



Proyecto Acueducto Rio Colorado Tijuana

Evaluación Socioeconómica

Septiembre, 2011



Proyecto Acueducto Rio Colorado Tijuana

Evaluación Socioeconómica

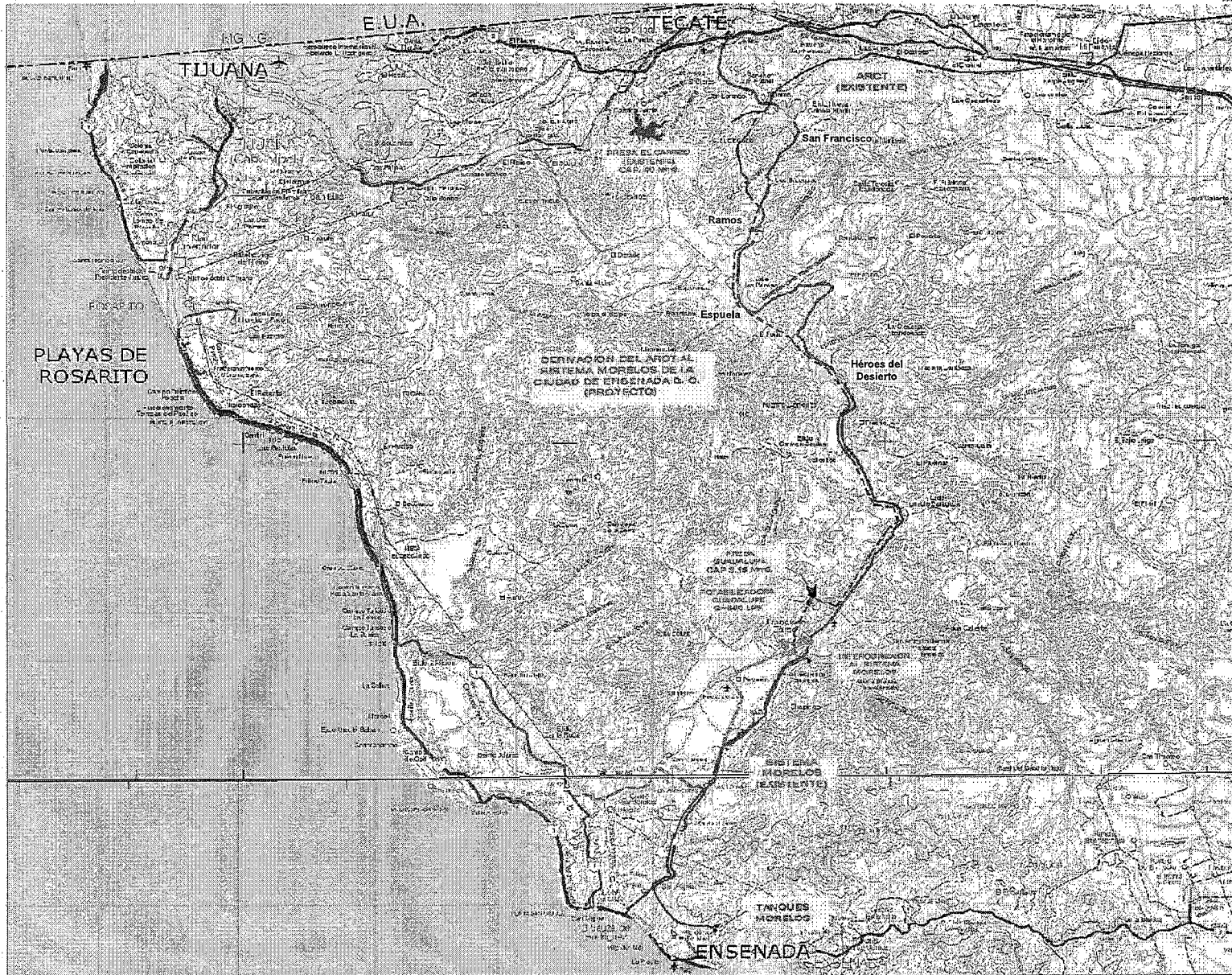
Septiembre, 2011

Descripción del proyecto

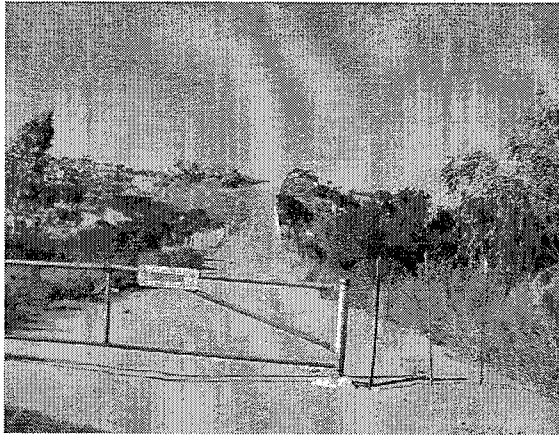
Derivación del Acueducto Rio Colorado-Tijuana al Sistema Morelos de la Ciudad de Ensenada Baja California

Gasto de diseño	500 l/s
Punto de Derivación	ARCT km 95+280
Tipo de conducción	Por gravedad
Longitud total de la conducción	59.29 km en 24" y 30"
Presa de Almacenamiento	3.15 mm ³
Capacidad en potabilización	600 l/s
Interconexión	Por gravedad al Sistema Morelos

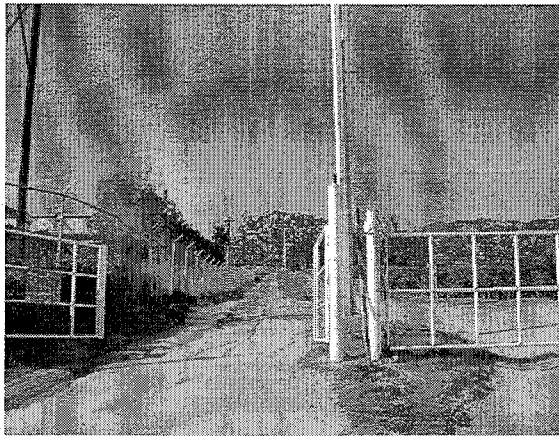
Ubicación



Ubicación



Inicio de la línea de conducción en el kilómetro 95+280 del Acueducto Rio Colorado-Tijuana, conectándonos a una tubería de concreto presforzado de 54”



Camino de acceso a los terrenos a la zona de ubicación de la presa y la planta potabilizadora



