.00	612,186.50	122,437.30	612,186.50	7,493,875.30	7,493,875.30
1 Celda de acometida								
1 Celda de remonte de barras y medida								
1 Celda de medida								
4 Celda salida a motor c/interruptor								
1 Celda de salida a trafa auxiliar								
1 Transformador trifasico 1.250 KVA 6/0,4 Kv								
1 Material								
6 Bateria de 6*630 KVAr 6,3Kv c/reactancia								
6 Bateria SIKAP de 250 KVAr 6,3Kv								
Control y Servicios Auxiliares								
1 PC Y Sw de supervision y mando	1,722,000.00	100	25,200.00	172,200.00	34,440.00	172,200.00	2,126,040.00	2,126,040.00
1 PLC de control del bombeo								
1 Cuadro general de B.T. Serv Aux								
1 Rectificador baterias 110V cc 10A 1h								
1 Cuadro de B.T. 400V para alimentacion de los motores auxiliares	4,074,966.00						4,074,966.00	4,074,966.00
1 Conjunto de cables de media tension, con sus correspondientes terminales, bandejas, tubos de protección y accesorios.	280,000.00	25	6,300.00	28,000.00	5,600.00	28,000.00	347,900.00	347,900.00
1 Conjunto de cables de baja tension, con sus correspondientes terminales, bandejas, tubos de protección y accesorios.	168,000.00	25	6,300.00	16,800.00	3,360.00	16,800.00	211,260.00	211,260.00
1 Conjunto instalaciones auxiliares de baja tension: Alumbrado tomas de corriente, sistema de alarma contra intrusos, incendio, redes de tierra y proteccion contra descargas.	1,483,521.00	25	6,300.00	148,352.10	29,670.42	148,352.10	1,816,195.62	1,816,195.62
								62,931,581.92
1 Coeficiente de incidencias % S/Costo	5						3,146,579	3,146,579
								66,078,161.02

TOTAL EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA PLANTA DE BOMBEO \$66,078,161.02



PRESUPUESTO BORDO DE SEGURIDAD DE AGUA CRUDA (400.000 m3)

CAPÍTULO	DESIGNACIÓN	UNIDAD	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
Movimiento de tierras	Desbroce	m ²	3,556	\$16.13	\$57,365.38
	Excavación	m ³	195,222	\$168.00	\$32,797,296.00
	Acopio de zahorra	m ³	188,550	\$0.42	\$79,191.00
	Extendido de zahorra	m ³	188,550	\$168.00	\$31,676,400.00
Impermeabilizacion y drenaje	Material drenante	m ³	8,385	\$90.72	\$760,653.63
	Tubería de PVC	ml	4,729	\$134.40	\$635,577.60
	Lámina geotextil	m ²	57,315	\$85.00	\$4,871,785.20
Anclajes y losa de hormigón	Excavación	m ³	432	\$28.50	\$12,303.45
	Acero	m ³	519	\$15.00	\$7,787.10
	Hormigón	m ³	521	\$1,800.00	\$937,494.00
Pavimento y cerramiento	Zahorra	m ³	945	\$77.95	\$73,666.65
	Bordillo	ml	1,890	\$125.00	\$236,262.50
	Cerramiento	ml	988	\$71.00	\$70,148.00
	Puertas	ud	1	\$26,813.00	\$26,813.00
Obra de toma y filtrado	Excavación	m ³	104	\$28.50	\$2,959.73
	Acero	Kg	61,375	\$15.00	\$920,630.70
	Hormigón	m ³	822	\$1,800.00	\$1,479,402.00
	Varios (tablestaca, lamina, celosía, etc)	ud	1	\$840,000.00	\$840,000.00
Instalaciones electromecánicas	Filtros	Ud	2	\$1,290,625.00	\$2,581,250.00
	Compuerta 900x900	Ud	2	\$240,450.00	\$480,900.00
	Compuerta 1100x1100	Ud	1	\$269,465.00	\$269,465.00
	Toma flotante	Ud	6	\$364,065.00	\$2,184,390.00
TOTAL					\$81,001,740.93
Coeficiente de incidencias % S/Costo				5	\$4,050,087.05

TOTAL BORDO DE SEGURIDAD \$85,051,827.98

PRESUPUESTO CONTROL

		PRECIO UNITARIO (\$)	IMPORTE TOTAL (\$)
1	Armario de control para Captación , basado en autómatas programables con capacidad para 192 ED, 32 SD y 96 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$586,980.80	\$586,980.80
1	Armario de control para Balsa de Regulación de Agua Bruta, entrada a ETAP y Decantación, basado en autómatas programables con capacidad para 32 ED, 64 SD y 16 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$225,629.60	\$225,629.60
1	Armario de control para Filtros del BORDO, basado en autómatas programables con capacidad para 128 ED, 128 SD y 48 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$546,753.20	\$546,753.20
1	Armario de control para el BORDO, basado en autómatas programables con capacidad para 32 ED, 16 SD y 4 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$142,598.40	\$142,598.40
2	Armario de control para Cámara de rotura de carga, basado en autómatas programables con capacidad para 16 ED, 8 SD y 4 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$142,598.40	\$285,196.80
7	Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) de 3 KVA y 60' de autonomía para sistema de control.	\$51,800.00	\$362,600.00
1	Hub ethernet industrial con capacidad de gestión.	\$23,100.00	\$23,100.00
5	Hub ethernet industrial con gestión y conexión a fibra óptica multimodo.	\$29,400.00	\$147,000.00
25,000	Ml. Fibra óptica multimodo, bajo canalización PVC enterrada.	\$336.00	\$8,400,000.00
3	Equipo de Comunicaciones, compuesto por RadioModem en banda UHF y antena directiva. Totalmente instalado y funcionando.	\$46,447.60	\$139,342.80
3	Columna autosoportada de 12 m con patas de subida, para instalación de equipos Radiomodems UHF en puntos de control. Totalmente instalada incluyendo obra civil (excavación, cimentación,...)	\$24,244.22	\$72,732.66
1	Equipo Repetidor UHF, con módulo regenerador de datos y antenas directivas, totalmente instalado en torreta autosoportada de 20 m con patas para subida lateral. Totalmente montado, incluyendo obra civil (excavación, cimentación,...)	\$198,225.63	\$198,225.63
4	Equipo de Concentrador de Comunicaciones, compuesto por RadioModem en banda UHF y antena directiva. Totalmente instalado y funcionando	\$46,447.60	\$185,790.40
2	Enlace de Microondas entre Front-End de Centro de Control y Repetidor, compuesto por equipos de radiofrecuencia, antenas de 60 cm de diámetro, herrajes y elementos de sujeción. Totalmente montado.	\$526,911.84	\$1,053,823.68
2	Enlace de Microondas entre Repetidores, compuesto por equipos de radiofrecuencia, antenas de 60 cm de diámetro, herrajes y torreta autosoportada de 20 m con patas para subida lateral. Totalmente montado.	\$526,911.84	\$1,053,823.68
3	Torreta autosoportada de 20 m con patas para subida lateral. Totalmente montado, incluyendo obra civil (excavación, cimentación,...)	\$108,227.21	\$324,681.63
1	Cerramiento de malla metálica galvanizada de 4x4 m.	\$43,400.00	\$43,400.00
1	Caseta de hormigón, de dimensiones 3x2x2 m. para instalación de equipos.	\$140,000.00	\$140,000.00
4	Sistema de alimentación fotovoltaica para estación remota UHF, compuesto por 2 paneles de 55 Wpico, regulador de carga de 15A y 2 baterías estacionarias de 105 Ah.	\$22,400.00	\$89,600.00



Estudios de Alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica

1	Sistema de alimentación fotovoltaica para repetidor UHF, compuesto por 6 paneles de 120 Wpico, regulador de carga de 50A y batería estacionaria de 1.400 Ah.	\$119,323.93	\$119,323.93
3	Sistema de alimentación fotovoltaica para repetidor microondas y concentrador UHF, compuesto por 8 paneles de 120 Wpico, regulador de carga de 50A y batería estacionaria de 1.400 Ah.	\$137,523.93	\$412,571.80
6	Medidor de Nivel por ultrasonidos.	\$36,400.00	\$218,400.00
3	Medidor de Nivel piezorresistivo por inmersión.	\$25,200.00	\$75,600.00
6	Detector de nivel mínimo o máximo por flotador.	\$7,000.00	\$42,000.00
8	Caudalímetro electromagnético de inserción.	\$93,800.00	\$750,400.00
6	Manómetro.	\$6,300.00	\$37,800.00
6	Transmisor de presión.	\$20,300.00	\$121,800.00
6	Presostato.	\$11,200.00	\$67,200.00
6	Detector conductivo de presencia de agua.	\$11,900.00	\$71,400.00
4	Ordenador personal de última generación con monitor TFT de 19"	\$42,000.00	\$168,000.00
1	Licencias Scada redundante para Centro de Control de la ETAP de San Javier.	\$238,000.00	\$238,000.00
1	Licencias Scada redundante para Centro de Control de Querétaro.	\$238,000.00	\$238,000.00
2	Impresora inyección en color A4	\$2,800.00	\$5,600.00
2	Impresora láser A4 B/N	\$7,700.00	\$15,400.00
2	Conjunto de proyección formado por Proyector de 1.700 lúmenes, soporte para techo y pantalla de 2 x 1,5 m.	\$57,400.00	\$114,800.00
1	Front End de Comunicaciones en Centro de Control ETAP San Javier.	\$49,000.00	\$49,000.00
1	Proyecto y Legalización del Sistema de Comunicaciones.	\$343,000.00	\$343,000.00
1	Desarrollo Scada	\$630,000.00	\$630,000.00
1	Ingeniería y Documentación	\$434,000.00	\$434,000.00
1	Puesta en Marcha	\$560,000.00	\$560,000.00
TOTAL			\$18,733,575.01

TOTAL CONTROL\$18,733,575.01



Estudios de alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica.

