

## Uso de ósmosis inversa en el hotel Breezes Jibacoa para la desalación de agua de consumo

Teresita de J. Romero López email: [teresita@cih.cujae.edu.cu](mailto:teresita@cih.cujae.edu.cu)  
Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH), Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (Cujae). La Habana.

Dayana Lafargue Verdecia email: [dayi@iia.edu.cu](mailto:dayi@iia.edu.cu)  
Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIA). La Habana.

Orestes A. González Díaz email: [orestes@cih.cujae.edu.cu](mailto:orestes@cih.cujae.edu.cu)  
Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH), Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (Cujae). La Habana.

Eriel Medina Correa  
Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH), Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (Cujae). La Habana.

### RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad estudiar las aguas de consumo del hotel Breezes Jibacoa mediante una caracterización física, química y microbiológica a la entrada y salida de la planta de ósmosis inversa, encargada de desalinizar el agua en esa instalación. Se evaluó el olor, color, pH, conductividad eléctrica, cloruros, dureza total, sólidos disueltos totales, nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico, grasas y aceites y coliformes totales. También se realizó un balance general de la disponibilidad de las aguas de consumo y el costo asociado con fuentes alternativas de suministro de agua, basado en las normas y resoluciones establecidas en el país, llegando a la conclusión de que esta planta funciona satisfactoriamente y que el hotel requiere de fuentes alternativas para suplir la necesidad de agua potable.

**Palabras clave:** caracterización, consumo, hotel, ósmosis inversa.

## Inverse osmosis use in Breezes Jibacoa hotel for desalinizing consumption water

### ABSTRACT

The purpose of the present report aims at studying consumption water in Breezes Jibacoa hotel by means of a physical, chemical and microbiological characterization of input and output water at the inverse osmosis plant engaged to desalinate the water in that installation. The odor, color, pH, electrical conductivity, chlorides, total hardness, total dissolved solids, ammoniac nitrogen, organic nitrogen, total fats, oils, and coliforms were evaluated. In addition, a general balance of consumption water availability and associated cost to alternative sources of water supply were made, based on the standards and regulations established in the country, reaching to the conclusion that this plant works satisfactorily and that the hotel requires alternative sources to replace potable water demand.

**Keywords:** characterization, consumption, hotel, inverse osmosis.

## **INTRODUCCIÓN**

La Isla de Cuba, debido a su situación geográfica, topográfica y su carácter insular, es particularmente vulnerable, siendo el agua uno de los recursos más afectados por exceso o defecto. En este último caso se limita el acceso y el suministro continuo, arriesgándose las necesidades humanas básicas (la higiene) y las actividades económicas (la agricultura, la industria y el turismo).

Como consecuencia de la escasez de agua, y a pesar de que el 93% de la población está servida por fuentes de agua potable, 98% en las áreas urbanas y 82% en las regiones rurales (ONEI 2013), el tiempo y acceso a esta varían y por consiguiente el 79% de la población se beneficia con un suministro de agua intermitente (como promedio 12 horas por día) lo cual no cumple con las normas correspondientes para el uso y el consumo humano directo. Así, mientras la dotación media en Cuba se estima aproximadamente en 604 L/hab/día, alrededor del 55% se pierde por fugas en el sistema de distribución. Además, las reducidas precipitaciones y la limitada capacidad de almacenamiento (como consecuencia de los rasgos topográficos de la isla) hacen que el recurso sea susceptible a la intrusión salina, un problema creciente debido a la sobreexplotación de las fuentes de agua subterránea (EuropeAid 2010).

En resumen, los problemas de escasez de agua en Cuba están severamente afectados por la falta de fuentes alternativas con la calidad y cantidad adecuadas para satisfacer la demanda creciente de consumo humano y las actividades productivas. Además, las redes de suministro de agua son obsoletas e ineficaces y prevalece la falta de sistemas de tratamiento apropiados para las aguas residuales que limitan cualquier posible reúso.