Zona de ubicación de la presa y planta potabilizadora

Propósito

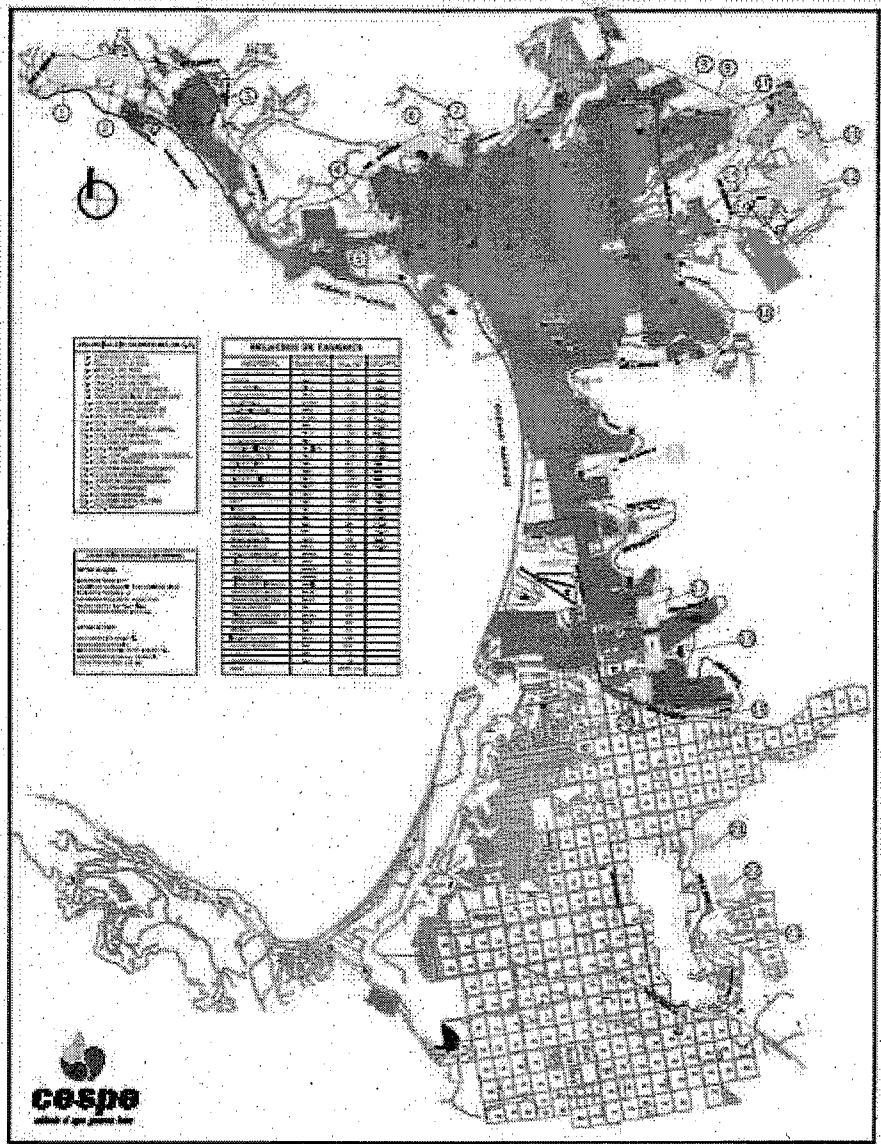
- Garantizar el abastecimiento de agua potable a los habitantes de la ciudad de Ensenada, Baja California, con un horizonte al año 2035 mediante un manejo integral del recurso hídrico, generando efectos colaterales benéficos sobre el ecosistema y el desarrollo urbano.
- Dejar de sobreexplotar los acuíferos de Maneadero, Ensenada y La Misión y, de esta manera, evitar problemas de abatimiento y contaminación al estar explotándose volúmenes superiores a la recarga.

Calendario de Actividades

Concepto	2012	2013	2014
Proyectos Ejecutivos	XXXX		
Conducción ARCT-Presa Guadalupe		XXXX	XXXX
Caminos de Acceso		XXXX	XXXX
Planta Potabilizadora de 600 l/s			XXXX
Conducción Presa - Potabilizadora - Sistema Morelos			XXXX
Presas		XXXX	XXXX
Afectaciones		XXXX	XXXX

Inicio de operaciones: año 2015
Gasto inicial: 230 l/s

Zona beneficiada



Localidades beneficiadas:

- Ensenada
- El Sauzal
- 9 localidades menores de 2500 hab.

1. Cuatro Milpas,
2. San Miguel (Cibolas de Mar)
3. Nueva Ciudad de Niños (R. Coronita)
4. Colonia Gómez Morín
5. Salvador Rosas Magallón
6. Kilómetro Siete Carretera a Ojos Negros
7. Villa del Roble
8. Ampliación Balcones de la Presa
9. San Fernando

Situación sin proyecto y posibles soluciones

Problemática

- Las fuentes de abastecimiento del servicio lo conforman pozos profundos localizados en acuíferos sobreexplotados, donde cada año se dispone de una menor cantidad de agua susceptible de extraerse, provocando fuertes **problemas de abatimiento y contaminación** al estar explotándose volúmenes muy superiores a la recarga.
- Extracción de un volumen superior al asignado y registrado en el REPDA.
- Limitaciones para cubrir la demanda futura en una zona de rápido crecimiento demográfico.

Población actual en la zona de estudio

Ensenada	293,131
El Sauzal	9,757
Localidades menores a 2500 hab	3,727
Total	306,615

Fuentes de Abastecimiento

Fuente	Producción 2010, l/s
Presas Emilio López Zamora	31
La Misión	164
Manadero	206
Ensenada	137
Valle de Guadalupe	150
Total	688

Disponibilidad de agua subterránea

(conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000).

Acuífero	Recarga media anual	Descarga natural comprometida	Volumen concesionado de agua subterránea	Volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos	Déficit
Ensenada	3.7	0	10.549389	3.6	-6.849389
Manadero	20.8	0	38.37485	30.6	-17.57485
La Misión	6.5	1	7.790109	6.1	-2.290109
Guadalupe	23.9	0	44.21512	19.9	-20.31512

Los acuíferos se encuentran sobre explotados, por lo que no es posible contemplar incrementar su explotación para cubrir el abastecimiento futuro de la ciudad de Ensenada.