PRESUPUESTO GENERAL ALTERNATIVA 5

DISCIPLINAS	IMPORTE SUBCAPÍTULO	IMPORTE TOTAL
PLANTA DE BOMBEO ACTUAL		\$69,185,276.68
Equipos mecánicos	\$58,160,276.68	
Equipos eléctricos	\$11,025,000.00	
PLANTA DE BOMBEO DE CAPTACIÓN		\$193,892,087.37
Equipos mecánicos	\$127,813,926.36	
Equipos eléctricos	\$66,078,161.02	
CONDUCCIÓN DE IMPULSIÓN		\$440,517,854.17
Estacion de Bombeo a Deposito de cambio de regimen	\$440,517,854.17	
BORDO DE SEGURIDAD DE AGUA CRUDA		\$85,051,827.98
SISTEMA DE CONTROL DE LAS INSTALACIONES		\$18,733,575.01
TOTAL PRESUPUESTO EN COSTO		\$807,380,621.22
Proyecto Ejecutivo y Control de Calidad	4.00%	\$32,295,224.85
IMPORTE DEL PRESUPUESTO		\$839,675,846.07
Utilidad	15%	\$125,951,376.91
Costes indirectos	6%	\$50,380,550.76
TOTAL PRESUPUESTO		\$1,016,007,773.75
I.V.A.	15%	\$152,401,166.06
IMPORTE TOTAL PRESUPUESTO CON IVA		\$1,168,408,939.81

ALTERNATIVA 5: **ESTUDIO ECONÓMICO**



ALTERNATIVA 5

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Numero grupos funcionando	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Horas funcionamineto medio por grupo	648.00	615.00	681.00	680.00	700.00	678.00	700.00	675.00	660.00	675.00	628.00	654.00
Horas totales funcionamien mes	1944.00	1845.00	2043.00	2040.00	2100.00	2034.00	2100.00	2025.00	1980.00	2025.00	1884.00	1962.00
Hrs Base	762.00	765.00	783.00	714.00	726.00	633.00	687.00	738.00	765.00	780.00	744.00	804.00
Hrs Interm.	1182.00	1080.00	1260.00	1326.00	1374.00	1401.00	1413.00	1287.00	1215.00	1245.00	1140.00	1158.00
Hrs Punta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total kWh Año
kWh totales consumidos	3,677,240	3,489,973	3,864,507	3,858,832	3,972,327	3,847,483	3,972,327	3,830,458	3,745,337	3,830,458	3,563,745	3,711,288	45,363,975
kWh Hrs Base	1,441,387	1,447,062	1,481,111	1,350,591	1,373,290	1,197,373	1,299,518	1,395,989	1,447,062	1,475,436	1,407,339	1,520,834	
kWh Hrs Interm.	2,235,853	2,042,911	2,383,396	2,508,241	2,599,037	2,650,110	2,672,809	2,434,469	2,298,275	2,355,022	2,156,406	2,190,455	
kWh Hrs Punta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Rendimientos	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	240.000	H3/AÑO
Volumen bombeado 3G exis	10,497,600	9,963,000	11,032,200	11,016,000	11,340,000	10,983,600	11,340,000	10,935,000	10,692,000	10,935,000	10,173,600	10,594,800	129.503	H3/AÑO
Volumen bombeado 3G-N(m3/mes)	8,956,991	8,500,848	9,413,134	9,399,311	9,675,762	9,371,666	9,675,762	9,330,199	9,122,861	9,330,199	8,680,541	9,039,926	110.497	H3/AÑO
Caudal bombeado (m3/h)	13,823	13,823	13,823	13,823	13,823	13,823	13,823	13,823	13,823	13,823	13,823	13,823	179.219	H3/AÑO
Caudal total bombeado (l/seg)	3,840	3,840	3,840	3,840	3,840	3,840	3,840	3,840	3,840	3,840	3,840	3,840	60.781	H3/AÑO ganados
Caudal unitario bombeado (l/seg)	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9		
Altura manométrica (m)-D=1700 mm	122.3	122.3	122.3	122.3	122.3	122.3	122.3	122.3	122.3	122.3	122.3	122.3		
Rendimiento Motor	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955		
Rendimiento Bomba	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850		
Potencia absorbida (HP)	2,455	2,455	2,455	2,455	2,455	2,455	2,455	2,455	2,455	2,455	2,455	2,455		
Costo Energetico Estimacion Precios	Zona Sur													
Tarifa Base (\$/kWh)	0.645													
Tarifa Interm.(\$/kWh)	0.709													
Tarifa Punta (\$/kWh)	2.005													

Demanda kW (Maxima Absorbida)	Zona Sur
Tarifa Base (\$/kW)	133.55

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Demanda Facturable kW	6,047	6,047	6,047	6,047	6,047	6,047	6,047	6,047	6,047	6,047	6,047	6,047	Total Anual
Coste (\$ 133.55)	807,517	807,517	807,517	807,517	807,517	807,517	807,517	807,517	807,517	807,517	807,517	807,517	9,690,207.75
Coste Energetico													Total Anual
Coste Hrs Base (\$)	929,983.06	933,644.41	955,612.51	871,401.45	886,046.85	772,544.98	838,449.29	900,692.25	933,644.41	951,951.16	908,014.96	981,241.97	10,863,227.31
Coste Hrs Interm.(\$)	1,584,995.96	1,448,219.66	1,689,589.60	1,778,091.92	1,842,457.23	1,878,662.73	1,894,754.06	1,725,795.10	1,629,247.12	1,669,475.44	1,528,676.31	1,552,813.30	20,222,778.43
Coste Hrs Punta (\$)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Costes (\$)	3,322,496.33	3,189,381.38	3,452,719.43	3,457,010.68	3,536,021.40	3,458,725.02	3,540,720.66	3,434,004.66	3,370,408.84	3,428,943.92	3,244,208.58	3,341,572.58	40,776,213.48
										Total coste energético con iva			46,892,645.50

	3G NUEVA	3G EXIST.
Precio venta agua (\$/m3)	5.00	
Pérdidas en la red	0.40	
Precio pago derechos (\$/m3)	0.50	
Precio tratamiento agua (\$/m3)	0.30	
Volumen bombeado (m3)	110,497,200.00	129,502,800.00
Beneficio por venta de agua (\$)	182,342,736.00	
Beneficio social		
Energía costo alternativa (\$)	46,892,645.50	61,125,089.39
Energía Costo actual (\$)	110,147,371.87	
Beneficio energético anual (\$)	2,129,636.98	
Costo por pago de derechos (\$)	-30,390,456.00	
Costo de tratamiento (\$)	-18,234,273.60	
Indice de precios	0.04	
Beneficio anual (\$)	135,847,643.38	
valor limite inversión	1,501,171,359.69	

%Coste energético Anual
Base 26.64%
Interm. 49.59%
Punta 0.00%

% Coste de Demanda
23.76%

Energía Costo actual	110,147,371.87
----------------------	----------------

Valoración inversión	1,168,408,939.81
VPN	302,511,290.81
TIR	0.13



ALTERNATIVA 5-6 3G 129 Hm3

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Numero grupos funcionando	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Horas funcionamineto medio por grupo	648.00	615.00	681.00	680.00	700.00	678.00	700.00	675.00	660.00	675.00	628.00	654.00
Horas totales funcionamien mes	1944.00	1845.00	2043.00	2040.00	2100.00	2034.00	2100.00	2025.00	1980.00	2025.00	1884.00	1962.00
Hrs Base	762.00	765.00	783.00	714.00	726.00	633.00	687.00	738.00	765.00	780.00	744.00	804.00
Hrs Interm.	1182.00	1080.00	1260.00	1326.00	1374.00	1401.00	1413.00	1287.00	1215.00	1245.00	1140.00	1158.00
Hrs Punta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total kWh Año
kWh totales consumidos	4,252,042	4,035,503	4,468,581	4,462,019	4,593,255	4,448,896	4,593,255	4,429,210	4,330,784	4,429,210	4,120,806	4,291,413	52,454,976
kWh Hrs Base	1,451,638	1,531,329	1,567,607	1,474,945	1,494,043	1,303,774	1,413,784	1,464,497	1,533,819	1,547,842	1,419,389	1,545,831	
kWh Hrs Interm.	2,251,753	2,161,877	2,522,586	2,739,184	2,827,568	2,885,603	2,907,827	2,553,940	2,436,066	2,470,595	2,174,870	2,226,459	
kWh Hrs Punta	548,651	342,297	378,388	247,890	271,644	259,519	271,644	410,774	360,899	410,774	526,547	519,123	

Rendimientos	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	total m3 Anuale:
Volumen bombeado (m3/mes)	10,497,600	9,963,000	11,032,200	11,016,000	11,340,000	10,983,600	11,340,000	10,935,000	10,692,000	10,935,000	10,173,600	10,594,800	129,502,800
Caudal bombeado (m3/h)	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	
Caudal total bombeado (l/seg)	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	
Caudal unitario bombeado (l/seg)	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	
Altura manométrica (m)-D=2100 mm	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	
Rendimiento Motor	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	
Rendimiento Bomba	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	
Potencia absorbida (HP)	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	
Costo Energetico Estimacion Precios	Zona Sur												
Tarifa Base (\$/kWh)	0.645												
Tarifa Interm.(\$/kWh)	0.709												
Tarifa Punta (\$/kWh)	2.005												

Demanda kW (Maxima Absorbida)	Zona Sur
Tarifa Base (\$/kW)	133.55

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Demanda Facturable kW	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	Total Anual
Coste (\$ 133.55)	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	11,204,917.70
Coste Energetico													Total Anual
Coste Hrs Base (\$)	936,596.85	988,013.61	1,011,420.12	951,634.72	963,956.36	841,194.76	912,173.58	944,893.47	989,620.14	998,667.90	915,789.65	997,370.48	11,451,331.62
Coste Hrs Interm.(\$)	1,596,268.02	1,532,554.28	1,788,261.34	1,941,807.65	2,004,463.27	2,045,604.16	2,061,358.52	1,810,488.00	1,726,927.02	1,751,404.48	1,541,765.29	1,578,336.64	21,379,238.67
Coste Hrs Punta (\$)	1,099,770.10	686,134.57	758,478.60	496,895.44	544,510.66	520,205.68	544,510.66	823,395.58	723,421.31	823,395.58	1,055,464.38	1,040,581.09	9,116,763.66
Total Costes (\$)	4,566,378.11	4,140,445.60	4,491,903.20	4,324,080.95	4,446,673.44	4,340,747.75	4,451,785.90	4,512,520.20	4,373,711.60	4,507,211.10	4,446,762.46	4,550,031.35	53,152,251.65
Total coste energético con iva													61,125,089.39

%Coste energético Anual
Base 21.54%
Interm. 40.22%
Punta 17.15%

% Coste de Demanda
21.08%

9.12. Alternativa 6.

En esta alternativa vamos a comparar la Base 2 con la siguiente situación:

En el edificio espejo existente, se adquirirán 4+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvulería de protección de grupos así como la calderería nueva.

El múltiple se ejecutará para un segundo Acueducto que se instalaría paralelo al existente, construido con tubería helicosoldada de 1700 mm de diámetro.

En la instalación existente, se adquirirán 3+1 equipos nuevos y completos (motor y bomba) y se instalará la válvulería de protección de grupos nueva así como la calderería nueva.

En la entrega se construirá un bordo de seguridad con una capacidad de 400.000 m³ con el fin de no bombear en horas punta.

En esta alternativa lo que se tendría que revisar es la capacidad instalada de HP, ver lo que se tiene contratado con CFE y hasta donde se podría ampliar y revisar la capacidad de la subestación. Lo cual se incluye en el costo de la inversión.

Horas de funcionamiento de la EB espejo: 16 horas al día.

Horas de funcionamiento de la EB existente: 22 horas al día.

En este caso se considera un mejoramiento de eficiencia de los equipo de bombeo hasta el 85%.

A continuación se muestra de forma tabular la valoración de la inversión y el estudio económico realizado para la alternativa en estudio.

