ANNEX F

TECNOLOGIES ACTUALS DE DESSALACIÓ

TECNOLOGIES ACTUALS DE DESSALACIÓ

SEPARACIÓ	ENERGIA	PROCÈS	MÈTODE
Aigua de sals	Tèrmica	Evaporació	Destil·lació sobtada (flash)
			Destil·lació multiefecte
			Termocompressió del vapor
			Destil·lació solar
		Cristal·lització	Congelació
			Formació d'hidrats
		Filtració i evaporació	Destil·lació amb membranes
	Mecànica	Evaporació Filtració	Compressió mecànica vapor Ósmosis Inversa
Sals d'aigua	Elèctrica	Filtració Selectiva	Electrodiàlisi
	Química	Intercanvi	Bescanvi iònic

Font: [2]

PROCESSOS AMB ENERGIA TÉRMICA

- **Destil·lació Sobtada per efecte Flash (MSF, Multiple Stage Flash)**

Aquest procés produeix la ràpida (i per tant irreversible) ebullició o "flash" d'aigua salada prèviament escalfada i la seva conversió en vapor en diverses etapes. El vapor resultant es condensa i es recollit en forma d'aigua quasi pura, i la calor residual de la condensació és aprofitada per a l'escalfament de l'aigua en la següent etapa. L'ebullició instantània es produeix perquè la cambra d'ebullició o cambra flash es troba a una pressió molt per sota de la pressió a la que s'introdueix el líquid. La pèrdua d'aquest vapor fa que l'aigua es refredi momentàniament i deixi de bullir, fins a la següent etapa, on la cambra de flash es troba a una pressió encara major. Cada etapa és a una pressió i temperatura menor que les anteriors, així que el procés de Flash anirà continuant fins que

sigui possible sense l'addició de calor. L'aigua que no s'hagi evaporat a l'última etapa, abandona el procés amb una altíssima concentració de sals. Pel fet de treballar a pressions inferiors a l'atmosfèrica les plantes necessiten sistemes de buit (bombes i injectors), a més de l'extracció d'aires i gasos no condensables.

És el procés evaporatiu més àmpliament usat en el món, d'implantació massiva sobre tot a l'Extrem Orient.

- **Destil·lació per Efecte Multiple (MED)**

En aquest procés, l'evaporació es produeix de forma natural en una cara dels tubs d'un intercanviador aprofitant el calor latent després per la condensació del vapor en l'altra cara del mateix. Una planta del tipus MED té diverses etapes que es desenvolupen a diferents pressions, aprofitant el calor de condensació d'una etapa per a provocar l'evaporació de l'aigua en l'etapa següent.

La capacitat d'aquestes plantes és inferior als 15.000 m3 al dia, i el nombre d'etapes connectades en sèrie rarament es major de 15. Aquest tipus de plantes estan principalment ubicades a illes del Carib.

- **Destil·lació per Termocompressió del Vapor (TVC)**

La compressió tèrmica del vapor obté l'aigua pel mateix procés que la destil·lació per efecte múltiple, però utilitza una font d'energia diferent, a través dels termocompressors que consumeixen vapor de mitjana pressió, produït específicament o aprofitat d'una planta dual de producció elèctrica. Així, succiona part del vapor generat en la última etapa a molt baixa pressió, comprimint-se i donant lloc a un vapor de pressió intermitja a les anteriors, adequant-se per aportar-se a la primera etapa, que com hem vist a les plantes MED, és la única que consumeix energia en el procés

- **Destil·lació solar**

L'energia solar és el mètode ideal per produir aigua en zones àrides i molt aïllades de la resta de poblacions. La seva escassa producció per metre quadrat fa que no s'hagi desenvolupat a gran escala en llocs amb un consum d'aigua

elevat. Hi ha diverses maneres de produir aigua usant la energia solar, però la més usada és la destil·lació per col·lectors. El principi bàsic de funcionament és l'efecte hivernacle: el Sol escalfa una cambra d'aire a través d'un vidre transparent, en el fons del qual tenim aigua salada en repòs. Depenent de la radiació solar y altre factors com la velocitat del vent, una fracció d'aquesta aigua salada s'evapora i condensa en la superfície interior del vidre. Com que aquest vidre es troba inclinat, les gotes cauen en un canal que va recollint aquest condensat, evitant que tornin a caure en el procés de condensació a la làmina inferior de la salmorra. Es poden usar tècniques de concentració dels raigs solars recolzant-se en lents o miralls, però no acostumen a compensar les majors pèrdues de calor que comporten ni el seu major cost econòmic.