Situación de sobreexplotación de acuíferos

No.	Entidad Federativa	Precipitación Obs 1961-90 (mm)			Cambio Proyectado al 2061-90 (%)		
		Invierno	Verano	Anual	Invierno	Verano	Anual
1	Baja California	48.61	34.06	138.84	-28.70	-13.80	-21.28
2	Sonora	70.90	194.45	370.83	-28.47	-20.15	-21.26
3	Yucatán	110.26	419.94	1014.80	-16.65	-26.81	-18.87
4	Baja California Sur	54.30	129.78	276.83	-28.73	-18.10	-18.01
5	Quintana Roo	162.06	465.06	1266.51	-13.11	-29.26	-17.65
6	Campeche	120.33	512.86	1238.76	-13.83	-28.09	-17.61
7	Sinaloa	106.04	516.21	869.13	-31.58	-9.55	-17.05
8	Nayarit	53.04	645.01	991.54	-28.37	-10.82	-16.28
9	Tabasco	324.92	672.62	2043.22	-10.95	-27.04	-16.18
10	Durango	39.21	259.53	449.70	-28.06	-8.69	-15.59

Fuente: Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México. Volumen III. Atlas de Vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático. Semarnat

Según los escenarios climatológicos en México proyectados para el siglo XXI, los estados de Baja California y Sonora tendrán el mayor decrecimiento en precipitación anual con valores de 21% con respecto a la climatología base (1961-1990)

Coberturas y eficiencias de la CESPМ

Concepto	2007	2008	2009	2010
Cobertura agua potable	98.09%	97.81%	98.54%	98.57%
Coberturas de medición	86.21%	91.33%	92.00%	91.00%
Cobertura de alcantarillado	85.62%	91.29%	92.50%	92.65%
Eficiencia física	79.95%	81.11%	81.06%	79.02%
Eficiencia comercial	90.47%	94.86%	94.96%	94.44%
Eficiencia global	72.33%	76.94%	76.98%	74.62%

Reducción de agua no contabilizada

Proyección de la eficiencia física:

Concepto	2011	2012	2013	2014	2015	2030	2031
Eficiencia Física	80.02%	81.02%	82.02%	83.02%	84.00%	84.00%	84.00%
Pérdidas físicas	19.98%	18.98%	17.98%	16.98%	16.00%	16.00%	16.00%

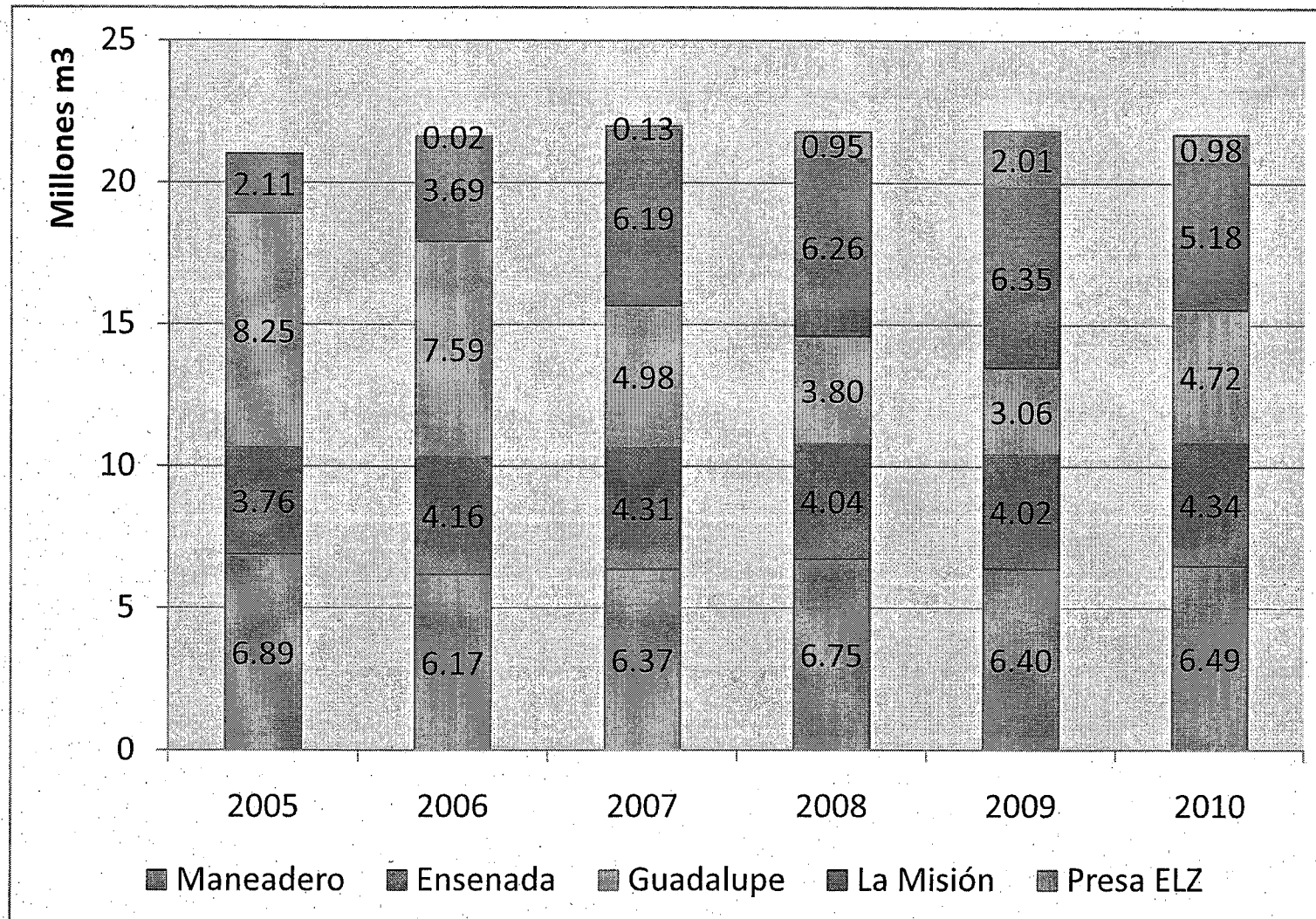
Proyectos de inversión programados

Planta desaladora Ensenada ubicada en el poblado "El Salitral". Se estima que el proceso de construcción durará 2 años, (2012 y 2013), por lo que entrará en operación en el año 2014.