ALTERNATIVA 6: **VALORACIÓN DE LA INVERSIÓN**



PRECIO DE LA TUBERÍA

PN	INSTALACIÓN	ACERO	DIÁMETRO (mm)	ESPESOR (mm)	PESO (kg/ml)	PRECIO CONST. (\$/kg)	ÁREA (m2/m)	PRECIO UNIT. RECUBR. (\$/m2)	PRECIO RECUBR. (\$/m)	PRECIO TOTAL (\$/kg)
Tubería hasta PN 16	ENTERRADA	X-42	1,700.00	14.30	599.52	25.00	5.43	58.50	317.69	25.53

CAMBIO DE MONEDA

USD	MXD
\$1.00	\$10.97

PRECIOS DE REFERENCIA

Construcción	X-52	\$24,300.74	USD
	X-65	\$24,999.53	USD
Tratamiento	Interior	\$19.50	MXD
	Exterior aérea	\$32.50	MXD
	Exterior enterrada	\$39.00	MXD

USD/MXD	P. Acued	Increment	
10.97	18692.88	1.3	\$24,300.74
	19230.41	1.3	\$24,999.53
	15	1.3	\$19.50
	25	1.3	\$32.50
	30	1.3	\$39.00



PRESUPUESTO CONDUCCIÓN IMPULSION

CONDUCCION DE IMPULSION ESTACION DE BOMBEO A TANQUE DE CAMBIO DE REGIMEN

LONGITUD:

26,000

CAPÍTULO	DESIGNACIÓN	UD	RATIO	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
Suministro de tubería	06-Tubería hasta PN 16 -ENTERRADA-, X-42, D=1700	m		26,000	\$11,773.41	\$306,108,713.06
Ejecución de tubería	Soldaduras	día	1.5 sold/ día	1,444	\$4,000.00	\$5,777,777.78
	Transporte	día	1.5 tubos/ día	1,444	\$6,500.00	\$9,388,888.89
	Grúa de 30 T	día	1.5 tubos/ día	1,444	\$16,000.00	\$23,111,111.11
Movimiento de tierras zanja	Excavación	m³	9.18 m2/ ml	119,340	\$65.00	\$7,757,100.00
	Excavación en roca	m³	9.18 m2/ ml	119,340	\$165.00	\$19,691,100.00
	Lecho arena	m³	1.255 m2/ ml	32,630	\$120.00	\$3,915,600.00
	Relleno material excavación	m³	4.9 m2/ ml	127,400	\$55.00	\$7,007,000.00
Valvulería	Válvulas mariposa DN 1200 PN16	ud		4	\$1,496,089.00	\$5,984,356.00
	Ventosas DN 100 PN16	ud		30	\$9,044.69	\$271,340.79
	Ventosas DN 100 PN25	ud		20	\$9,572.34	\$191,446.77
	Desagües DN100 PN16	ud		4	\$30,600.50	\$122,402.00
	Desagües DN100 PN25	ud		26	\$39,181.80	\$1,018,726.80
	Bocas de hombre	ud		65	\$30,886.45	\$2,007,618.98
	Obras especiales en conducción	ud		1	\$6,059,500.00	\$6,059,500.00
Arquetas de valvulería	Válvulas mariposa	ud		4	\$129,600.00	\$518,400.00
	Ventosas y aductoros	ud		50	\$16,200.00	\$810,000.00
	Desagües	ud		30	\$18,900.00	\$567,000.00
Macizos de anclaje	Macizos en tubería sobre el terreno	m³		16,100	\$1,800.00	\$28,980,000.00
	Acero de armar	kg		644,000	\$15.00	\$9,660,000.00
Proteccion Catodica				26	\$34,222.00	\$889,772.00
Control de calidad obra	Prueba de presión de tubería	ud	1500	17	\$40,000.00	680,000
Sistema de telecontrol	Cables de señales	m		0	\$100.00	\$0.00
	Tubos para cables	m		0	\$80.00	\$0.00
	Estaciones remotas	ud		0	\$100,000.00	\$0.00
TOTAL						\$440,517,854.17



PRESUPUESTO EQUIPOS MECANICOS PLANTA DE BOMBEO ACTUAL

					P.N.	DIÁMETRO (m)	VELOCIDAD (m/s)	PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
									Horas	Importe total					
								2,500,000.00		252.00	7.50	2.00	10.00		
4	Equipos de toma							2,500,000.00	100.00	25,200.00	187,500.00	50,000.00	250,000.00	3,012,700.00	12,050,800.00
4	Bomba							5,342,890.00	300.00	75,600.00	400,716.75	106,857.80	534,289.00	6,460,353.55	25,841,414.20
4	Motor							2,174,556.00	100.00	25,200.00	163,091.70	43,491.12	217,455.60	2,623,794.42	10,495,177.68
4	Junta compensac.	16	0.8	2.986				126,000.00	6.00	1,512.00	9,450.00	2,520.00	12,600.00	152,082.00	608,328.00
4	Valv Retencion de grupo anular	16	0.8	2.986				1,519,000.00	25.00	6,300.00	113,925.00	30,380.00	151,900.00	1,821,505.00	7,286,020.00
4	Carrete desmontaje	16	0.8	2.986				78,540.00	6.00	1,512.00	5,890.50	1,570.80	7,854.00	95,367.30	381,469.20
4	Valv Mariposa Electrico grupo	16	0.8	2.986				304,360.00	10.00	2,520.00	22,827.00	6,087.20	30,436.00	366,230.20	1,464,920.80
4	Manómetros	16						2,100.00	3.00	756.00	157.50	42.00	210.00	3,265.50	13,062.00
4	Detector magnetico	16						3,360.00	3.00	756.00	252.00	67.20	336.00	4,771.20	19,084.80
											58,160,276.68				



PRESUPUESTO EQUIPOS MECANICOS PLANTA DE BOMBEO DE CAPTACION

P.N.	DIÁMETRO (m)	VELOCIDAD (m/s)	PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
				Horas	Importe total					
					252.00	7.50	2.00	10.00		
1			50,000,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50,000,000.00	50,000,000.00
5			2,500,000.00	100.00	25,200.00	187,500.00	50,000.00	250,000.00	3,012,700.00	15,063,500.00
5			5,342,890.00	300.00	75,600.00	400,716.75	106,857.80	534,289.00	6,460,353.55	32,301,767.75
5			2,174,556.00	100.00	25,200.00	163,091.70	43,491.12	217,455.60	2,623,794.42	13,118,972.10
5	16	0.8	126,000.00	6.00	1,512.00	9,450.00	2,520.00	12,600.00	152,082.00	760,410.00
5	16	0.8	1,519,000.00	25.00	6,300.00	113,925.00	30,380.00	151,900.00	1,821,505.00	9,107,525.00
5	16	0.8	55,300.00	3.00	756.00	4,147.50	1,106.00	5,530.00	66,839.50	334,197.50
5	16	0.8	78,540.00	6.00	1,512.00	5,890.50	1,570.80	7,854.00	95,367.30	476,836.50
5	16	0.8	304,360.00	10.00	2,520.00	22,827.00	6,087.20	30,436.00	366,230.20	1,831,151.00
1	16	2	1,635,200.00	16.00	4,032.00	122,640.00	32,704.00	163,520.00	1,958,096.00	1,958,096.00
1			584,500.00	250.00	63,000.00	43,837.50	11,690.00	58,450.00	761,477.50	761,477.50
5	16		2,100.00	3.00	756.00	157.50	42.00	210.00	3,265.50	16,327.50
5	16		3,360.00	3.00	756.00	252.00	67.20	336.00	4,771.20	23,856.00
1			12,600.00	15.00	3,780.00	945.00	252.00	1,260.00	18,837.00	18,837.00
5	16		2,940.00	3.00	756.00	220.50	58.80	294.00	4,269.30	21,346.50
5	16		2,100.00	3.00	756.00	157.50	42.00	210.00	3,265.50	16,327.50
5			6,720.00	10.00	2,520.00	504.00	134.40	672.00	10,550.40	52,752.00
1			75,894.00	25.00	6,300.00	5,692.05	1,517.88	7,589.40	96,993.33	96,993.33
35,000			48.00	0.10	25.20	3.60	0.96	4.80	82.56	2,889,600.00
										128,849,973.18

EQUIPOS ANTIARIETES

3			622,020.00	200.00	50,400.00	46,651.50	12,440.40	62,202.00	793,713.90	2,381,141.70
3	600		211,960.00	6.00	1,512.00	15,897.00	4,239.20	21,196.00	254,804.20	764,412.60
3	600		263,900.00	6.00	1,512.00	19,792.50	5,278.00	26,390.00	316,872.50	950,617.50
3	200		71,400.00	3.00	756.00	5,355.00	1,428.00	7,140.00	86,079.00	258,237.00
3,000			48.00	0.01	2.52	3.60	0.96	4.80	59.88	179,640.00

4,534,049



Estudios de Alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica

PRESUPUESTO EQUIPOS ELECTRICOS PLANTA DE BOMBEO ACTUAL

Actualizacion de capacidad instalada de demanda energetica y revision y ampliacion a la subestacion eelectrica e instalacion de elementos de ahorro

PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
	Horas	Importe total					
		252.00	10.00	2.00	10.00		

	Subestacion compacta a 115 Kv formada por:	10,500,000	0.00	0.00	0.00	0.00	10,500,000.00	10,500,000.00
	Actualizacion de capacidad instalada de demanda energetica y revision y ampliacion a la subestacion eelectrica e instalacion de elementos de ahorro							

10,500,000.00

1	Coeficiente de incidencias % S/Costo	5					525,000	525,000
---	--------------------------------------	---	--	--	--	--	---------	---------

TOTAL EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA PLANTA DE BOMBEO

11,025,000.00



		PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
			Horas	Importe total					
				252.00	10.00	2.00	10.00		
Subestacion compacta a 115 Kv formada por:		42,538,200	250.00	63,000.00	4,253,820.00	25.00	6,300.00	46,861,345.00	46,861,345.00
1	Modulo linea Pass M0								
2	Modulo Transformador PASS M0								
3	Transformadores de tension EMFC								
6	Autoválvulas PEXLIM R060 YV072								
1	Embarrado y elementos de conexión								
1	Cuadro de protecciones								
1	Cuadro de medida								
1	Transformador trifasico 25MVA 115/6 Kv								
2	Resistencia pat. Neutro + TI								
6	Pararrayos 6Kv POLIM D06 N								
1	Transformador trifasico 160 KVA 6/0.4 Kv								
Equipos media tensión		6,121,865.00	100	25,200.00	612,186.50	122,437.30	612,186.50	7,493,875.30	7,493,875.30
1	Celda de acometida								
1	Celda de remonte de barras y medida								
1	Celda de medida								
4	Celda salida a motor c/interruptor								
1	Celda de salida a trafo auxiliar								
1	Transformador trifasico 1.250 KVA 6/0.4 Kv								
1	Material								
6	Bateria de 6*630 KVAr 6,3Kv c/ reactancia								
6	Bateria SIKAP de 250 KVAr 6,3Kv								
Control y Servicios Auxiliares									
1	PC Y Sw de supervision y mando	1,722,000.00	100	25,200.00	172,200.00	34,440.00	172,200.00	2,126,040.00	2,126,040.00
1	PLC de control del bombeo								
1	Cuadro general de B:T. Serv Aux								
1	Rectificador baterias 110V cc 10A 1h								
1	Cuadro de B.T. 400V para alimentacion de los motores auxiliares	4,074,966.00						4,074,966.00	4,074,966.00
1	Conjunto de cables de media tension, con sus correspondientes terminales, bandejas, tubos de protección y accesorios.	280,000.00	25	6,300.00	28,000.00	5,600.00	28,000.00	347,900.00	347,900.00
1	Conjunto de cables de baja tension, con sus correspondientes terminales, bandejas, tubos de protección y accesorios.	168,000.00	25	6,300.00	16,800.00	3,360.00	16,800.00	211,260.00	211,260.00
1	Conjunto instalaciones auxiliares de baja tension: Alumbrado tomas de corriente, sistema de alarma contra intrusos, incendio, redes de tierra y proteccion contra descargas.	1,483,521.00	25	6,300.00	148,352.10	29,670.42	148,352.10	1,816,195.62	1,816,195.62
									62,931,581.92
1 Coeficente de incidencias % S/Costo		5						3,146,579	3,146,579
									66,078,161.02



