

FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA ABASTECER DE AGUA DESALINIZADA A CAMPOS AGRICOLAS EN LA COMUNA DE PETORCA, CHILE.

MEMORIA DEL PROYECTO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL OCEÁNICO

RODRIGO SALAS CORDERO

FECHA: 10/12/2018

CONTENIDO

- Introducción.
- Objetivos Generales y Específicos.
- Metodología.
- Agricultura en la región.
- Desalación.
- Determinación del caudal.
- Locación de la planta desaladora.
- Análisis económico.
- Conclusión.

INTRODUCCIÓN

- Agua dulce.
- Ubicación.
- Decreto → M.O.P. N° 4 Fecha 24/01/17
- Déficit.



OBJETIVO GENERAL

Evaluación técnica y económica, de suministrar agua desalada por medio de una planta desaladora a campos agrícolas en la comuna de Petorca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar si es viable la opción de instalar una planta desaladora para abastecer la zona con la problemática de sequía.
- Determinar el caudal de agua, que requiere la comuna de Petorca para abastecer la demanda de agua.
- Disminuir el déficit de producción agrícola de la comuna de Petorca a través de una planta desaladora por medio de osmosis inversa.
- Determinar si es viable económicamente la tecnología de desalación de agua de mar mediante osmosis inversa, para abastecer de agua a campos agrícolas en la comuna de Petorca

METODOLOGÍA



AGRICULTURA EN LA REGIÓN

ESPECIES	III 2011	IV 2011	V 2013	R.M 2013	VI 2009	VII 2013	VIII 2012	IX 2012	X 2012	XIV 2012	TOTAL
Almendro	0,0	1.292,8	1.043,3	3.412,1	2.780,3	33,0	7,8				8.569,4
Cerezo	0,1	73,9	242,7	1.814,2	4.967,5	8.087,1	1.309,7	382,0	27,9	27,9	16.932,9
Ciruelo europeo		20,8	134,5	3.119,8	7.613,2	842,7	65,4				11.796,4
Ciruelo japonés			112,8	1.454,0	3.246,8	797,9	0,0				5.611,6
Damasco	0,4	351,8	295,4	269,7	176,2		0,5				1.094,0
Duraznero consumo fresco	1,8	36,5	304,1	712,8	1.720,9	9,8	1,4				2.787,3
Duraznero tipo conservero	0,5	57,9	3.049,2	992,7	5.674,9	364,2	0,6	0,3			10.140,3
Kiwi			176,3	455,3	3.969,4	5.368,6	612,6	19,7		30,3	10.632,1
Limonero	39,9	1.194,7	1.466,0	2.602,1	686,7	3,0	0,1				5.992,6
Manzano rojo	0,4		130,9	190,2	6.776,5	18.863,4	1.415,1	2.312,6		8,9	29.698,0
Manzano verde	0,0		42,0	47,9	3.467,2	3.624,6	146,8	163,4		16,9	7.508,8
Membrillo	4,3	4,2	10,5	57,6	156,3	67,4	3,0				303,3
Naranja	44,3	1.085,7	1.555,6	2.161,8	2.600,8	3,7					7.451,9
Nectarino	0,1	4,2	326,6	1.315,8	3.515,7	45,1	1,7				5.209,1
Nogal	5,6	1.662,1	5.644,0	10.948,9	2.792,5	2.436,4	808,1	95,3		11,1	24.403,9
Olivo	2.417,1	3.437,0	1.012,6	2.992,4	3.971,8	5.790,7	112,9	2,3			19.736,7
Palto	228,9	6.290,7	18.588,0	4.894,9	1.701,9	4,4	18,2				31.727,1
Peral asiático			1,5	4,2	78,5	77,1	37,1				198,4
Peral	0,1	53,9	141,6	808,1	3.505,2	2.513,0	60,8	18,2			7.100,9
Vid de mesa	8.050,7	10.597,1	10.770,9	8.771,1	13.824,5	219,8					52.234,1
TOTAL	10.794,2	26.163,3	45.048,6	47.025,7	73.226,7	49.151,9	4.601,8	2.993,8	27,9	95,0	259.128,8
Participación (%)	5,1	12,3	17,4	18,1	34,6	23,2	2,2	1,4	0,0	0,0	100,0