El análisis de la oferta de este proyecto considerará que en el año 2014 la oferta actual se incrementará en 250 lps

Análisis de la oferta

Producción de agua 2005-2010



Análisis de la oferta

Explotación de acuíferos vs asignaciones REPDA

Acuífero	Producción 2010	Volumen asignado	Diferencia	Sobreexplotación
Maneadero	6,392,773 m ³	4,889,628 m ³	-1,503,145 m ³	-47.66 l/s
Ensenada	4,344,640 m ³	4,230,062 m ³	-114,578 m ³	-3.63 l/s
Guadalupe	4,721,071 m ³	6,307,200 m ³	1,586,129 m ³	N/A
La Misión	5,177,496 m ³	4,730,400 m ³	-447,096 m ³	-14.18 l/s

La proyección de la oferta considera **disminuir**, en el año **2014**, el volumen de **explotación** para ajustarse al volumen asignado en REPDA, año en que entra en operación la Desaladora Ensenada.

Para la proyección de la oferta, se consideró que los pozos ubicados en el acuífero de Guadalupe mantendrán el mismo volumen de producción del año 2010.

Análisis de la demanda

Crecimiento de tomas domésticas

Cobertura de Agua Potable

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030
98.57%	98.77%	98.97%	99.0%	99.0%	99.0%	99.0%	99.0%	99.0%

Proyección de la población de la ciudad de Ensenada

Localidad	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2039
Ensenada	299,752	326,224	359,213	391,538	422,283	453,559	480,240
El Sauzal	9,978	10,858	11,957	13,033	14,056	15,096	15,982
Localidades menores a 2500 hab	3,811	4,147	4,566	4,977	5,367	5,764	6,103
Total	313,541	341,229	375,736	409,548	441,706	474,419	502,325

Índice de crecimiento de tomas no domésticas

Tipo de usuario	Padrón de usuarios / tasa de crecimiento									
	2006	2007	2006- 2007	2008	2007- 2008	2009	2008- 2009	2010	2009- 2010	Prom.
Comercial	5,774	6,283	8.8%	6,344	1.0%	6,364	0.3%	6,415	0.8%	2.7%
Vs CONAPO			3.20		0.39		0.13		0.34	1.15
Industrial	458	477	4.1%	481	0.8%	469	-2.5%	462	-1.5%	0.2%
Vs CONAPO			1.50		0.33		1.03		0.63	0.11
Gobierno	800	824	3.0%	829	0.6%	842	1.6%	863	2.5%	1.9%
Vs CONAPO			1.09		0.24		0.64		1.05	0.81
Crecimiento CONAPO			2.76%		2.51%	2.76%	2.43%	2.76%	2.37%	

Comercial	1.0
Industrial	0.2
Gobierno	0.8

} **Veces la tasa de
crecimiento anual
de la población**

Curva de Demanda

Para caracterizar el comportamiento de la demanda del agua, se utilizó la función de demanda del estudio “Determinación de la curva de demanda de agua potable de las ciudades de Tijuana, Ensenada, Mexicali y su Valle, B. C.” que se formuló para la Comisión Nacional del Agua en 1999.

$$Q = Y^i \cdot N^n \cdot P^e$$

Donde:

- Q Consumo por toma al mes, expresado en m³
- N Es el índice de hacinamiento
- h Es la elasticidad relativa a los habitantes por vivienda que equivale a 0.216893, para el estrato doméstico medio.
- Y Es el ingreso promedio anual por vivienda, el cual varía según el rango socioeconómico
- i Es la elasticidad ingreso,
- P Es el precio por metro cúbico consumido
- e Es la elasticidad precio de la demanda que equivale a -0.290644 para domésticos de estrato medio.

Curva de Demanda

Determinación de un punto que represente la situación actual del consumo doméstico

Usuarios domésticos	
Facturación (m3)	13,162,549
Facturación (\$)	151,772,891

Tarifa media facturada en el sector doméstico de \$11.53/m3.

Para el consumo se seleccionó una muestra de 44 colonias representativas de los distintos niveles socioeconómicos y se determinó el consumo promedio ponderado de 17.88 m3/toma/mes que representa el consumo doméstico sin restricciones, con lo cual se obtiene una constante de valor 36.3876043 para la ecuación.

Consumo promedio mensual por colonia 2010
(metros cúbicos, muestra representativa de 44 colonias)

Nombre de colonia	Tomas a Dic 2010	Tomas/año	m3/año	Consumo Prom toma/mes (m3)
ALISOS	186	2,234	34,214	15.32
AGUAJITO	106	1,269	18,841	14.85
AMP.AGUAJITO	51	612	6,576	10.75
AMP.LOMAS DE SAN FERNANDO	26	312	3,171	10.16
BALCONES DE LA PRESA	42	495	5,634	11.38
COSTA BELLA	1,035	12,427	177,390	14.27
BUENAVENTURA	1,020	12,193	179,512	14.72
BRONCE 1	60	716	8,727	12.19
CHAPULTEPEC	395	4,713	103,073	21.87
CARLOS PACHECO	372	4,459	69,616	15.61
COLINAS DEL SOL	31	362	3,709	10.25
REVOLUCION	1,076	12,868	163,783	12.73
COLINAS DEL MAR	509	6,022	86,130	14.30
RESIDENCIAL LOMA DORADA	144	1,728	41,126	23.80
BAHIA	813	9,777	165,594	16.94
FRACC. DEL SOL (VI AYTO.)	64	754	6,393	8.48
LOS PINOS (MANEADERO)	63	755	9,414	12.47
MAGISTERIAL (LA PRESA)	82	984	18,656	18.96
LAS FLORES	24	287	2,666	9.29
LA JOYA (PRIVADA HUSSONG C.11)	19	228	3,967	17.40
LOMAS DE LA JOYITA	10	120	1,405	11.71
LOMITAS REACOMODO	299	3,580	44,081	12.31
LAZARO CARDENAS I	238	2,863	37,271	13.02
MARQUEZ DE LEON	1,279	15,331	244,360	15.94