Estudios de Alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica

PRESUPUESTO EQUIPOS ELECTRICOS PLANTA DE BOMBEO DE CAPTACIÓN

PRECIO UNITARIO (\$)	MANO DE OBRA		Transporte %/Mat	P.M. %/Mat	Tasas Import. %/Mat	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
	Horas	Importe total					
		252.00	10.00	2.00	10.00		

TOTAL EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA PLANTA DE BOMBEO **\$66,078,161.02**

PRESUPUESTO BORDO DE SEGURIDAD DE AGUA CRUDA (400.000 m3)

CAPÍTULO	DESIGNACIÓN	UNIDAD	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
Movimiento de tierras	Desbroce	m ²	3,556	\$16.13	\$57,365.38
	Excavación	m ³	195,222	\$168.00	\$32,797,296.00
	Acopio de zahorra	m ³	188,550	\$0.42	\$79,191.00
	Extendido de zahorra	m ³	188,550	\$168.00	\$31,676,400.00
Impermeabilizacion y drenaje	Material drenante	m ³	8,385	\$90.72	\$760,653.63
	Tubería de PVC	ml	4,729	\$134.40	\$635,577.60
	Lámina geotextil	m ²	57,315	\$85.00	\$4,871,785.20
Anclajes y losa de hormigón	Excavación	m ³	432	\$28.50	\$12,303.45
	Acero	m ³	519	\$15.00	\$7,787.10
	Hormigón	m ³	521	\$1,800.00	\$937,494.00
Pavimento y cerramiento	Zahorra	m ³	945	\$77.95	\$73,666.65
	Bordillo	ml	1,890	\$125.00	\$236,262.50
	Cerramiento	ml	988	\$71.00	\$70,148.00
	Puertas	ud	1	\$26,813.00	\$26,813.00
Obra de toma y filtrado	Excavación	m ³	104	\$28.50	\$2,959.73
	Acero	Kg	61,375	\$15.00	\$920,630.70
	Hormigón	m ³	822	\$1,800.00	\$1,479,402.00
	Varios (tablestaca, lamina, celosía, etc)	ud	1	\$840,000.00	\$840,000.00
Instalaciones electromecánicas	Filtros	Ud	2	\$1,290,625.00	\$2,581,250.00
	Compuerta 900x900	Ud	2	\$240,450.00	\$480,900.00
	Compuerta 1100x1100	Ud	1	\$269,465.00	\$269,465.00
	Toma flotante	Ud	6	\$364,065.00	\$2,184,390.00
TOTAL					\$81,001,740.93
Coeficiente de incidencias % S/Costo				5	\$4,050,087.05

TOTAL BORDO DE SEGURIDAD \$85,051,827.98

PRESUPUESTO CONTROL

		PRECIO UNITARIO (\$)	IMPORTE TOTAL (\$)
1	Armario de control para Captación , basado en autómata programable con capacidad para 192 ED, 32 SD y 96 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$586,980.80	\$586,980.80
1	Armario de control para Balsa de Regulación de Agua Bruta, entrada a ETAP y Decantación, basado en autómata programable con capacidad para 32 ED, 64 SD y 16 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$225,629.60	\$225,629.60
1	Armario de control para Filtros del BORDO, basado en autómata programable con capacidad para 128 ED, 128 SD y 48 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$546,753.20	\$546,753.20
1	Armario de control para el BORDO, basado en autómata programable con capacidad para 32 ED, 16 SD y 4 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$142,598.40	\$142,598.40
2	Armario de control para Cámara de rotura de carga, basado en autómata programable con capacidad para 16 ED, 8 SD y 4 EA, incluso programación y puesta en marcha.	\$142,598.40	\$285,196.80
7	Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) de 3 KVA y 60' de autonomía para sistema de control.	\$51,800.00	\$362,600.00
1	Hub ethernet industrial con capacidad de gestión.	\$23,100.00	\$23,100.00
5	Hub ethernet industrial con gestión y conexión a fibra óptica multimodo.	\$29,400.00	\$147,000.00
25,000	MI. Fibra óptica multimodo, bajo canalización PVC enterrada.	\$336.00	\$8,400,000.00
3	Equipo de Comunicaciones, compuesto por RadioModem en banda UHF y antena directiva. Totalmente instalado y funcionando.	\$46,447.60	\$139,342.80
3	Columna autosoportada de 12 m con patas de subida, para instalación de equipos Radiomodems UHF en puntos decontrol.Totalmente instalada incluyendo obra civil (excavación, cimentación,...)	\$24,244.22	\$72,732.66
1	Equipo Repetidor UHF, con módulo regenerador de datos y antenas directivas, totalmente instalado en torreta autosoportada de 20 m con patas para subida lateral. Totalmente montado, incluyendo obra civil (excavación, cimentación,...)	\$198,225.63	\$198,225.63
4	Equipo de Concentrador de Comunicaciones, compuesto por RadioModem en banda UHF y antena directiva .Totalmente instalado y funcionando	\$46,447.60	\$185,790.40
2	Enlace de Microondas entre Front-End de Centro de Control y Repetidor,compuesto por equipos de radiofrecuencia, antenas de 60 cm de diámetro, herrajes y elementos de sujeción.Totalmente montado.	\$526,911.84	\$1,053,823.68
2	Enlace de Microondas entre Repetidores, compuesto por equipos de radiofrecuencia, antenas de 60 cm de diámetro, herrajes y torreta autosoportada de 20 m con patas para subida lateral. Totalmente montado.	\$526,911.84	\$1,053,823.68
3	Torreta autosoportada de 20 m con patas para subida lateral. Totalmente montado, incluyendo obra civil (excavación, cimentación,...)	\$108,227.21	\$324,681.63
1	Cerramiento de malla metálica galvanizada de 4x4 m.	\$43,400.00	\$43,400.00
1	Caseta de hormigón, de dimensiones 3x2x2 m. para instalación de equipos.	\$140,000.00	\$140,000.00
4	Sistema de alimentación fotovoltaica para estación remota UHF, compuesto por 2 paneles de 55 Wpico, regulador de carga de 15A y 2 baterías estacionarias de 105 Ah.	\$22,400.00	\$89,600.00
1	Sistema de alimentación fotovoltaica para repetidor UHF, compuesto por 6 paneles de 120 Wpico, regulador de carga de 50A y batería estacionaria de 1.400 Ah.	\$119,323.93	\$119,323.93
3	Sistema de alimentación fotovoltaica para repetidor microondas y concentrador UHF, compuesto por 8 paneles de 120 Wpico, regulador de carga de 50A y batería estacionaria de 1.400 Ah.	\$137,523.93	\$412,571.80



Estudios de Alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica

6	Medidor de Nivel por ultrasonidos.	\$36,400.00	\$218,400.00
3	Medidor de Nivel piezorresistivo por inmersión.	\$25,200.00	\$75,600.00
6	Detector de nivel mínimo o máximo por flotador.	\$7,000.00	\$42,000.00
8	Caudalímetro electromagnético de inserción.	\$93,800.00	\$750,400.00
6	Manómetro.	\$6,300.00	\$37,800.00
6	Transmisor de presión.	\$20,300.00	\$121,800.00
6	Presostato.	\$11,200.00	\$67,200.00
6	Detector conductivo de presencia de agua.	\$11,900.00	\$71,400.00
4	Ordenador personal de última generación con monitor TFT de 19"	\$42,000.00	\$168,000.00
1	Licencias Scada redundante para Centro de Control de la ETAP de San Javier.	\$238,000.00	\$238,000.00
1	Licencias Scada redundante para Centro de Control de Querétaro.	\$238,000.00	\$238,000.00
2	Impresora inyección en color A4	\$2,800.00	\$5,600.00
2	Impresora láser A4 B/N	\$7,700.00	\$15,400.00
2	Conjunto de proyección formado por Proyector de 1.700 lúmenes, soporte para techo y pantalla de 2 x 1,5 m.	\$57,400.00	\$114,800.00
1	Front End de Comunicaciones en Centro de Control ETAP San Javier.	\$49,000.00	\$49,000.00
1	Proyecto y Legalización del Sistema de Comunicaciones.	\$343,000.00	\$343,000.00
1	Desarrollo Scada	\$630,000.00	\$630,000.00
1	Ingeniería y Documentación	\$434,000.00	\$434,000.00
1	Puesta en Marcha	\$560,000.00	\$560,000.00
TOTAL			\$18,733,575.01

TOTAL CONTROL \$18,733,575.01



Estudios de alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica.

PRESUPUESTO GENERAL ALTERNATIVA 6

DISCIPLINAS	IMPORTE SUBCAPÍTULO	IMPORTE TOTAL
PLANTA DE BOMBEO ACTUAL		\$69,185,276.68
Equipos mecánicos	\$58,160,276.68	
Equipos eléctricos	\$11,025,000.00	
PLANTA DE BOMBEO DE CAPTACIÓN		\$210,132,904.75
Equipos mecánicos	\$144,054,743.74	
Equipos eléctricos	\$66,078,161.02	
CONDUCCIÓN DE IMPULSIÓN		\$440,517,854.17
Estacion de Bombeo a Deposito de cambio de regimen	\$440,517,854.17	
BORDO DE SEGURIDAD DE AGUA CRUDA		\$85,051,827.98
SISTEMA DE CONTROL DE LAS INSTALACIONES		\$18,733,575.01
TOTAL PRESUPUESTO EN COSTO		\$823,621,438.60
Proyecto Ejecutivo y Control de Calidad	4.00%	\$32,944,857.54
IMPORTE DEL PRESUPUESTO		\$856,566,296.15
Utilidad	15%	\$128,484,944.42
Costes indirectos	6%	\$51,393,977.77
TOTAL PRESUPUESTO		\$1,036,445,218.34
I.V.A.	15%	\$155,466,782.75
IMPORTE TOTAL PRESUPUESTO CON IVA		\$1,191,912,001.09