Cabe destacar que durante las últimas décadas, el turismo se ha convertido en una actividad económicamente importante para Cuba y representa uno de los eslabones principales para el desarrollo del país. Todos los años, se acogen aproximadamente dos millones de turistas, que consumen un promedio de 1 000 L/día de agua. Estos volúmenes no deben despreciarse bajo las actuales condiciones de escasez prevalecientes, lo que ratifica la necesidad de encontrar alternativas para el manejo de la demanda de agua potable. Una de las vías es la implementación de tecnologías y prácticas innovadoras en el manejo del preciado líquido (ONEI 2013).

Debido a las problemáticas actuales referentes al agua, es que nace la idea de utilizar técnicas alternativas, con bajo costo y que resuelvan la situación agravante que se agudiza día a día, de ahí que en el presente trabajo se dé una panorámica general acerca de los consumos de agua potable en el hotel Breezes Jibacoa, ubicado en la provincia Mayabeque, así como la eficiencia de operación de la planta de ósmosis inversa (OI), encargada de desalinizar el agua salina para su posterior uso en las diferentes áreas del hotel.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El centro turístico Breezes Jibacoa, perteneciente a la cadena hotelera SuperClubs, se encuentra ubicado entre La Habana y Varadero, en la apartada playa de Arroyo Bermejo, provincia Mayabeque.

El hotel consta de 18 bloques de dos plantas, esparcidos en un área de 19 acres (7,7 ha) y cercana a una playa de 300 metros de extensión. Contempla un total de 250 habitaciones donde cada una de ellas posee baño intercalado. El hotel fue construido desde hace 14 años y brinda servicio al sector turístico que visita la isla cada año.

Entre las facilidades generales que ofrece este complejo se pueden mencionar: piscina, jacuzzis, bares, restaurantes, club nocturno, canchas de baloncesto, voleibol, tenis, gimnasio, sala de juegos, deportes acuáticos (windsurf, kayaks, etc.) y buceo.

El hotel Breezes Jibacoa tiene incluido en su construcción una planta de tratamiento de agua de mar por ósmosis inversa (OI) marca Protecno procedente de Italia que consta de dos etapas, aunque se mantiene trabajando solamente una debido a las condiciones agresivas en que se encuentra y el tiempo de operación (24 horas). La planta opera con un caudal de 240 m<sup>3</sup>/día de los cuales desaliniza 233 m<sup>3</sup>/día y rechaza 7 m<sup>3</sup>/día.

El agua es captada en dos pozos que se encuentran aproximadamente a 200 m de la planta y es extraída mediante bombas, vertiéndose a una cisterna donde se lleva a cabo un tratamiento posterior (cloración) con el fin de desinfectarla y cumplir con los parámetros de calidad del agua potable para ser utilizada en todas las actividades del hotel como limpieza de pisos, preparación y cocción de alimentos, servicio sanitario en las habitaciones de los clientes y del personal de servicio, entre otras acciones consumidoras de agua potable.

Esta agua, debido a la gran intrusión salina que existe en la zona de Jibacoa, presenta elevado contenido de sales, lo cual demuestra la agresividad del medio en que están operando estos equipos.

Con el objetivo de evaluar las aguas de consumo de la instalación que son tratadas por el equipo de OI y a la vez verificar su funcionamiento, se han realizado muestreos y análisis de laboratorio, tanto físicos, químicos como microbiológicos a cargo de los laboratorios de Aguas Industriales del Instituto de Investigación para la Industria Alimenticia (IIIA) en intervalos de tiempo desiguales (seis muestras en el 2009 y cuatro muestras en el 2011).

En la tabla 1 se presentan los parámetros analizados en cada una de las muestras tomadas. Los métodos empleados para la determinación de los distintos parámetros se presentan en la tabla 2.