AGRICULTURA EN LA REGIÓN

COMUNA: PETORCA	
ESPECIE	SUPERFICIE (ha)
Palto	1.207,0
Nogal	460,5
Mandarino	133,1
Limonero	102,7
Naranja	73,2
Granado	49,3
Cerezo	35,7
Almendro	23,1
Olivo	14,9
Arándano americano	13,6
Tuna	5,8
Níspero	1,2
Lima	0,3
Duraznero tipo conservero	0,2
Nectarino	0,2
Duraznero consumo fresco	0,02
TOTAL	2.120,8

- Importancia del cuadro.
- Comuna de Petorca posee 2.120,8 hectáreas plantadas.
- Palto y Nogal predominan con un 78,63%, equivalente a 1.667,5 hectáreas.

MÉTODOS DE DESALACIÓN

- Osmosis Inversa.
- Electrodiálisis.
- Destilación Multi-Efecto. (MED).
- Evaporación Multi-Etapas Flash. (MSF).
- Destilación por Energía Solar.

ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA PARA LA DESALACIÓN

Indicadores Relevantes		INDICADORES			
		Consumo De Energía	Costos Unitario	Tendencias Mundiales	Fuentes De Energía
P R O C E S O	Ósmosis Inversa	De 2 a 2,8 Kwh/m ³	0,6 USD/m ³	Crecimiento	Eléctrica
	Electrodialisis	De 16 a 19 Kwh/m ³	58 USD/m ³	Estático	Eléctrica
	Destilación Multi-Efecto (MED)	De 3,4 a 4 Kwh/m ³	1,5 USD/m ³	Decreciente	Eléctrica-Calorifica
	Evaporación Multi-Etapas Flash (MSF)	De 5 a 8 Kwh/m ³	1,10 USD/m ³	Decreciente	Eléctrica-Calorifica
	Destilación Por Energía Solar *	-	28 USD/m ³	Estático-Creciente	Energía Solar