ALTERNATIVA 6: **ESTUDIO ECONÓMICO**



ALTERNATIVA 6

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Numero grupos funcionando	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Horas funcionamineto medio por grupo	254.00	255.00	261.00	238.00	242.00	211.00	229.00	246.00	255.00	260.00	248.00	268.00
Horas totales funcionamien mes	1943.93	1844.94	2042.93	2039.93	2099.93	2033.93	2099.93	2024.93	1979.93	2024.93	1883.93	1961.93
Hrs Base	1016.00	1020.00	1044.00	952.00	968.00	844.00	916.00	984.00	1020.00	1040.00	992.00	1072.00
Hrs Interm.	927.93	824.94	998.93	1087.93	1131.93	1189.93	1183.93	1040.93	959.93	984.93	891.93	889.93
Hrs Punta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total kWh Año
kWh totales consumidos	4,397,581	4,173,630	4,621,532	4,614,746	4,750,473	4,601,173	4,750,473	4,580,814	4,479,018	4,580,814	4,261,853	4,438,299	54,250,406
kWh Hrs Base	2,298,404	2,307,453	2,361,746	2,153,622	2,189,818	1,909,304	2,072,183	2,226,013	2,307,453	2,352,697	2,244,111	2,425,087	
kWh Hrs Interm.	2,099,177	1,866,178	2,259,786	2,461,123	2,560,656	2,691,869	2,678,290	2,354,801	2,171,565	2,228,117	2,017,743	2,013,212	
kWh Hrs Punta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Rendimientos	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	240.000	H3/AÑO
Volumen bombeado 3G.	10,497,600	9,963,000	11,032,200	11,016,000	11,340,000	10,983,600	11,340,000	10,935,000	10,692,000	10,935,000	10,173,600	10,594,800	129.503	H3/AÑO
Volumen bombeado (m3/mes)	8,956,991	8,500,848	9,413,134	9,399,311	9,675,762	9,371,666	9,675,762	9,330,199	9,122,861	9,330,199	8,680,541	9,039,926	110.497	H3/AÑO
Caudal bombeado (m3/h)	18,431	18,431	18,431	18,431	18,431	18,431	18,431	18,431	18,431	18,431	18,431	18,431	179.219	H3/AÑO
Caudal total bombeado (l/seg)	5,120	5,120	5,120	5,120	5,120	5,120	5,120	5,120	5,120	5,120	5,120	5,120	60.781	H3/AÑO ganados
Caudal unitario bombeado (l/seg)	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9	1,279.9		
Altura manométrica (m)-D=1700 mm	146.3	146.3	146.3	146.3	146.3	146.3	146.3	146.3	146.3	146.3	146.3	146.3		
Rendimiento Motor	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955		
Rendimiento Bomba	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850		
Potencia absorbida (HP)	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936	2,936		
Costo Energetico Estimacion Precios	Zona Sur													
Tarifa Base (\$/kWh)	0.645													
Tarifa Interm.(\$/kWh)	0.709													
Tarifa Punta (\$/kWh)	2.005													

Demanda kW (Maxima Absorbida)	Zona Sur
Tarifa Base (\$/kW)	133.55

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total Anual
Demanda Facturable kW	9,642	9,642	9,642	9,642	9,642	9,642	9,642	9,642	9,642	9,642	9,642	9,642	
Coste (\$ 133.55)	1,287,649	1,287,649	1,287,649	1,287,649	1,287,649	1,287,649	1,287,649	1,287,649	1,287,649	1,287,649	1,287,649	1,287,649	15,451,787.85
Coste Energetico													Total Anual
Coste Hrs Base (\$)	1,482,930.12	1,488,768.43	1,523,798.27	1,389,517.20	1,412,870.43	1,231,882.89	1,336,972.43	1,436,223.66	1,488,768.43	1,517,959.96	1,447,900.27	1,564,666.42	17,322,258.52
Coste Hrs Interm.(\$)	1,488,106.81	1,322,933.30	1,601,962.57	1,744,690.21	1,815,248.79	1,908,265.86	1,898,640.12	1,669,318.11	1,539,422.56	1,579,512.05	1,430,377.67	1,427,165.99	19,425,644.03
Coste Hrs Punta (\$)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Costes (\$)	4,258,685.91	4,099,350.72	4,413,409.82	4,421,856.40	4,515,768.20	4,427,797.74	4,523,261.54	4,393,190.75	4,315,839.97	4,385,121.00	4,165,926.93	4,279,481.40	52,199,690.40
										Total coste energético con iva			60,029,643.96

	4G NUEVA	3G EXIST.
Precio venta agua (\$/m3)	5.00	
Pérdidas en la red	0.40	
Precio pago derechos (\$/m3)	0.50	
Precio tratamiento agua (\$/m3)	0.30	
Volumen bombeado (m3)	110,497,200.00	129,502,800.00
Beneficio por venta de agua (\$)	182,342,736.00	
Beneficio social		
Energía costo alternativa (\$)	60,029,643.96	61,125,089.39
Energía Costo actual (\$)	110,147,371.87	
Beneficio energético anual (\$)	-11,007,361.48	
Costo por pago de derechos (\$)	-30,390,456.00	
Costo de tratamiento (\$)	-18,234,273.60	
Indice de precios	0.04	
Beneficio anual (\$)	122,710,644.92	
valor limite inversión	1,356,002,217.68	

Valoración inversión	1,191,912,001.09
VPN	149,172,924.18
TIR	0.12

%Coste energético Anual		% Coste de Demanda
Base	33.18%	29.60%
Interm.	37.21%	
Punta	0.00%	

Energía Costo actual	110,147,371.87
----------------------	----------------



ALTERNATIVA 5-6 3G 129 Hm3

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Numero grupos funcionando	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Horas funcionamineto medio por grupo	648.00	615.00	681.00	680.00	700.00	678.00	700.00	675.00	660.00	675.00	628.00	654.00
Horas totales funcionamien mes	1944.00	1845.00	2043.00	2040.00	2100.00	2034.00	2100.00	2025.00	1980.00	2025.00	1884.00	1962.00
Hrs Base	762.00	765.00	783.00	714.00	726.00	633.00	687.00	738.00	765.00	780.00	744.00	804.00
Hrs Interm.	1182.00	1080.00	1260.00	1326.00	1374.00	1401.00	1413.00	1287.00	1215.00	1245.00	1140.00	1158.00
Hrs Punta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total kWh Año
kWh totales consumidos	4,252,042	4,035,503	4,468,581	4,462,019	4,593,255	4,448,896	4,593,255	4,429,210	4,330,784	4,429,210	4,120,806	4,291,413	52,454,976
kWh Hrs Base	1,451,638	1,531,329	1,567,607	1,474,945	1,494,043	1,303,774	1,413,784	1,464,497	1,533,819	1,547,842	1,419,389	1,545,831	
kWh Hrs Interm.	2,251,753	2,161,877	2,522,586	2,739,184	2,827,568	2,885,603	2,907,827	2,553,940	2,436,066	2,470,595	2,174,870	2,226,459	
kWh Hrs Punta	548,651	342,297	378,388	247,890	271,644	259,519	271,644	410,774	360,899	410,774	526,547	519,123	

Rendimientos	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	total m3 Anuale:
Volumen bombeado (m3/mes)	10,497,600	9,963,000	11,032,200	11,016,000	11,340,000	10,983,600	11,340,000	10,935,000	10,692,000	10,935,000	10,173,600	10,594,800	129,502,800
Caudal bombeado (m3/h)	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	
Caudal total bombeado (l/seg)	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	
Caudal unitario bombeado (l/seg)	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	1,500.0	
Altura manométrica (m)-D=2100 mm	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	
Rendimiento Motor	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	
Rendimiento Bomba	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	
Potencia absorbida (HP)	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	2,839	
Costo Energetico Estimacion Precios	Zona Sur												
Tarifa Base (\$/kWh)	0.645												
Tarifa Interm.(\$/kWh)	0.709												
Tarifa Punta (\$/kWh)	2.005												

Demanda kW (Maxima Absorbida)	Zona Sur
Tarifa Base (\$/kW)	133.55

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
Demanda Facturable kW	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	6,992	Total Anual
Coste (\$ 133.55)	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	933,743	11,204,917.70
Coste Energetico													Total Anual
Coste Hrs Base (\$)	936,596.85	988,013.61	1,011,420.12	951,634.72	963,956.36	841,194.76	912,173.58	944,893.47	989,620.14	998,667.90	915,789.65	997,370.48	11,451,331.62
Coste Hrs Interm.(\$)	1,596,268.02	1,532,554.28	1,788,261.34	1,941,807.65	2,004,463.27	2,045,604.16	2,061,358.52	1,810,488.00	1,726,927.02	1,751,404.48	1,541,765.29	1,578,336.64	21,379,238.67
Coste Hrs Punta (\$)	1,099,770.10	686,134.57	758,478.60	496,895.44	544,510.66	520,205.68	544,510.66	823,395.58	723,421.31	823,395.58	1,055,464.38	1,040,581.09	9,116,763.66
Total Costes (\$)	4,566,378.11	4,140,445.60	4,491,903.20	4,324,080.95	4,446,673.44	4,340,747.75	4,451,785.90	4,512,520.20	4,373,711.60	4,507,211.10	4,446,762.46	4,550,031.35	53,152,251.65
Total coste energético con iva													61,125,089.39

%Coste energético Anual
Base 21.54%
Interm. 40.22%
Punta 17.15%

% Coste de Demanda
21.08%

ANEXO I:

REFERENCIAS

I.1:

PLANO CONJUNTO BOMBA-MOTOR M-0304-A

I.2:

ENSAYOS 2007



Estudios de alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica.

EQUIPO	Gasto medido a la salida de la bomba (m3/s)	Presión (Kg/cm2)	Altura Hd (m)	Pérdida de carga (m)	Hmanómetro - H cota lámina de agua (m)	v2/2g (m)	Htot (m)	i1 (A)	i2(A)	i3 (A)
2	1.246	13	130	0.88	6.58	0.205	137.66	228.6	228.4	224.6
3	1.228	13.18	131.8	0.85	5.79	0.199	138.63	230.7	237.4	227.2
4	1.331	13.18	131.8	1	5.9	0.234	138.93	235.3	236.1	232.4
5	1.045	13.02	130.2	0.63	6.49	0.144	137.46	220.3	220.4	215.8
6	0.833	13.02	130.2	0.44	6.48	0.103	137.22	244.5	242.8	238.9
Sumatorio	5.683									

imed (A)	V1 (v)	V2 (v)	V3 (v)	Vpromedio (v)	Factor de potencia	P ent (KW)	Eficiencia motor	P flec (KW)	P hidráulica (KW)	RTO Bomba (%)
227.2	6617	6594	6615	6608.7	0.81	2106.5	0.955	2011.74	1678.41	83.43%
231.8	6581	6572	6576	6576.3	0.81	2138.4	0.955	2042.13	1665.92	81.58%
234.6	6577	6568	6572	6572.3	0.82	2189.9	0.955	2091.34	1809.50	86.52%
218.8	6579	6557	6572	6569.3	0.8	1992.0	0.955	1902.34	1405.46	73.88%
242.1	6572	6550	6579	6567.0	0.81	2230.2	0.955	2129.86	1117.97	52.49%

	Gasto (m3/s)	Presión (Kg/cm2)
Colector de salida común	5.683	12.75



Estudios de alternativas. Acueducto Chapala - Guadalajara. Evaluación Técnica - Económica.