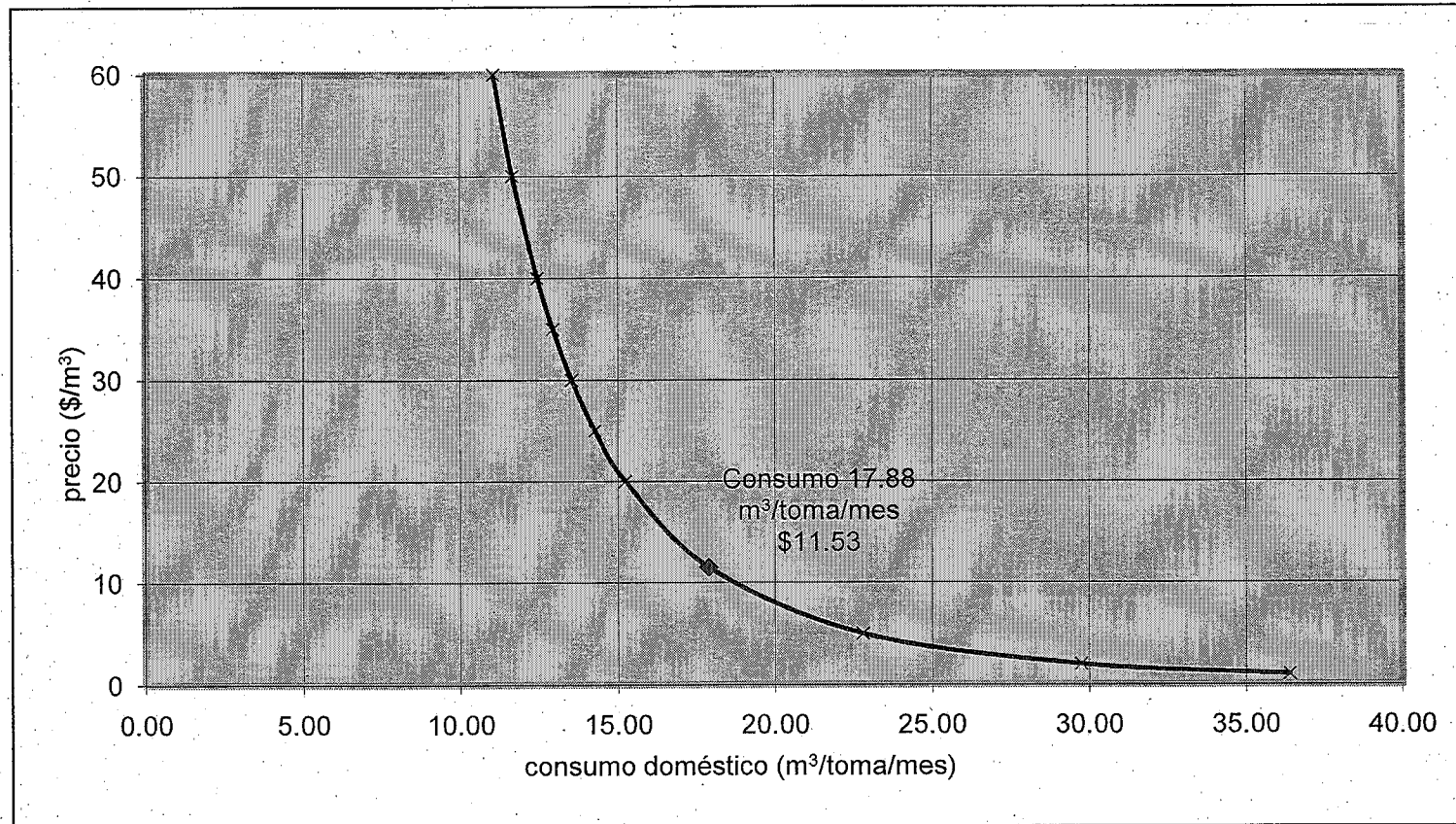
Consumo promedio mensual por colonia 2010
(métros cúbicos, muestra representativa de 44 colonias)

Nombre de colonia	Tomas a Dic 2010	Tomas/año	m3/año	Consumo Prom toma/mes (m3)
MARQUEZ DE LEON AMPL. MZA-52	45	551	6,320	11.47
MODERNA OESTE LOMAS SAN MARINO	294	3,509	66,727	19.02
NUEVO REFORMA (II ETAPA)	276	3,290	32,835	9.98
PLAYA DORADA INFONAVIT	4	48	762	15.88
PLAYA ENSENADA	629	7,550	109,383	14.49
POPULAR No.1	482	5,779	83,165	14.39
SAUZAL	917	10,967	165,861	15.12
COLINAS SAN ANGEL 2A.SECC	131	1,475	15,111	10.24
COLINAS SAN ANGEL 1A.SECC	16	187	3,190	17.06
SAN MARINO	70	839	22,196	26.46
ZONA CENTRO	4,559	54,199	1,100,250	20.30
REAL DE SAN MARINO	27	324	6,702	20.69
FRANCISCO VILLA I	73	867	9,821	11.33
VILLA FLORESTA (SAUZAL)	109	1,308	19,149	14.64
VER-MAR (PLAYITAS)	97	1,136	12,688	11.17
VILLAS PUNTA PIEDRA	67	819	13,824	16.88
VALLE VERDE	1,868	22,287	638,406	28.64
ZONA EL NARANJO	105	1,260	21,839	17.33
ZONA PLAYITAS	412	4,807	103,067	21.44
GRAL.A RODRIGUEZ (SAHUARO)	11	132	2,721	20.61
	18,136	216,423	3,869,326	17.88

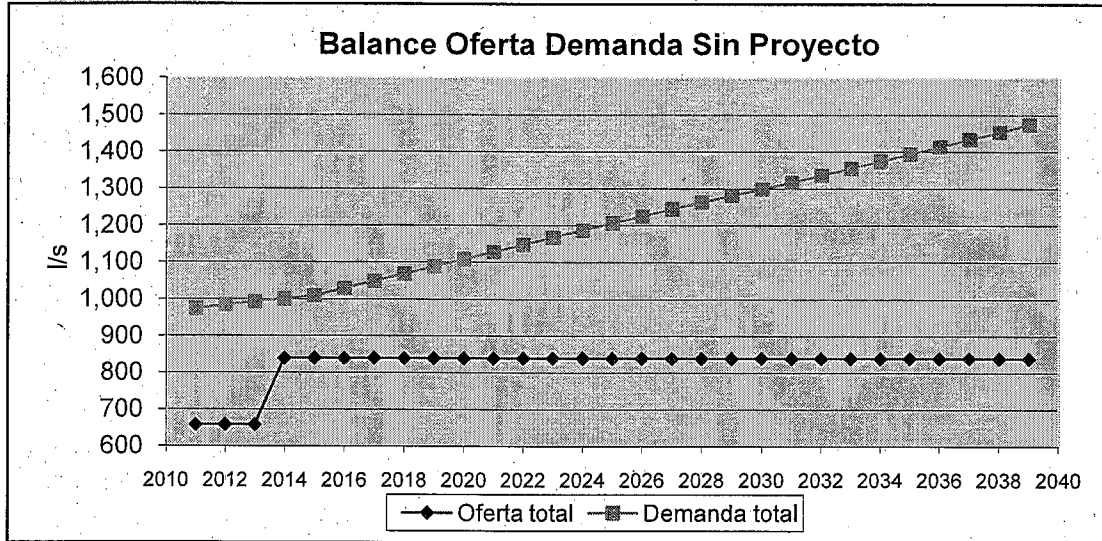
Esta muestra representa el 21% de las tomas domésticas con servicio medido