Si considerem l'energia solar com a font d'energia, pot ser emprada en un procés de destil·lació MSF o MED amb l'ús de concentradors parabòlics, o fins i tot, de producció elèctrica per petites plantes d'osmosi inversa. Així, només és factible pensar en instal·lacions de destil·lació solar en zones aïllades sense subministrament elèctric ni d'aigua.

- **Congelació**

Aquest procés consisteix en congelar l'aigua i recollir els cristalls d'aigua pura formats per fondre'ls y obtenir aigua dolça independentment de la concentració de l'aigua inicial. La seva implantació a nivell industrial presenta problemes, ja que l'aïllament tèrmic per mantenir el fred i els mecanismes de separació dels cristalls han de millorar-se molt per tal que el procés sigui competitiu algun dia, així com adaptar la tecnologia a intercanviadors de fred. Tan sols existeixen experiments a petita escala no extrapolables a la realitat; així no pot ser un procés a tenir en compte.

- **Formació d'Hidrats**

És un altre mètode basat en el principi de cristal·lització, que consisteix en obtenir, mitjançant l'addició d'hidrocarburs a la solució salina, uns hidrats complexos en forma cristal·lina, amb una relació molècula d'hidrocarbur / molècula d'aigua de l'ordre de 1/18. A l'igual que l'anterior procés, el seu rendiment és superior que els de destil·lació, però comporta una gran dificultat

tecnològica a resoldre pel que fa la separació i rentat dels cristalls que impedeixen la seva aplicació industrial.

- **Destil·lació per Membranes**

És un procés combinat d'evaporació i filtració. L'aigua salada bruta s'escalfa per millorar la producció de vapor, que s'exposa a una membrana que permet el pas del vapor però no de l'aigua (membrana hidròfoba). Després de travessar la membrana el vapor es condensa, sobre una superfície més freda, per produir aigua dessalada. Aquest procés, però, només ha estat desenvolupat a nivell de laboratori.

PROCESSOS AMB ENERGIA MECÀNICA

- **Compressió mecànica de vapor (CV)**

En la compressió mecànica de vapor s'evapora aigua salada en un costat de la superfície d'intercanvi, i es comprimeix suficientment per a que condensi a l'altre costat y es pugui mantenir el cicle de destil·lació d'aigua salvant les pèrdues del procés i l'elevació de la temperatura d'ebullició de l'aigua salada respecte a la pura.

La compressió mecànica de vapor és un procés molt emprat en la indústria, generalment en processos de concentració de la indústria alimentaria (sucs, formatges..)

- **Osmosi Inversa (OI)**

La osmosi és el procés natural pel qual, si unim dos solucions amb concentracions diferents a través d'una membrana semipermeable (que permet el pas d'aigua però no de sals), existeix una circulació natural de la solució menys concentrada per igualar les concentracions finals, amb el que la diferència d'altura obtinguda entre les dos parts, es tradueix en una diferència de pressió, anomenada osmòtica.

Si apliquem una pressió externa que sigui major a la pressió osmòtica d'una

dissolució respecte l'altre, el procés es pot invertir, fent circular aigua de la dissolució més concentrada y purificant la zona amb menor concentració obtenint finalment aigua de puresa admissible. Una membrana per realitzar osmosi inversa ha de resistir pressions molt superiors a la diferència de pressions osmòtiques. La OI no es pot considerar com un procés de filtració normal, ja que la direcció de flux de l'aigua bruta és paral·lela y no perpendicular com un cas qualsevol de filtració. Això implica que tan sols una part de l'aigua bruta de l'alimentació passi realment per la membrana y que no s'acumulin sals en la membrana al arrossegar-se per l'aigua bruta que no passa per la membrana.