PRUEBA EQUIPO No. 2

Fecha:

PUNTO No. 5

$H_{es} = 6.58 \text{ m}$

$N = 717 \text{ rpm}$

Hora	i_1	i_2	i_3	i_{prom}	v_1	v_2	v_3	v_{prom}	$\cos \phi$	P_e	η_{ME}	P_f
(hh:mm)	(amp)	(amp)	(amp)	(amp)	(v)	(v)	(v)	(v)		(kw)		(kw)
	228.6	228.4	224.6	227.200	6617	6594	6615	6608.67	0.810	2106.531	0.955	2011.74
												2011.74

Hora	H_d	H_B	H_d	H	P_h
(hh:mm)	(kg/cm ²)	(m)	(m)	(m)	(kw)
	13.00	0.90	130.000	137.673	1678.41
				137.673	1678.41

$Q = 1.246 \text{ m}^3/\text{s}$

$H = 137.67 \text{ m}$

$\eta = 83.4 \%$

PRUEBA EQUIPO No. 3

Fecha:

PUNTO No. 5

$H_{es} = 5.79 \text{ m}$

$N = 717 \text{ rpm}$

Hora	i_1	i_2	i_3	i_{prom}	v_1	v_2	v_3	v_{prom}	$\cos \phi$	P_e	η_{ME}	P_f
(hh:mm)	(amp)	(amp)	(amp)	(amp)	(v)	(v)	(v)	(v)		(kw)		(kw)
	230.7	237.4	227.2	231.767	6581	6572	6576	6576.33	0.810	2138.358	0.955	2042.13
												2042.13

Hora	H_d	H_B	H_d	H	P_h
(hh:mm)	(kg/cm ²)	(m)	(m)	(m)	(kw)
	13.18	0.87	131.800	138.651	1665.92
				138.651	1665.92

$Q = 1.228 \text{ m}^3/\text{s}$

$H = 138.65 \text{ m}$

$\eta = 81.6 \%$

PRUEBA EQUIPO No. 4

Fecha:

PUNTO No. 5

$H_{es} = 5.90 \text{ m}$

$N = 717 \text{ rpm}$

Hora	i_1	i_2	i_3	i_{prom}	v_1	v_2	v_3	v_{prom}	$\cos \phi$	P_e	η_{ME}	P_f
(hh:mm)	(amp)	(amp)	(amp)	(amp)	(v)	(v)	(v)	(v)		(kw)		(kw)
	235.3	236.1	232.4	234.600	6577	6568	6572	6572.33	0.820	2189.889	0.955	2091.34
												2091.34

Hora	H_d	H_B	H_d	H	P_h
(hh:mm)	(kg/cm ²)	(m)	(m)	(m)	(kw)
	13.18	1.03	131.800	138.947	1809.50
				138.947	1809.50

$Q = 1.331 \text{ m}^3/\text{s}$

$H = 138.95 \text{ m}$

$\eta = 86.5 \%$

PRUEBA EQUIPO No. 5

Fecha:

PUNTO No. 5

$H_{es} = 6.49 \text{ m}$

$N = 717 \text{ rpm}$

Hora	i_1	i_2	i_3	i_{prom}	v_1	v_2	v_3	v_{prom}	$\cos \phi$	P_e	η_{ME}	P_f
(hh:mm)	(amp)	(amp)	(amp)	(amp)	(v)	(v)	(v)	(v)		(kw)		(kw)
	220.3	220.4	215.8	218.833	6579	6557	6572	6569.33	0.800	1991.982	0.955	1902.34
												1902.34

Hora	H_d	H_B	H_d	H	P_h
(hh:mm)	(kg/cm ²)	(m)	(m)	(m)	(kw)
	13.02	0.63	130.200	137.459	1405.46
				137.459	1405.46

$Q = 1.045 \text{ m}^3/\text{s}$

$H = 137.46 \text{ m}$

$\eta = 73.9 \%$

PRUEBA EQUIPO No. 6

Fecha:

PUNTO No. 5

$H_{es} = 6.48 \text{ m}$

$N = 717 \text{ rpm}$

Hora	i_1	i_2	i_3	i_{prom}	v_1	v_2	v_3	v_{prom}	$\cos \phi$	P_e	η_{ME}	P_f
(hh:mm)	(amp)	(amp)	(amp)	(amp)	(v)	(v)	(v)	(v)		(kw)		(kw)
	244.5	242.8	238.9	242.067	6572	6550	6579	6567.00	0.810	2230.220	0.955	2129.86
												2129.86

Hora	H_d	H_B	H_d	H	P_h
(hh:mm)	(kg/cm ²)	(m)	(m)	(m)	(kw)
	13.02	0.40	130.200	137.168	1117.97
				137.168	1117.97

$Q = 0.833 \text{ m}^3/\text{s}$

$H = 137.17 \text{ m}$

$\eta = 52.5 \%$

I.3:

RESULTADOS DE LA LIMPIEZA INTERIOR DEL ACUEDUCTO

XX CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA

RESULTADOS DE LA LIMPIEZA INTERIOR DE LA TUBERÍA DEL ACUEDUCTO CHAPALA – GUADALAJARA

Rafael Carmona Paredes y Alejandro Sánchez Huerta
Instituto de Ingeniería de la UNAM, Ciudad Universitaria Coyoacán,
Distrito Federal, 04510 MEXICO, Apartado Postal 70-472
(e-mail: rcp@pumas.iingen.unam.mx; ash@pumas.iingen.unam.mx)

Resumen

Muchos acueductos han presentado una reducción importante en su capacidad de conducción, debido a la presencia de adherencias e incrustaciones en la pared interior de las tuberías. La rehabilitación y limpieza interior por medios mecánicos, práctica muy común en la industria petrolera, es, lamentablemente, muy poco conocida y aplicada en sistemas hidráulicos.

En este trabajo se muestran los resultados de la limpieza realizada en el tramo a gravedad del Acueducto Chapala – Guadalajara, México. Cuatro dispositivos de poliuretano, tipo bala, se usaron para limpiar la pared interior de 21 kilómetros de tubería de concreto reforzado de 2.10 m de diámetro. Con esas corridas, se consiguió recuperar más de 1,200 l/s de capacidad para entrega de agua a la Ciudad de Guadalajara, caudal que representa el 16 % del gasto total de diseño del acueducto.

Abstract

Many aqueducts have presented an important flow capacity reduction as result of the presence of adherences and incrustations on the inner wall of their pipes. Unfortunately, the rehabilitation and inner cleaning by mechanic methods, a very common practice in petroleum industry, is unknown and barely applied in Latin-American hydraulic systems.

This paper shows the results of the cleaning made in the gravity pipeline of the Chapala – Guadalajara Aqueduct, Mexico. In a total distance of 21 kilometers, through a 2.1 meters reinforced concrete pipe, four polyethylene bullet-form devices (pigs) cleaned the pipeline carrying out the inner wall cleaning (pigging). By this way, the aqueduct recovered more than 1.2 cubic meters per second in flow capacity for the water supply of Guadalajara City, this flow rate represents 16 % of design capacity of the aqueduct.

Antecedentes

Durante las dos últimas décadas, el Grupo de Hidromecánica del Instituto de Ingeniería de la UNAM ha participado en el diseño, operación y puesta en servicio de muchos de los grandes acueductos para entrega de agua en bloque en la República Mexicana. El Acueducto Chapala – Guadalajara no es la excepción, durante 1984 y 1985, el Instituto participó activamente en el diseño del ese sistema [1] y en 1990 y 1991 la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) solicitó la participación del Instituto en la puesta en servicio de las dos etapas del acueducto [2,3].

El Acueducto Chapala – Guadalajara es la principal fuente de abastecimiento de agua potable de la zona metropolitana de Guadalajara, Estado de Jalisco, México. Ese acueducto fue diseñado para conducir un caudal de $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$, por bombeo desde el Lago de Chapala, a través de una conducción cerrada a presión, de 42 km de largo, formada por tubería de concreto reforzado de 2.10 m de diámetro.

Cinco años después de la puesta en servicio del acueducto, la Comisión Nacional del Agua (CNA) encargó al Instituto de Ingeniería la revisión de su operación [4]. Los trabajos de campo y estudios de gabinete realizados entonces mostraron claramente que la tubería había perdido capacidad de conducción. El coeficiente de rugosidad según la fórmula de Manning, había pasado de $n=0.0123$ en 1991 a $n=0.0158$ en 1996.

En ese mismo año de 1996 se realizaron inspecciones al interior de la tubería que descartaron la existencia de tapones, obstrucciones o azolves, en cambio, mostraron que la tubería presentaba adherencias, con un espesor promedio de 5 mm, que alteraban significativamente su rugosidad interior. Otros estudios realizados entre 1996 y 2000, mostraron que el fenómeno de reducción de capacidad de conducción seguía avanzando [5,6]. Para diciembre de 2000 el coeficiente de rugosidad había alcanzado valores de 0.0172.

En forma paralela, con el apoyo de la Coordinación de Ingeniería Ambiental del mismo Instituto, se demostró que las adherencias en el interior de la tubería tienen su origen en procesos biológicos, causados por bacterias y algas, que forman una biopelícula mucilaginosas que permite la adherencia de partículas suspendidas, como materia orgánica y arcilla presentes en el agua que ingresa al acueducto. Este fenómeno promueve la colonización de otros organismos, como crustáceos y moluscos que contribuyen, de manera paulatina, al engrosamiento de las adherencias [7].

De esta forma, se planteó la necesidad de atender y resolver el problema en dos frentes:

- i) Eliminando o reduciendo al mínimo las adherencias ya existentes
- ii) Evitando la formación de nuevas adherencias

El primer frente, cuyos resultados son motivo del presente escrito, se atacó con trabajos de limpieza mecánica realizados entre noviembre de 2000 y febrero de 2001.

El segundo frente, actualmente en proceso de evaluación, requiere de estudios que permitan establecer la conveniencia de instalar un tren de tratamiento para el agua influente al acueducto, y así evitar la formación de nuevas adherencias, o bien la conveniencia de coexistir con el fenómeno de adherencias, efectuando trabajos de limpieza de las conducciones en forma periódica.

Descripción del acueducto

El Acueducto Chapala-Guadalajara consta de dos tramos de conducción divididos por un tanque de cambio de régimen (figura 1). En junio de 1990 inició la operación del tramo por bombeo del Acueducto Chapala – Guadalajara. Este primer tramo de conducción, de 26 km de largo, inicia en la planta de bombeo ubicada en la ribera del Lago de Chapala. La planta cuenta con seis equipos de bombeo verticales, cinco para operación normal más uno de reserva, con una carga y un caudal de diseño de 138.0 m y 1.5 m³/s, respectivamente. Los equipos son operados mediante motores de inducción de 3,500 HP con velocidad de giro de 714 rpm.

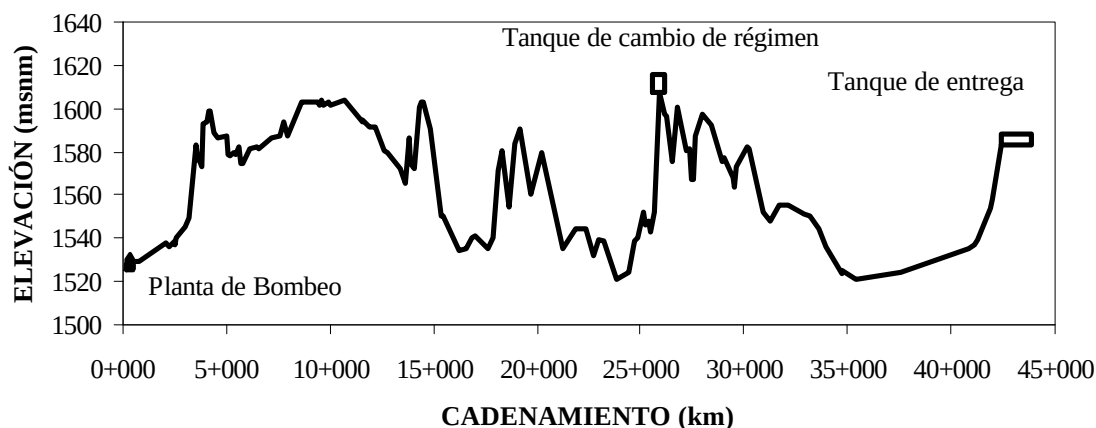


Fig 1.- Perfil del Acueducto Chapala - Guadalajara

A lo largo del tramo a bombeo se ubican varios dispositivos para control de los transitorios hidráulicos. En la descarga de la planta de bombeo se localiza una batería de cámaras de aire formada por tres tanques hidroneumáticos de 12.0 m de altura y 3.50 m de diámetro. Adicionalmente, como dispositivos de protección secundarios, se tienen dos tanque unidireccionales de sección circular; el primero se ubica en el kilómetro 3+540 y tiene 12.0 m de diámetro y 23.0 m de altura; el segundo, de 18.0 m de diámetro y 19.0 m de altura, se localiza en al kilómetro 9+123.