**Tabla 1. Análisis realizados a las aguas usadas en el equipo de OI**

Análisis	UM
Olor y sabor	-
pH	Unidades
Conductividad eléctrica	μS/cm
Cloruros	mg/L
Dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>
Sólidos disueltos totales	mg/L
Nitrógeno amoniacal	mg/L
Nitrógeno orgánico	mg/L
Grasas y aceites	mg/L
Conteo de coliformes totales	NMP/100 mL
Fuente: Informe técnico realizado en la instalación	

**Tabla 2. Métodos de ensayo utilizados para la determinación de los diferentes parámetros**

<b>Parámetro</b>	<b>Método utilizado para su determinación</b>
<b>Olor y sabor</b>	Ponderación por medio de los sentidos
<b>Valor de pH</b>	Método electrométrico
<b>Conductividad eléctrica</b>	Conductímetro
<b>Cloruros</b>	Método argentométrico
<b>Dureza total</b>	Valoración con EDTA
<b>Sólidos disueltos totales</b>	Sólidos disueltos totales secados a 180 °C. Gravimetría
<b>Nitrógeno amoniacal</b>	Método volumétrico
<b>Nitrógeno orgánico</b>	Método macro - Kjeldahl
<b>Grasas y aceites</b>	Método de extracción por Soxhlet
<b>Conteo de coliformes totales</b>	Fermentación de tubos múltiples
<b>Fuente: APHA-AWWA-WPCF (2005)</b>	

Todos estos parámetros se compararon con la Norma Cubana de obligatorio cumplimiento NC 827: 2012 (2012) “Agua potable–requisitos sanitarios”, la cual se encuentra vigente en este momento.

Para conocer la demanda de agua potable a consumir por día en el Breezes Jibacoa se realizaron muestreos en los últimos cuatro meses del año 2013, evaluando en cada uno de ellos el consumo de agua, la cantidad de clientes y las habitaciones ocupadas por día. Los valores obtenidos posibilitaron determinar la cantidad de agua potable entregada a cada una de las habitaciones del hotel (m<sup>3</sup>/hab/día) y el índice de consumo normado que debe suministrársele a cada una de ellas, los que se encuentran vigentes en la Norma Cubana NC 775-13: 2012 (2012) “Bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas-parte 13: requisitos de hidráulica y sanitaria”

## **RESULTADOS**

Los resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos realizados a las muestras de agua tomadas a la entrada y salida de la planta de OI en los años 2009 y 2011, así como la remoción de los mismos al pasar por el equipo, se describen a continuación. Para el olor, sabor y pH se presentan solamente los resultados promedios.

### **Olor y sabor**

Las características físicas del agua como el olor y el sabor se ponderaron por medio de los sentidos en cada una de las muestras tomadas, obteniendo resultados satisfactorios según lo establecido en la NC 827: 2012 (2012) al analizar los límites máximos admisibles (LMA), dando fe de un agua de buena calidad. En la tabla 3 se exponen los resultados.

**Tabla 3. Resultados de las características físicas de las distintas muestras y comparación con los LMA normados por NC 827: 2012 (2012) para agua potable**

Muestreo	2009	2011	L M A
	Olor y sabor	Olor y sabor	
1	No desagradable	No desagradable	Inodora y sabor agradable característico
2	"	"	
3	"	"	
4	"	"	
5	"	-	
6	"	-	

### pH

En la tabla 4 se aprecia que los valores de pH se encuentran en un rango de 7,3 a 7,6 acercándose a la neutralidad (pH=7), lo cual es deseado para fines hidráulicos ya que valores bajos pueden producir problemas de corrosión de tuberías y valores altos, problemas de precipitación.

**Tabla 4. Comparación entre los resultados de pH y los LMA normados por NC 827: 2012 (2012) para agua potable**

Muestreo	2009	2011	L M A (unidades)
	pH (unidades)	pH (unidades)	
1	7,4	7,4	6,5 a 8,5
2	7,3	7,5	
3	7,4	7,6	
4	7,4	7,6	
5	7,6	-	
6	7,6	-	