Si bé el procés d'OI es tan senzill que a priori es podria fer amb les membranes i un equip pressuritzador, ja que cal un pretractament de l'aigua que ajudi a la conservació de la membrana que inclou acidificació, decloració, microfiltració i ultrafiltració. Igualment, cal un postractament de l'aigua per aconseguir les condicions de potabilitat requerides.

PROCESSOS AMB ENERGIA ELÉCTRICA

- **Electrodiàlisi (ED)**

Aquest procés permet la desmineralització de les aigües salobres fent que els ions de diferents signes es moguin cap a zones diferents aplicant camps elèctrics amb diferencies de potencial aplicades sobre els electrodes, i usant membranes selectives que permetin tan sols el pas dels ions en una solució electrolítica com és l'aigua salada. És un procés que només pot separar substàncies que estiguin ionitzades i per tant la seva utilitat i rendibilitat està només especialment indicada en el tractament d'aigües salobres o reutilització d'aigües residuals, amb un consum específic i de manteniment similar a la IO.

PROCESSOS AMB ENERGIA QUÍMICA

- **Intercanvi iònic**

Les resines d'intercanvi iònic son substàncies insolubles, que compten amb la propietat que intercanvien ions amb la sal dissolta si es posen en contacte. La desmineralització per intercanvi iònic proporciona aigua de gran qualitat si la

concentració de sal és menor de 1 g/l. Les resines necessiten regeneració amb agents químics per substituir els ions originals i els fixats en la resina, i acaben per esgotar-se. Per tant, el seu ús per aigües de mar i aigües salobres representa un cost difícilment assumible. L' IO té una gran implantació en les plantes de tractament d'aigua per al cicle de vapor de centrals tèrmiques, però no en la dessalació per l'obtenció d'aigua per a consum humà.

Taula comparativa de les diferents tecnologies de dessalació

TECNOLOGIA DE DESSALACIÓ	VENTATGES	INCONVENIENTS	APLICABLE A PETITA ESCALA
Destil·lació sobtada (flash)	✓ Especialment vàlid quan la qualitat de l'aigua aportada és molt baixa. ✓ Permet fàcilment el seu acoblament a plantes de cogeneració. ✓ Capacitat altíssima, per la quantitat d'etapes connectades en cascada., de fins a 50.000 m3 al dia.	❖ El seu consum específic (quantitat d'energia consumida per m3 d'aigua dessalada) és el més alt de tots els processos. ❖ Cost d'instal·lació alt	NO
Destil·lació multiefecte	✓ Un rendiment global millor respecte a les plantes tipus MSF ✓ Consum elèctric inferior a les plantes MSF	Problemes d'incrustacions per la cristal·lització de les sals.	NO
Termocompressió del vapor	✓ Capacitat dessaladora molt alta (major que les MED) ✓ Flexibilitat en la presa del vapor de les plantes productores del mateix.		NO
Destil·lació solar	✓ Cost energètic nul ✓ Escassa inversió inicial ✓ Sostenibilitat	❖ Escassa producció per m2 de col·lector ❖ Baixa rendibilitat a gran escala ❖ Dependència de les condicions climàtiques	SI

Compressió mecànica vapor	✓ Consum específic inferior a tots els altres processos.	Capacitat màxima de les instal·lacions en 5.000 m3/dia, per causa de la mida limitada dels compressors volumètrics de baixa pressió.	NO
Osmosi Inversa	✓ Consum específic baix (6-8 kWh/m3) ✓ Adaptabilitat i flexibilitat de la producció. ✓ Costos d'inversió inferiors a les altres tecnologies de destil·lació.	❖ La qualitat de l'aigua produïda és inferior a la dels processos evaporatius. Les limitacions de les membranes no permeten tractar totes les aigües.	SI