El tramo de conducción a bombeo termina en un tanque de cambio de régimen de 34.0 m de largo por 5.0 m de ancho (figura 2.a). Este tanque está dividido en dos secciones mediante un par de compuertas deslizantes de sección cuadrada (2.0 m x 2.0 m) que, de ser requerido, permiten regular el flujo entre las dos secciones del tanque (figura 2.b). En la sección aguas arriba del tanque se tiene un vertedor lateral que, mediante la operación de compuertas, permite derivar gasto hacia el canal "El Guayabo".

Hasta septiembre de 1991, fecha en que entró en operación el segundo tramo del acueducto, se derivaba la totalidad del gasto al canal "El Guayabo", por medio del cual el agua era conducida al canal "Las Pintas" y de esta manera aprovechar la infraestructura existente del Sistema "Atequiza – Las Pintas".

El segundo tramo de conducción, de 16.5 km de longitud, va del tanque de cambio de régimen hacia un tanque de regulación, de 35,000 m³ de capacidad, localizado en el Cerro del Cuatro en la periferia de la Ciudad de Guadalajara. Justo antes de la llegada al tanque, la tubería de 2.10 m se divide en dos tuberías de 1.50 m de diámetro donde se localizan válvulas de mariposa para control del flujo que ingresa al tanque de entrega.

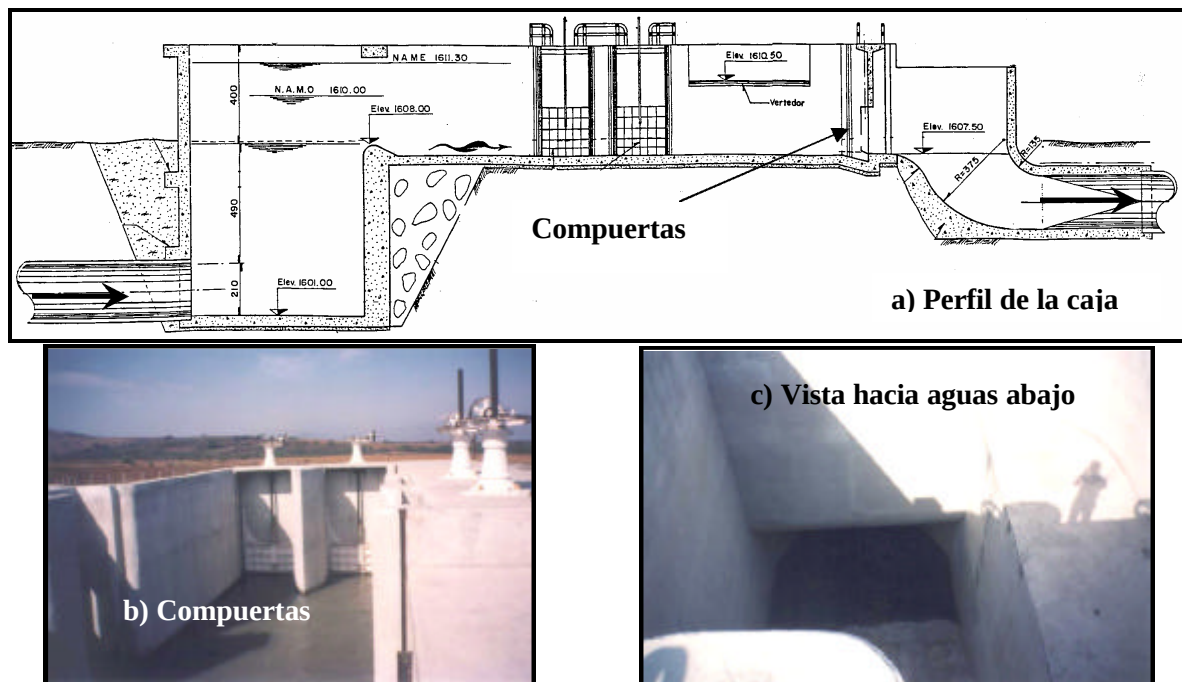


Fig 2.- Tanque de cambio de régimen

En este tanque inicia otro acueducto, denominado Acueducto Cerro del Cuatro, cuyo primer tramo también consta de una conducción cerrada a presión, de 4.6 kilómetros de longitud, formada por tubería de concreto reforzado de 2.10 m de diámetro. Esta conducción termina en una estructura de transición, denominada Caja de Enlace, donde inicia un canal a cielo abierto que conduce el agua a su destino final, la Planta Potabilizadora Miravalle (figura 3).

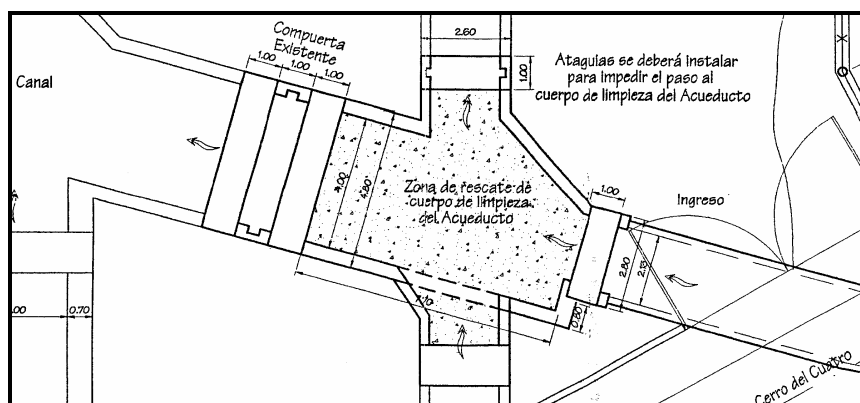


Fig 3.- Caja de Enlace

Es importante mencionar que justo aguas arriba del punto donde la tubería de 2.10 m de diámetro se divide en dos tubos de 1.50 m, se ubica una "T" que permite derivar el flujo hacia el inicio del Acueducto Cerro del Cuatro. Esta conducción, denominada "by-pass", permite el funcionamiento de los acueductos cuando el tanque de regulación se encuentra fuera de servicio (figura 4).

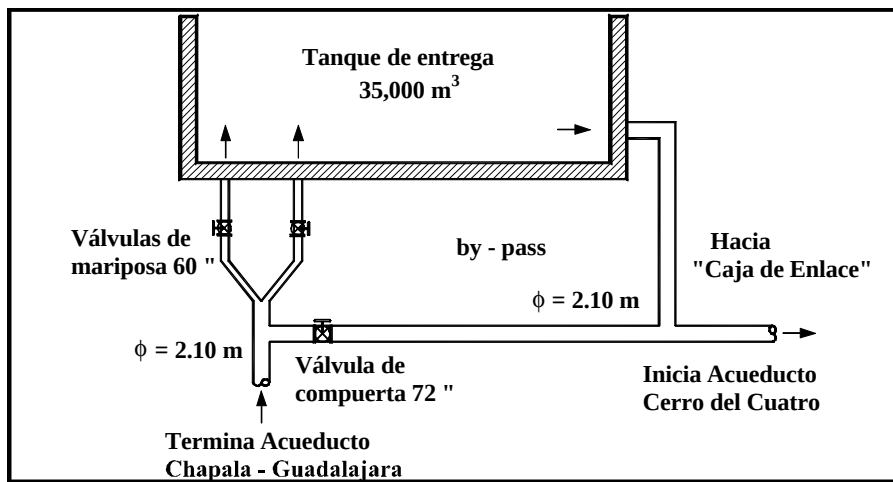


Fig 4.- Esquema del Tanque de Entrega

Trabajos de limpieza

Después de analizar diferentes alternativas para efectuar la limpieza mecánica del interior de la tubería, el Instituto de Ingeniería recomendó el uso de dispositivos tipo bala, conocidos comúnmente como “diablos” o “pigs”. Estos dispositivos, fabricados con espuma de poliuretano, tienen un diámetro ligeramente mayor que el de la tubería (del orden de dos pulgadas). En algunos casos tienen una cubierta de poliuretano de mayor densidad, provista de cepillos de alambre para incrementar el efecto abrasivo (figura 5).

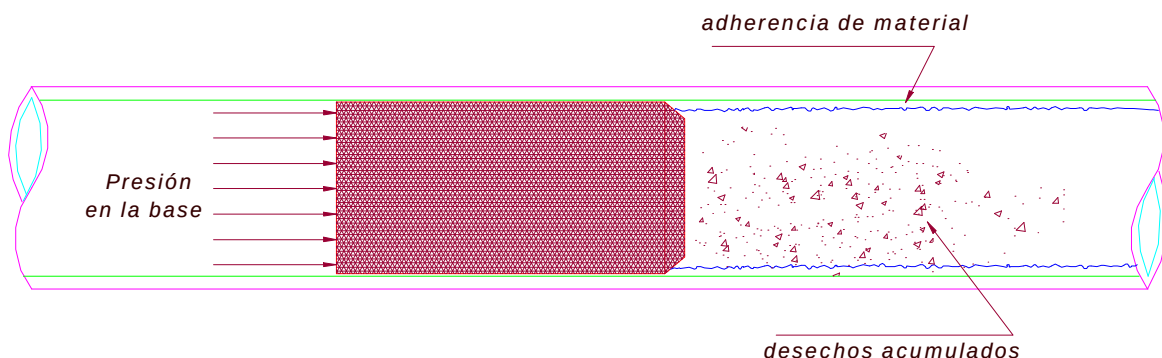


Fig 5.- Esquema del funcionamiento del dispositivo tipo bala

Si bien es posible diseñar y construir estructuras especiales para el lanzamiento y la recuperación de los dispositivos de limpieza (figura 6), el Instituto de Ingeniería recomendó que, para no interrumpir el abastecimiento de agua a Guadalajara, los trabajos debieran realizarse primero en el tramo de conducción a gravedad. El dispositivo sería izado con una grúa e introducido al acueducto en la sección aguas abajo de Tanque de Cambio de Régimen (figura 2.c) y sería extraído en la Caja de Enlace (figura 3), operando el by-pass del Tanque de Entrega (figura 4). De esta manera, la “corrida” de la bala se haría en un tramo de 21.1 kilómetros, aproximadamente, y su velocidad sería controlada con la regulación del flujo a través de las compuertas del Tanque de Cambio de Régimen y de la válvula de compuerta ubicada en el by-pass de Tanque de Entrega.