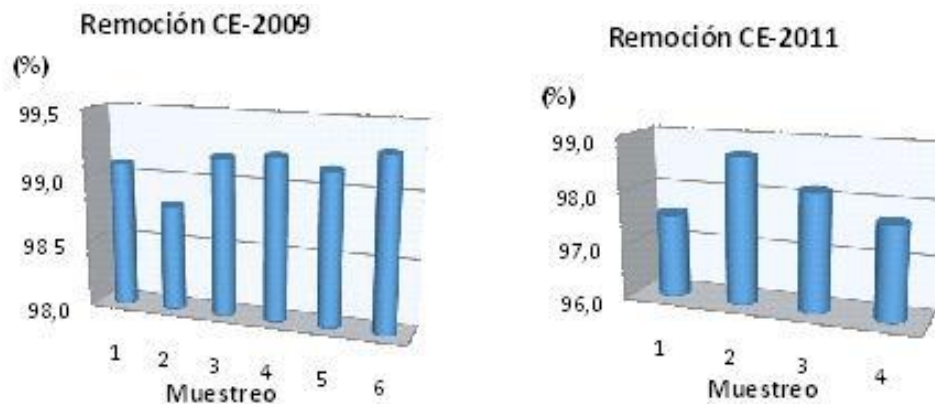
### Conductividad eléctrica

Los valores de caracterización respecto a la conductividad eléctrica a la entrada y salida del equipo de OI para los dos años de estudio se presentan en la tabla 5 y el porcentaje de remoción en la figura 1.

Es conveniente destacar que la materia ionizable total que permanece en el agua, después de su tratamiento por el equipo de OI, es muy baja, por lo que se infiere que el agua, al final del proceso, está prácticamente carente de impurezas.

**Tabla 5. Valores de caracterización de la conductividad eléctrica y remoción de la misma al ser tratada el agua por el equipo de OI**

Muestreo	2009		2011	
	CE (μS/cm)		CE (μS/cm)	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
1	17 030	155	17 880	439
2	24 100	290	18 450	243
3	30 900	251	24 000	441
4	30 200	235	21 900	500
5	20 500	174	-	-
6	15 150	107	-	-



**Figura 1. Eficiencia en la remoción de conductividad eléctrica por la planta de OI en los años 2009 y 2011 respectivamente**

**Cloruros**

En la tabla 6 se exponen las concentraciones de cloruros del agua sin tratar por el equipo de OI, así como después de haber experimentado el tratamiento pertinente. En la figura 2 se observa el porcentaje de remoción de los mismos.

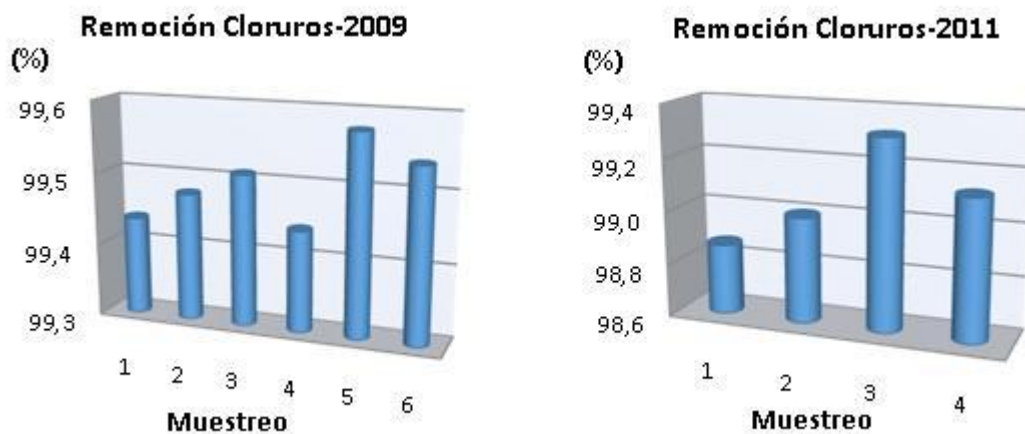
Por los valores aportados al final del tratamiento (con porcentajes de remoción superiores al 95%) se deduce que el equipo es capaz de potabilizar el agua a niveles sorprendentes, puesto que un agua dulce contiene entre 10 y 25 ppm de cloruros, a pesar de que no es raro encontrar valores mayores que los citados.

Además de las restricciones que provocan las aguas con salinidades altas para su consumo, el hecho de eliminar o disminuir las concentraciones de cloruro permite también que las aguas no

sean corrosivas, ya que a este ion, por su pequeño tamaño, le es posible penetrar en la interfaz óxido metal y reaccionar con el hierro de las estructuras, debilitándolas.