Análisis de la demanda

Curva de demanda para usuarios domésticos de la Ciudad de Ensenada

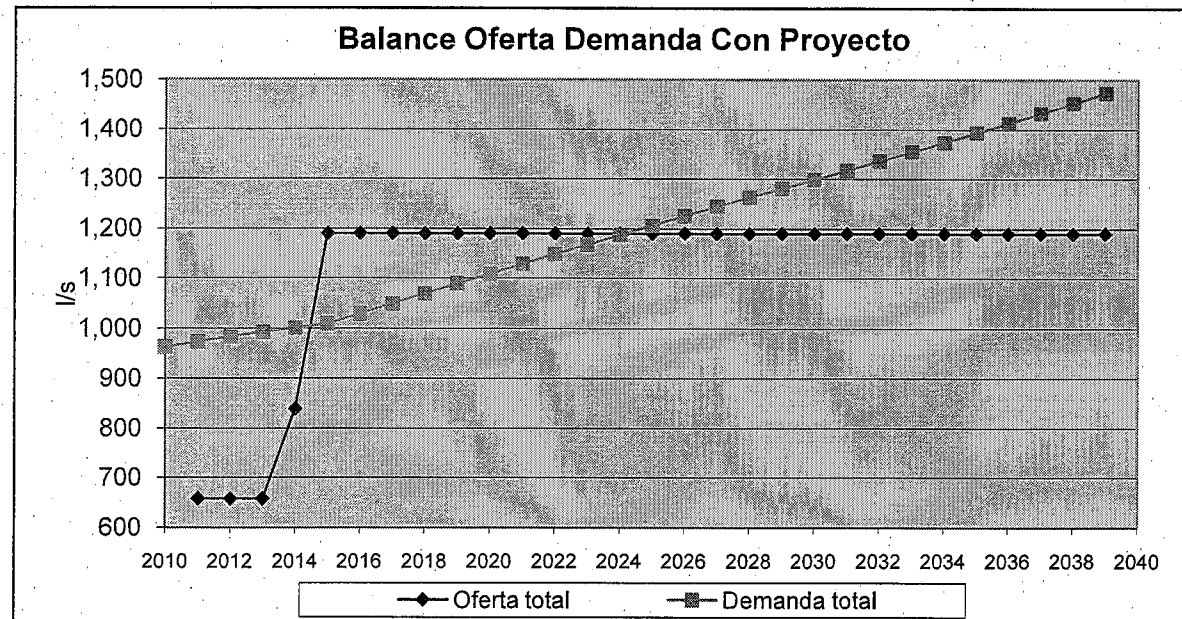


Balance oferta - demanda



Aún con el caudal de agua que aportará la desaladora de 250 l/s en el año 2014, el déficit continuará presentándose debido a que se considera dejar de sobreexplotar los acuíferos.

Con proyecto, se mantendría una situación superavitaria hasta el año 2024, a partir del año 2025 entraría nuevamente en déficit hasta llegar a un déficit de 284 l/s al año 2039



Análisis de alternativas

Alternativa 1

Invertir en la construcción de una derivación del Acueducto Río Colorado Tijuana para conducir el agua hasta el Sistema Morelos.

Alternativa 2

Invertir en la construcción de un segundo módulo de la planta desadora de Ensenada

Descripción	Vida útil (años)	Valor Presente de los costos totales (\$)	Volumen total producido (millones m ³)	Costo total (\$/m ³)
Alternativa 1. Derivación del ARCT al Sistema Morelos	25	919,641,911	225.81	11.78
Alternativa 2. Segundo Módulo Planta Desaladora Ensenada	25	753,193,661	175.05	12.84

Comparación cualitativa de las alternativas

Descripción	Ventajas	Desventajas
<p>Alternativa 1. Derivación del ARCT al Sistema Morelos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento de la infraestructura existente del ARCT y del Sistema Morelos • Consumo menor de energía eléctrica ya que la conducción será por gravedad • Dejar de sobreexplotar los acuíferos • Diversificación de fuentes de agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Altos costos de inversión • Bajos costos de operación • Mayor dependencia de ciudades del estado del Río Colorado
<p>Alternativa 2. Segundo Módulo Planta Desaladora Ensenada</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Agua de mar disponible • Dejar de sobreexplotar los acuíferos • No requiere tramitar derechos de agua (por el momento) • Disponibilidad de agua durante sequías • Diversificación de fuentes de agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Altos costos de energía • Altos costos de inversión y operación • Manejo de salmuera

Costos de operación y mantenimiento

Concepto	Costo	
Energía eléctrica del ARCT	3.95	\$/m3
Energía eléctrica de los pozos de La Mesa Arenosa	0.33	\$/m3
Costo de compra de derechos al Banco de Agua	2.59	\$/m3
Costos de operación de planta potabilizadora	1.00	\$/m3

Fuente: CEA Baja California y estimaciones propias. Pesos constantes de 2011.

Fuente de los recursos

Recursos del programa de APAZU

Aportación	
Federal APAZU	Estatal o CESPE
50%	50%

La CESPE cumple con los requisitos establecidos en las ROP, al tener actualmente una dotación menor a 250 l/hab/día, una eficiencia comercial mayor al 80% y una eficiencia física mayor al 65%

Recursos del FONADIN

Aportación	
Federal FONADIN	Privado
34%	66%

Nivel de operación de la infraestructura

Capacidad Instalada Derivación ARCT	15,768,000	m3 anuales	500	l/s
Capacidad Instalada planta potabilizadora (3 módulos)	200	l/s por cada módulo		
Asignación Mesa Arenosa	9,000,000	m3 anuales	285.39	l/s
Compra Derechos Banco de Agua	3,300,000	m3 anuales	104.64	l/s
Porcentaje de pérdidas	10.0%			
Oferta Neta del ARCT	11,070,000	m3 anuales	351.03	l/s
Capacidad instalada no utilizada	4,698,000	m3 anuales	148.97	l/s