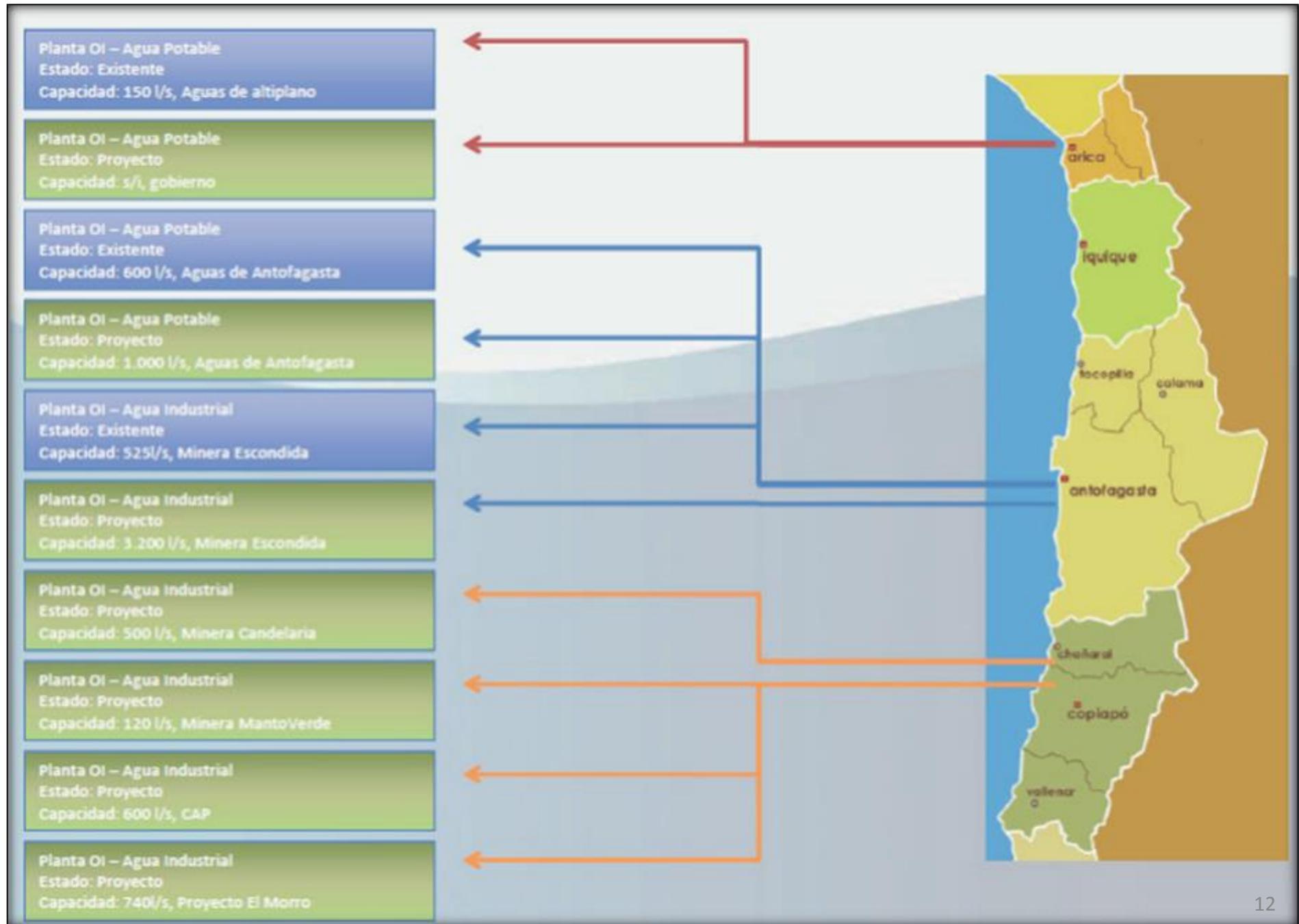
* SE OPERA A BAJAS ESCALAS DE PRODUCCIÓN Y EN CLIMAS FAVORABLES

EXPERIENCIAS DE DESALACIÓN

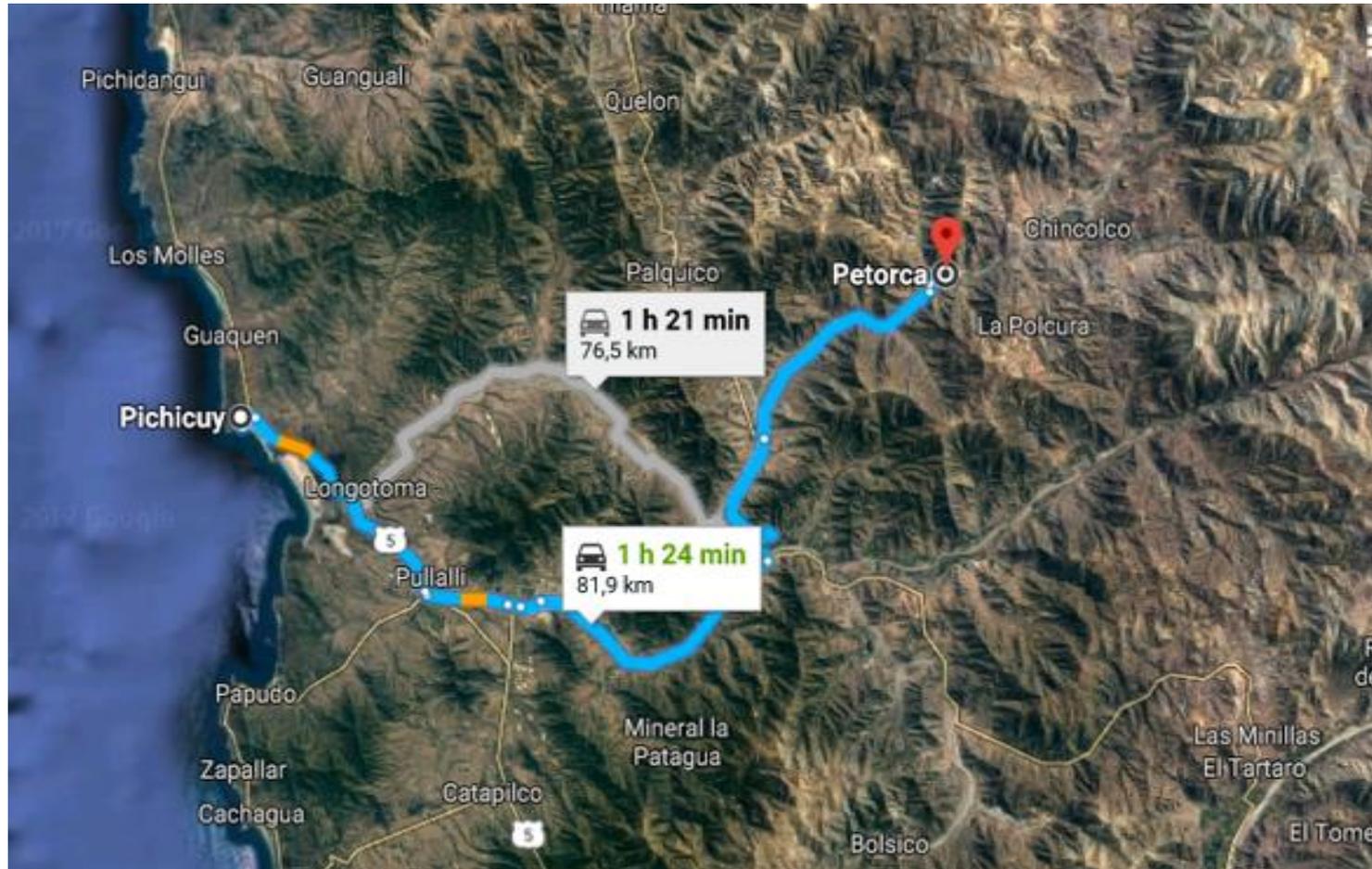
- En el mundo:

Países	Capacidad (m ³ /día)	% Producción Mundial
1.- Arabia Saudita	10.598.000	17
2.- Emiratos Árabes Unidos	8.743.000	14
3.- EE.UU.	8.334.000	14
4.- España	5.428.000	9
5.- China	2.533.000	4
6.- Kuwait	2.390.000	4
7.- Katar	2.049.000	3
8.- Argelia	1.826.000	3
9.- Australia	1.508.000	2
10.- Japón	1.153.000	2

- En Chile:



LOCACIÓN DE LA PLANTA DESALADORA



ANÁLISIS ECONÓMICO

- Con gastos de traslado:

		Sin iva	Iva	Con iva	Vida útil	Depreciación		
Valor planta	9.253.978,20	\$ 5.488.997.169	19%	\$ 6.531.906.632	25	\$ 261.276.265		
Valor dólar al 02-02-2018	<u>593,15</u>							
		Módulos	N° al año					
Costo de Limpieza x módulo	\$ 300.000	4	3	\$ 3.600.000				
Trabajadores	n°	Sueldo Mensual	Anual					
Electromecánico	1	\$ 986.823	\$ 11.841.876					
Operador	2	\$ 601.584	\$ 14.438.016					
Supervisor	1	\$ 652.841	\$ 7.834.092					
Guardia de seguridad	3	\$ 330.675	\$ 11.904.300					
Total Costo Fijo de Operación			\$ 46.018.284					
	USD * m3	m3	Días	Mensual USD	Valor Dólar	Mensual CLP	Meses	Anual CLP \$
Costo Variable de Producción	0,8	18.274	30	438.576	593,15	260.141.354	12	3.121.696.253
	Cap Prom estanque Lts	Valor Prom. M3	Camiones necesarios	Valor 1 camión (10m3)	\$ Total camiones / día	\$ Total camiones / mes	\$ Total camiones / año	Con IVA
Gastos de Traslado	9.700	10.300	1.827	101.600	185.663.840	5.569.915.200	66.838.982.400	79.538.389.056
	1	Camión	10	m3				
	1.827	Camiones diarios	18.274	m3	666.855			

ANÁLISIS ECONÓMICO

- Con gastos de traslado:

	0	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
- Costo Fijo de Operación		-46.018.284	-46.018.284	-46.018.284	-46.018.284	-46.018.284	-46.018.284	-46.018.284	-46.018.284	-46.018.284	-46.018.284
- Costo de Mantenición		-3.600.000	-3.600.000	-3.600.000	-3.600.000	-3.600.000	-3.600.000	-3.600.000	-3.600.000	-3.600.000	-3.600.000
- Costo Variable de Producción		-3.121.696.253	-3.121.696.253	-3.121.696.253	-3.121.696.253	-3.121.696.253	-3.121.696.253	-3.121.696.253	-3.121.696.253	-3.121.696.253	-3.121.696.253
- Gastos de Traslado		-79.538.389.056	-79.538.389.056	-79.538.389.056	-79.538.389.056	-79.538.389.056	-79.538.389.056	-79.538.389.056	-79.538.389.056	-79.538.389.056	-79.538.389.056
- Depreciación		-261.276.265	-261.276.265	-261.276.265	-261.276.265	-261.276.265	-261.276.265	-261.276.265	-261.276.265	-261.276.265	-261.276.265
= Utilidad antes de impuesto		-82.970.979.858	-82.970.979.858	-82.970.979.858	-82.970.979.858	-82.970.979.858	-82.970.979.858	-82.970.979.858	-82.970.979.858	-82.970.979.858	-82.970.979.858
- Impuestos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
= Utilidad después de impuesto		-82.970.979.858	-82.970.979.858	-82.970.979.858	-82.970.979.858	-82.970.979.858	-82.970.979.858	-82.970.979.858	-82.970.979.858	-82.970.979.858	-82.970.979.858
+ Depreciación		261.276.265	261.276.265	261.276.265	261.276.265	261.276.265	261.276.265	261.276.265	261.276.265	261.276.265	261.276.265
+ Valor Residual											3.919.143.979
- Inversión Terreno	-60.000.000										
- Inversión Planta	-6.531.906.632										
= FLUJO DE CAJA	-6.591.906.632	-82.709.703.593	-82.709.703.593	-82.709.703.593	-82.709.703.593	-82.709.703.593	-82.709.703.593	-82.709.703.593	-82.709.703.593	-82.709.703.593	-78.790.559.614
= FLUJO DE CAJA ACUMULADO	-6.591.906.632	-89.301.610.224	-172.011.313.817	-254.721.017.410	-337.430.721.003	-420.140.424.596	-502.850.128.188	-585.559.831.781	-668.269.535.374	-750.979.238.967	-829.769.798.581

ANÁLISIS ECONÓMICO

- La inversión total para el proyecto, esta compuesta por la planta desaladora y el terreno esto representa un total de \$6.591.906.632.
- Gastos fijos de operación, donde están los sueldos y los costos de mantención de la planta, esto representa un total de \$ 49.618.284.
- Costo variable de producción, fluctúa entre un U\$0,6 y U\$0,8 dorales por m³, diariamente se requieren 18.274 m³, lo que representa un total de \$3.121.696.353.
- Gasto de traslado, el cual requiere de 1.827 camiones diarios a un costo de 101.600 pesos por viaje, lo que representa un costo de \$79.538.399.056 al año.
- Además el primer año hay que considerar la inversión, que es el terreno mas la planta desaladora, lo que representa un total de \$89.301.610.224.
- El valor del VAN es de -\$613.154.095.543 y el TIR no se logra obtener.

ANÁLISIS ECONÓMICO

- Sin gastos de traslado:

	0	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
- Costo Fijo de Operación		-46.018.284	-46.018.284	-46.018.284	-46.018.284	-46.018.284	-46.018.284	-46.018.284	-46.018.284	-46.018.284	-46.018.284
- Costo de Mantenimiento		-3.600.000	-3.600.000	-3.600.000	-3.600.000	-3.600.000	-3.600.000	-3.600.000	-3.600.000	-3.600.000	-3.600.000
- Costo Variable de Producción		-3.121.696.253	-3.121.696.253	-3.121.696.253	-3.121.696.253	-3.121.696.253	-3.121.696.253	-3.121.696.253	-3.121.696.253	-3.121.696.253	-3.121.696.253
- Gastos de Traslado		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Depreciación		-261.276.265	-261.276.265	-261.276.265	-261.276.265	-261.276.265	-261.276.265	-261.276.265	-261.276.265	-261.276.265	-261.276.265
= Utilidad antes de impuesto		-3.432.590.802	-3.432.590.802	-3.432.590.802	-3.432.590.802	-3.432.590.802	-3.432.590.802	-3.432.590.802	-3.432.590.802	-3.432.590.802	-3.432.590.802
- Impuestos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
= Utilidad después de impuesto		-3.432.590.802	-3.432.590.802	-3.432.590.802	-3.432.590.802	-3.432.590.802	-3.432.590.802	-3.432.590.802	-3.432.590.802	-3.432.590.802	-3.432.590.802
+ Depreciación		261.276.265	261.276.265	261.276.265	261.276.265	261.276.265	261.276.265	261.276.265	261.276.265	261.276.265	261.276.265
+ Valor Residual											3.919.143.979
- Inversión Terreno	-60.000.000										
- Inversión Planta	-6.531.906.632										
= FLUJO DE CAJA	-6.591.906.632	-3.171.314.537	-3.171.314.537	-3.171.314.537	-3.171.314.537	-3.171.314.537	-3.171.314.537	-3.171.314.537	-3.171.314.537	-3.171.314.537	747.829.442
= FLUJO DE CAJA ACUMULADO	-6.591.906.632	-9.763.221.168	-12.934.535.705	-16.105.850.242	-19.277.164.779	-22.448.479.316	-25.619.793.852	-28.791.108.389	-31.962.422.926	-35.133.737.463	-34.385.908.021

ANÁLISIS ECONÓMICO

- Sin gastos de Traslado:

		Sin iva	Iva	Con iva	Vida útil	Depreciación				
Valor planta	9.253.978,20	\$ 5.488.997.169	19%	\$ 6.531.906.632	25	\$ 261.276.265				
Valor dólar al 02-02-2018	593,15									
		Módulos	N° al año							
Costo de Limpieza x módulo	\$ 300.000	4	3	\$ 3.600.000						
Trabajadores	n°	Sueldo Mensual	Anual							
Electromecánico	1	\$ 986.823	\$ 11.841.876							
Operador	2	\$ 601.584	\$ 14.438.016							
Supervisor	1	\$ 652.841	\$ 7.834.092							
Guardia de seguridad	3	\$ 330.675	\$ 11.904.300							
Total Costo Fijo de Operación			\$ 46.018.284							
	USD * m3	m3	Días	Mensual USD	Valor Dólar	Mensual CLP	Meses	Anual CLP \$		
Costo Variable de Producción	0,8	18.274	30	438.576	593,15	260.141.354	12	3.121.696.253		
	Cap Prom estanque Lts	Valor Prom. M3	Camiones necesarios	Valor 1 camión (10m3)	\$ Total camiones / día	\$ Total camiones / mes	\$ Total camiones / año	Con IVA		
Gastos de Traslado	9.700	10.300	1.827	0	0	0	0	0		
	1	Camión	10	m3						
	1.827	Camiones diarios	18.274	m3	666.855					
Gasto anual total efectivo	3.171.314.537									
	6.591.906.632									
	9.763.221.168									

ANÁLISIS ECONÓMICO

- Para este caso cambian solo los valores de traslado, con lo que se ahorraría la suma de \$79.538.399.056. Solo en conceptos de viajes.
- De igual forma se deberán costear los gastos fijos y variables de la operación.
- Podemos ver que la salida de dinero de forma anual, producto de los gastos a incurrir, disminuye, resultando \$3.171.314.537.
- De igual forma se deben considerar los costos de inversión, que son la planta desaladora mas en terreno, lo que representa un total de \$9.763.221.168.
- El valor del VAN es de -\$27.744.628.163 y el TIR no se logra obtener.

CONCLUSIONES

- Comuna de Petorca existe un problema innegable.
- La Osmosis Inversa es la tecnología mas adecuada.
- El proyecto requiere 1.827 camiones aljibes diarios, lo que es 76 camiones por hora.
- Otra forma de abaratar costos son eliminado los costos de traslado y ocupar ese dinero en tuberías, que vayan desde la fuente de generación de agua, Pichicuy, hasta el lugar del problema, Petorca.

FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA ABASTECER DE AGUA DESALINIZADA A CAMPOS AGRICOLAS EN LA COMUNA DE PETORCA, CHILE.

MEMORIA DEL PROYECTO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL OCEÁNICO

RODRIGO SALAS CORDERO

FECHA: 10/12/2018