**Tabla 6. Valores de caracterización de los cloruros y remoción de los mismos al ser tratada el agua por el equipo de OI**

Muestreo	2009		2011		L M A (mg/L)
	Cloruros (mg/L)		Cloruros (mg/L)		
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	
1	5 498	31	4 500	51	400
2	8 397	44	5 098	51	
3	11 196	55	10 200	70	
4	9 997	56	11 000	96	
5	7 073	30	-	-	
6	5 198	24	-	-	



**Figura 2. Eficiencia en la remoción de cloruros por la planta de OI en los años 2009 y 2011 respectivamente**

**Dureza total**

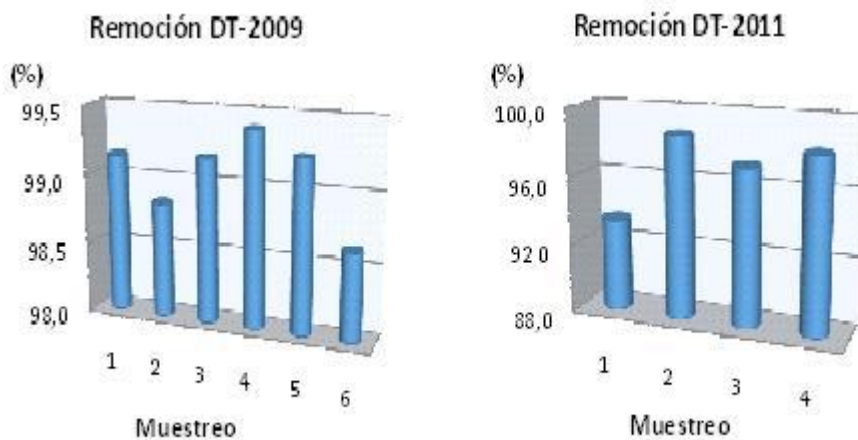
Según los valores obtenidos de dureza total (tabla 7), y los indicadores de la tabla 8, el agua del hotel Breezes Jibacoa se clasifica como un agua suave. Esto se debe a la baja concentración de todos los cationes metálicos presentes (iones de calcio, estroncio, bario, y magnesio en forma de carbonatos o bicarbonatos), constituyendo esto un parámetro muy significativo en la calidad de las aguas, debido a que favorece la capacidad de formación de espumas de los detergentes en contacto con la misma, siendo por esto más factible su utilización en el cumplimiento de actividades tales como lavado, fregado y limpieza de áreas, sin presentar problemas de incrustaciones y de ser nociva para el consumo humano. En la figura 3 se grafican los porcentajes de remoción de este parámetro.

**Tabla 7. Valores de caracterización de la dureza total y su remoción al ser tratada el agua por el equipo de OI en comparación con los LMA normados por la NC 827: 2012**

Muestreo	2009		2011		L M A (mg/L CaCO <sub>3</sub> )
	DT (mg/L CaCO <sub>3</sub> )		DT (mg/L CaCO <sub>3</sub> )		
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	400
1	2 100	18	2 200	144	
2	3 400	40	2 160	30	
3	3 850	32	3 660	104	
4	4 250	26	4 000	74	
5	2 850	22		-	
6	1 900	26		-	

**Tabla 8. Índices de dureza del agua**

Denominación	ppm de CaCO <sub>3</sub>
Muy suaves	0-15
Suaves	16-75
Medias	76-150
Duras	150-300
Muy duras	Mayor que 300