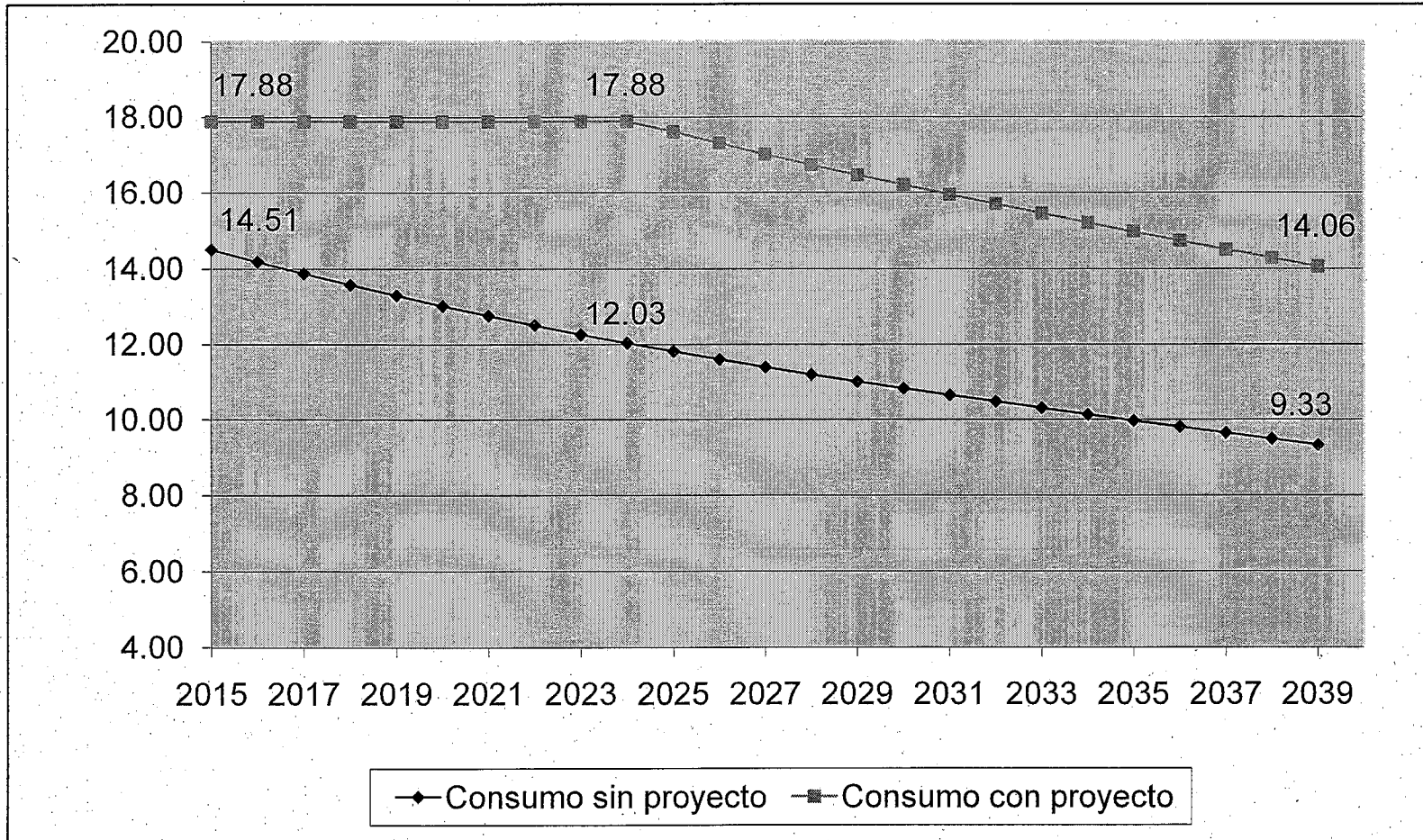
Beneficio de Mayor Consumo (m³/toma/mes)

Concepto	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Consumo sin proyecto	14.51	14.18	13.88	13.58	13.29	13.02	12.76	12.51	12.26
Consumo con proyecto	17.88	17.88	17.88	17.88	17.88	17.88	17.88	17.88	17.88
Beneficio (millones \$)	75.17	87.46	100.61	114.62	129.46	145.19	161.87	179.40	197.87

Concepto	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Consumo sin proyecto	12.03	11.81	11.60	11.39	11.20	11.01	10.83	10.65	10.48
Consumo con proyecto	17.88	17.61	17.30	17.01	16.73	16.46	16.21	15.95	15.70
Beneficio (millones \$)	217.15	232.15	246.85	262.15	277.92	294.16	310.87	328.55	347.27

Concepto	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Consumo sin proyecto	10.31	10.14	9.97	9.81	9.65	9.49	9.33
Consumo con proyecto	15.46	15.22	14.98	14.74	14.51	14.28	14.06
Beneficio (millones \$)	367.13	388.16	410.42	434.00	458.96	485.39	513.46

Consumos 2015-2039 (m³/toma/mes)



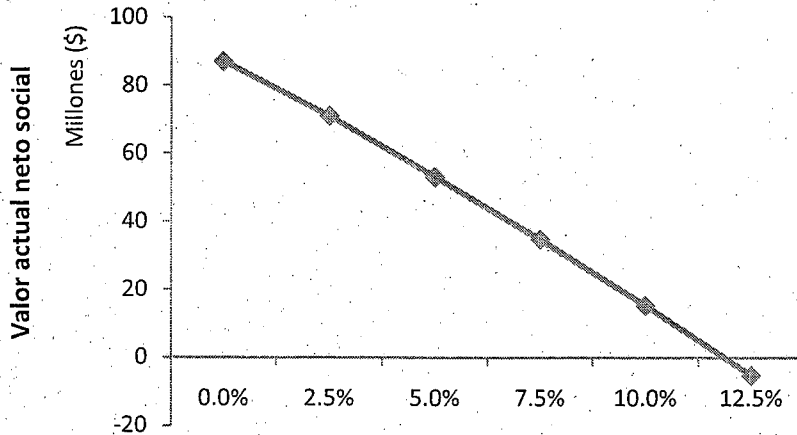
Indicadores de Rentabilidad

Valor Actual Neto Social	87,080,787
Tasa Interna de Retorno	13.2%

Momento óptimo

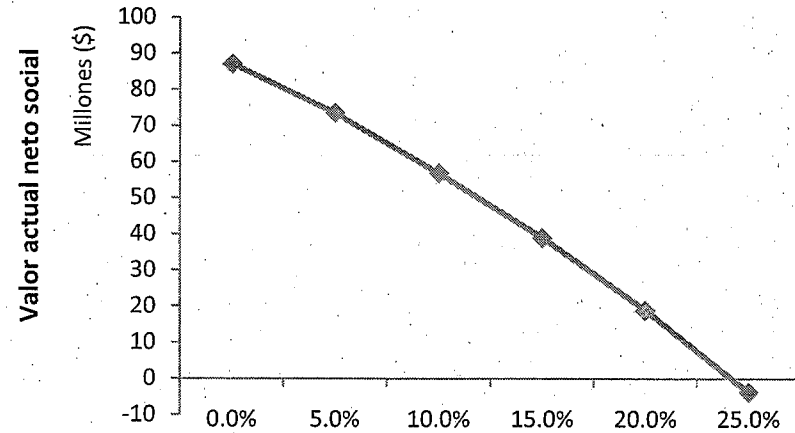
Periodo de construcción	2012-2014	2013-2015	2014-2016	2015-2017
Año de inicio de operaciones	2015	2016	2017	2018
Valor Actual Neto Social	87,080,787	144,304,692	191,362,068	229,396,904
Tasa Interna de Retorno	13.18%	14.16%	15.18%	16.23%