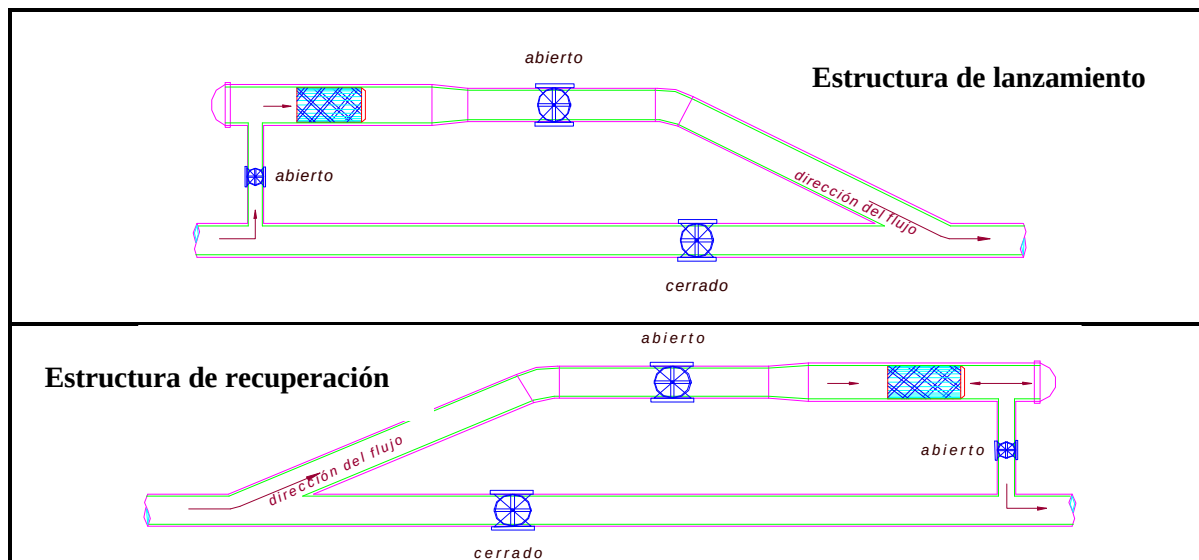


Fig 6.- Estructuras para el ingreso y recuperación de dispositivos de limpieza

Finalmente, entre noviembre de 2000 y febrero de 2001 se llevaron a cabo cuatro "corridas" usando un número igual de dispositivos de limpieza cuyas características se ilustran en la figura 7.



Características

Diámetro: 2.15 metros
Longitud: 2.75 metros
Características: Espuma de poliuretano con cubierta provista de cepillos de alambre
Densidad: 96 kg/m³

Fig 7.- Dispositivo tipo bala utilizado para la limpieza del A. Chapala

La tabla 1 resume algunos datos importantes relativos a cada una de las corridas realizadas. Es importante señalar que para ubicar la posición de la bala a lo largo del recorrido se instaló un transmisor en su interior. Por su parte, la figura 8 muestra aspectos de la llegada de la bala a la Caja de Enlace.

Corrida (#)	Fecha (dd/mm/aa)	Duración total (horas)	Velocidad promedio (m/s)	Velocidad Máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)
1	18/11/00	6.47	0.906	1.48	0.65
2	20/11/00	9.14	0.641	1.60	0*
3	13/02/01	6.46	0.907	2.00	0.58
4	16/02/01	6.61	0.887	1.25	0.37

* Debido a una interrupción involuntaria del flujo, el dispositivo se detuvo y volvió a arrancar a unos 5 kilómetros del tanque de cambio de régimen cuando habían transcurrido 2.45 hrs

Tabla 1.- Datos de las corridas realizadas



Fig 8.- Aspecto de la Caja de Enlace durante la llegada del dispositivo

Mediciones realizadas

Con la finalidad de evaluar el resultado de los trabajos de limpieza de la tubería se realizaron tres campañas de medición; una en forma previa, otra intermedia y la última posterior a dichos trabajos. En todos los casos las mediciones incluyeron:

- Aforo del gasto (Q), utilizando tubo Pitot
- Determinación del gradiente hidráulico (S_f), mediante regresión lineal, a partir de la medición de presiones a lo largo de la conducción y del nivel del agua en los tanques extremos

Es importante señalar que cada campaña incluyó mediciones para la operación con, al menos, tres gastos diferentes, permitiendo la estabilidad del flujo en cada caso.

A manera de ejemplo, la figura 9 muestra el aforo de gasto obtenido en la primera medición de la última campaña. También muestra los puntos que representan la carga piezométrica obtenida en ese caso a partir de la presión registrada en cada punto y de su elevación. Se muestra además la línea piezométrica determinada mediante la regresión lineal obtenida de estos puntos.

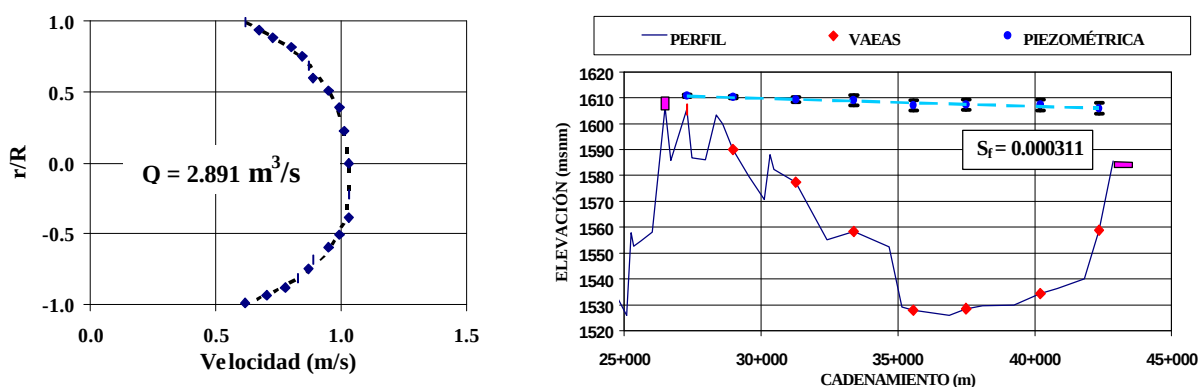


Fig 9.- Resultados de la primera medición realizada durante la última campaña

La tabla 2 presenta un resumen de los resultados obtenidos en todas las mediciones realizadas.

Mediciones	Fecha	Q (m ³ /s)	S _f	N
Previas a la limpieza	19/10/00	4.612	0.001312	0.0177
		4.036	0.000914	0.0169
	20/10/00	2.687	0.000413	0.0171
	Promedio			0.0172
Posteriores a las corridas 1 y 2	18/12/00	4.472	0.000956	0.0156
		4.178	0.000680	0.0141
	19/12/00	2.752	0.000292	0.0140
	20/12/00	5.017	0.001140	0.0152
	Promedio			0.0147
Posteriores a las corridas 3 y 4	17/02/01	2.891	0.000311	0.0138
		4.609	0.000837	0.0141
	18/02/01	3.935	0.000589	0.0139
	Promedio			0.0139

Tabla 2.- Resultados de las mediciones realizadas

Como puede observarse en la tabla 2, los resultados de los trabajos realizados fueron bastante favorables. Se logró una reducción del 20 % en el coeficiente de rugosidad de la tubería, al pasar de 0.0172 a 0.0139 en promedio.

En términos de caudal, al considerar el máximo gradiente hidráulico posible en el tramo a gravedad, la máxima capacidad de conducción aumentó de 5.23 m³/s a 6.47 m³/s, es decir, de 70 % a 86 % respecto del caudal de diseño del acueducto. De esta manera se consiguió recuperar más de 1,200 l/s de capacidad para entrega de agua a la Ciudad de Guadalajara, caudal que de otra forma tendría que ser abastecido por un nuevo sistema con inversiones muy grandes.

Por último, las fotografías de la figura 10 muestran el aspecto de la pared interior de los tubos antes y después de las corridas de limpieza.



Fig 10.- Apariencia de la pared interior del acueducto, antes y después de la limpieza

Conclusiones

El uso de dispositivos tipo bala (“diablos o pigs”) para la limpieza mecánica del interior de las tuberías del Acueducto Chapala-Guadalajara, así como la experiencia obtenida en otros acueductos de la República Mexicana, muestran que se trata de un procedimiento técnicamente factible. Además, a la luz de los resultados mostrados, son también procedimientos económicamente viables, toda vez que permite mantener la capacidad de conducción de los acueductos, permitiendo el uso eficiente de infraestructura hidráulica tan preciada en países como México.

Se recomienda evaluar la conveniencia de diseñar y construir trenes de tratamiento para el agua que ingresa a los acueductos, y así evitar la formación de nuevas adherencias. De manera alternativa, se recomienda analizar la conveniencia de coexistir con los fenómenos de adherencias en las conducciones efectuando trabajos de limpieza interior en forma periódica.

Finalmente, en el caso particular del Acueducto Chapala-Guadalajara, se deberán completar, en un futuro cercano, los trabajos de rehabilitación con la limpieza interior del tramo de 26 km comprendido entre la Planta de Bombeo y el Tanque de Cambio de Régimen.

Referencias

- [1] Guarga R., Sánchez J. L., Aguilar L., Carmona R., Solorio A. y Carmona L. *“Acueducto Chapala-Guadalajara, Diseño Hidráulico”*, Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), informe elaborado para la SARH, diciembre de 1984.
- [2] Sánchez A. y Carmona R. *“Estudio del Funcionamiento Hidráulico y Puesta en Servicio del Acueducto Chapala-Guadalajara”*, Instituto de Ingeniería de la UNAM, informe elaborado para la SARH, enero de 1991.
- [3] Sánchez A. y Carmona R. *“Manual de Operación del Equipamiento Hidromecánico del Acueducto Chapala-Guadalajara”*, Instituto de Ingeniería de la UNAM, informe elaborado para la SARH, diciembre de 1991.
- [4] Carmona R., Aguirre M., Rodal E., Sánchez A., Carmona G., Estevez N., Sánchez J. A. y Sámano A., *“Revisión de las Características de Operación del Acueducto Chapala-Guadalajara, Jalisco”*, Instituto de Ingeniería de la UNAM, informe elaborado para la CNA, abril de 1996.
- [5] Carmona R. y Sánchez A. *“Incremento de Pérdida de Carga en Acueductos. Información de Campo de Dos Acueductos”*, XVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Guayaquil, Ecuador, del 21 al 25 de Octubre de 1996, pp. 267-278.
- [6] Carmona R., Ortiz L. A. y Sánchez A., *“Efectos Dinámicos y Temporales en la Reducción de la Capacidad de Conducción en Grandes Acueductos, Estudio con Medidas en Prototipo”*, Revista de Ingeniería Hidráulica en México, volumen 17, número 2, abril-junio de 2002.
- [7] De Victorica J., Mendoza F. y Galván M., *“Origen de los Incrementos del Coeficiente de Pérdida de Carga por Fricción en los Acueductos Chapala-Guadalajara y Río Colorado- Tijuana”*, XVIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Oaxaca, México, octubre de 1998, volumen 2, pp. 679-686.