**Figura 3. Eficiencia en la remoción de la dureza total por la planta de OI en los años 2009 y 2011 respectivamente**



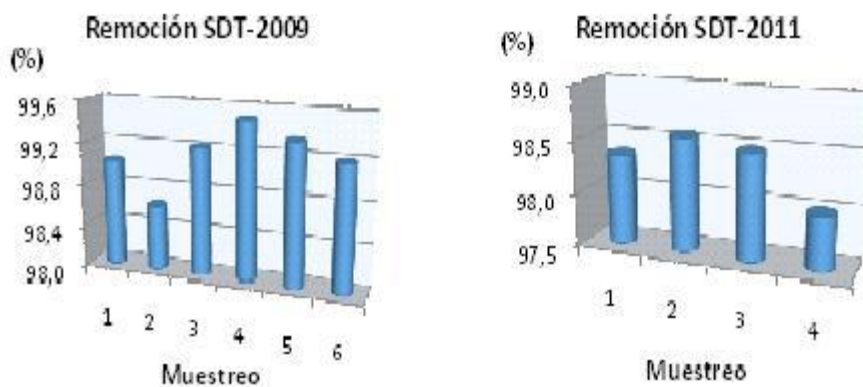
### Sólidos disueltos totales

Aunque el valor de los sólidos disueltos no es por sí solo suficiente para determinar la bondad del agua, posibilita conocer la cantidad de materia disuelta presente en el medio, que puede ser tanto de origen orgánico como inorgánico.

Valores muy elevados de sólidos disueltos pueden promover la formación de espumas en las calderas, aunque una vez tratada el agua por OI en el hotel Breezes Jibacoa, esa posibilidad queda descartada. En la tabla 9 así como en la figura 4 se aprecian los resultados obtenidos en este estudio.

**Tabla 9. Valores de caracterización de los sólidos disueltos totales y su remoción al ser tratada el agua por el equipo de OI en comparación con los LMA normados por NC 827: 2012**

Muestreo	2009		2011		LMA (mg/L)
	SDT (mg/L)		SDT (mg/L)		
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	
1	14 350	140	12 100	200	1 000
2	22 197	306	12 205	175	
3	15 028	118	20 228	308	
4	21 800	110	14 730	295	
5	14 952	98	-	-	
6	10 430	85	-	-	



**Figura 4. Eficiencia en la remoción de sólidos disueltos totales por la planta de OI en los años 2009 y 2011 respectivamente**

### Nitrógeno orgánico y amoniacal

Las concentraciones de estos componentes de carácter orgánico e inorgánico respectivamente, nocivos a la salud en el agua potable, fueron nulas, cumpliendo con los LMA de la Norma Cubana para este tipo de agua. Téngase en cuenta que la NC 827:2012 señala que tanto el nitrito como el nitrato son componentes que influyen sobre la salud cuando sus

concentraciones están por encima de 0,01 y 45 mg/L respectivamente, valores que no se encontraron en los estudios realizados.

### Grasas y aceites

Las concentraciones de grasas y aceites obtenidas en las muestras analizadas (entrada y salida de la planta OI) fueron de 0 mg/L, lo cual es deseado. Dicho resultado se sustenta en la ausencia de estos compuestos en los pozos donde es captada el agua para su posterior tratamiento (desalinización por OI).

### Coliformes totales

Un agua cuyo fin sea usarla para beber, en la preparación de alimentos, aseo personal y otras actividades que impliquen el contacto directo de la misma con los seres humanos, debe estar exenta de microorganismos patógenos tales como bacterias, virus y parásitos, debido a que estos son los principales causantes de enfermedades gastrointestinales.

En las muestras valoradas no se encontraron coliformes totales, lo cual corrobora la buena calidad bacteriológica del agua de consumo en el hotel. En la tabla 10 se presentan los resultados obtenidos.

**Tabla 10. Comparación entre los resultados de conteo de coliformes totales y los LMA normados por NC 827: 2012 para agua potable**

Muestreo	2009	2011	L M A (NMP/100 mL)
	Coliformes totales (NMP/100 mL)	Coliformes totales (NMP/100 mL)	
1	Neg	Neg	< 2
2	Neg	Neg	
3	Neg	Neg	
4	Neg	Neg	
5	Neg	-	
6	Neg	-	

De acuerdo con los resultados del estudio en su conjunto, la planta de OI alcanza altos valores de eficiencia en la remoción de la conductividad eléctrica, dureza total, sólidos disueltos totales y cloruros, obteniendo en todos los casos valores superiores a 95%. De forma general se puede afirmar que la planta opera con alta eficiencia a pesar del deterioro que presenta debido a la agresividad de la zona en la cual se encuentra trabajando.