Análisis de sensibilidad y riesgos



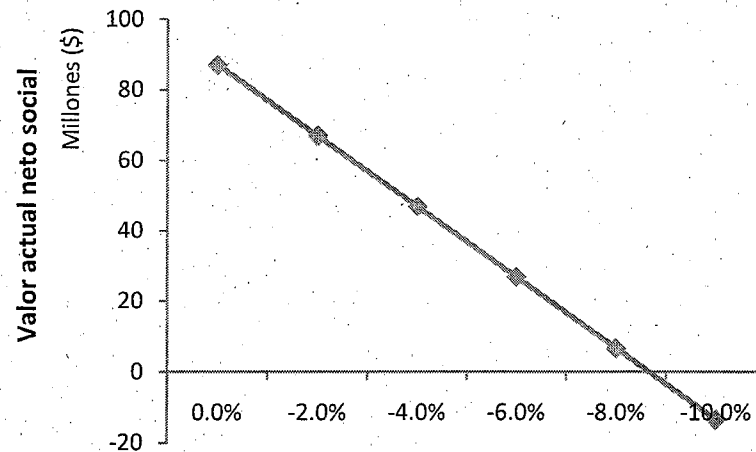
Sensibilidad a cambios en costos de inversión

Limite: Δ 12%



Sensibilidad a cambios en costos de operación y mantenimiento

Limite: Δ 23%



Sensibilidad a cambios en beneficios

Limite: ∇ 9%

Análisis de riesgos

Riesgo	Impacto	Probabilidad y comentarios
Que el costo de las obras se incremente significativamente.	La rentabilidad del proyecto sea negativa,	Baja. Los costos estimados a nivel de costos paramétricos son confiables. El análisis de sensibilidad indica que los costos de inversión pueden incrementarse hasta en un 23%, sin observar rentabilidad negativa del proyecto.
Que los costos de energía eléctrica se incrementen significativamente	La rentabilidad del proyecto sea negativa.	Baja. Los costos de energía eléctrica se estimaron a precios de mercado, considerando los costos de operación del ARCT y los del bombeo de la Mesa Arenosa del año 2010 y actualizados a 2011.
Retrasos en la construcción de las obras	La rentabilidad del proyecto sea negativa.	Moderada. Una vez iniciadas las obras, debe observarse la oportuna construcción de las instalaciones.
Falta de adquisición de terrenos para la presa, la planta potabilizadora y los caminos de acceso	Retrasos en la ejecución del proyecto	Moderada. La CEA ya inicio la negociación con algunos de los dueños de los terrenos la adquisición de los mismos.

Análisis de riesgos

Riesgo	Impacto	Probabilidad y comentarios
Oposición al proyecto por parte de grupos afectados	Que las obras se retra-sen considerablemente.	Muy Baja. Se proyecta construir la línea de conducción en paralelo con la Carretera Federal Tecate-Ensenada, por lo que no se ha detectado oposición. No obstante, el gobierno local habrá de convenir con probables afectados, si es el caso.
Inadecuada distribución del agua entre los usuarios	Que no se alcancen las metas de mayor consumo de agua, y por lo tanto que se disminuya la rentabilidad del proyecto	Moderada. Es necesario garantizar que la CESPE culmine el programa de sectorización que ya ha iniciado, y que se ha previsto como parte de las acciones de optimización de la situación actual
Inadecuado mantenimiento de la infraestructura construida y por construir	Deterioro en el tiempo de la adecuada producción y distribución del agua	Moderada. La CESPE, requieren establecer los mecanismos y políticas tarifarias que garanticen los fondos necesarios para la adecuada conservación de la infraestructura
Oposición de los agricultores de vender sus derechos de agua	Disminución en el volumen de operación de la derivación.	Moderada. Las comisiones estatales de servicios públicos de Mexicali y Tijuana han comprado derechos a los agricultores y actualmente existe disposición a vender.

Riesgo asociado a falta de adquisición de terrenos

Cadenamiento del km "X" al km "Y"		Longitud (m)	Ancho (m)	Tenencia de la tierra
Línea de conducción de ARCT a presa Guadalupe				
0+000	8+591	8591	30	Privada
8+591	18+671	10080	30	Derecho de vía Federal
19+671	23+971	5300	30	Privada
23+971	51+024	27053	30	Derecho de vía Federal
51+024	52+600	1576	30	Privada
Línea de conducción de planta Potabilizadora a Sistema Morelos				
0+000	4+600	4600	22	Privada
5+800	6+500	700	22.5	Privada
Presa y potabilizadora		54.59 hectáreas		Ejidal

Las líneas de conducción serán construidas en su mayoría sobre vías federales, mientras que los terrenos donde se construirá la presa y la potabilizadora son ejidales y actualmente no son terrenos productivos

Riesgo asociado a la compra de derechos a los agricultores

La CESPE cuenta con los derechos de asignación de 9 millones de metros cúbicos. Para operar la derivación al 70% de su capacidad, la CESPE requerirá comprar los derechos de agua a los agricultores por un total de 3.3 millones de metros cúbicos.

Programa de compra de derechos de la Mesa Arenosa

Concepto	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Compra de derechos	456,627	694,485	688,865	686,595	678,276	95,153
Acumulado	456,627	1,151,112	1,839,977	2,526,571	3,204,847	3,300,000

El estudio demuestra la viabilidad socioeconómica del proyecto, ya que:

- Arroja un valor actual neto social positivo de **87.08** millones de pesos, lo que demuestra la rentabilidad social positiva del proyecto.
- Tiene una tasa interna de retorno Social del **13.2%**.
- Los análisis de sensibilidad realizados hacen ver la poco probable posibilidad de que el proyecto pierda rentabilidad positiva ante variaciones de los principales parámetros que definen los indicadores de evaluación del proyecto.



Proyecto Acueducto Rio Colorado Tijuana

Evaluación Socioeconómica

Septiembre, 2011