### Balance general de las aguas de consumo

Debido a que la información existente respecto a los consumos de agua del hotel se encuentra muy dispersa, el análisis económico de la planta de OI se realizó partiendo de los valores obtenidos en los muestreos efectuados en el área en el 2013. A continuación se observan los resultados en la tabla 11.

**Tabla 11. Resultados de los muestreos realizados en el hotel Breezes Jibacoa**

Meses	Consumo general de agua (m <sup>3</sup> /día)	Cantidad de clientes beneficiados/día	Cantidad de habitaciones ocupadas/día
Septiembre	361	399	231
Octubre	368	350	210
Noviembre	373	405	240
Diciembre	408	438	245

Mediante estos estudios se infiere que la demanda de agua potable oscila entre 360 y 410 m<sup>3</sup>/día; se conoce además, que la planta de OI entrega un caudal de agua ya desalinizada de 233 m<sup>3</sup>/día, quedando demostrado evidentemente, que la demanda de agua potable del hotel es mucho mayor que la entregada por la planta de OI, por lo que se llega a la conclusión de que existe otra fuente alternativa de agua potable, de la cual se obtienen los restantes volúmenes necesarios para poder satisfacer la demanda del hotel.

Esta fuente alternativa consiste en el suministro de agua potable por carros cisterna, contratados por parte del hotel al Grupo Empresarial SERVISA, S. A., empresa que presta servicios de suministro de agua, lavandería y transporte (Sucursal del Ministerio del Turismo - MINTUR) y al Grupo Empresarial de camiones de San Antonio de los Baños.

Los costos asociados con este suministro de agua potable son variables ya que dependen de la factura de costo establecida en el contrato entre el suministrador y el hotel, la distancia recorrida desde el punto de aprovisionamiento hasta la disposición final y de la capacidad de los carros cisterna (18, 20 y 30 m<sup>3</sup>).

De acuerdo con los índices de consumo de agua propuesto en la NC: 775-13: 2012 (2012) para los diferentes establecimientos de alojamientos, a cada una de las habitaciones del hotel le corresponden por norma 0,605 m<sup>3</sup>/hab/día. En la tabla 12 se muestran los resultados de los consumos de agua reales y normados en el hotel Breezes Jibacoa.

**Tabla 12. Resultados de los consumos de agua reales y normados en el hotel Breezes Jibacoa**

Meses	Consumo de agua real (m <sup>3</sup> /día)	Consumo de agua normado (m <sup>3</sup> /día)	Diferencia entre consumos (m <sup>3</sup> /día)
Septiembre	361	140	221
Octubre	368	127	241
Noviembre	373	145	228
Diciembre	409	148	260

A partir de estos resultados se puede concluir que en el hotel se consume más agua de lo normado, lo que se debe fundamentalmente a las pérdidas producidas por la presencia de salideros en las redes de abasto hacia las habitaciones, situación que conlleva a que se tenga que contratar más carros cisterna para poder suplir la demanda real del preciado líquido en el Breezes Jibacoa.

### Costos asociados con servicio de agua potable mediante la contratación de carros cisterna

La planta de OI no es capaz de suplir toda la demanda de agua potable que realmente se consume en el hotel, de ahí la necesidad de compensar esta diferencia mediante la contratación de carros cisterna. A continuación se muestra en la tabla 13 la cantidad de agua potable que se necesita.

**Tabla 13. Cantidad de agua consumida en el hotel Breezes Jibacoa y la real aportada por OI y por carros cisterna**

Meses	Consumo de agua real (m <sup>3</sup> /día)	Entrega de agua por OI (m <sup>3</sup> /día)	Entrega de agua por carros cisterna (m <sup>3</sup> /día)
Septiembre	361	233	128
Octubre	368	233	135
Noviembre	373	233	140
Diciembre	409	233	176

Con el auxilio de la información brindada por la oficina de comercio perteneciente a la Empresa Jibacoa S.A., se determinó que los costos asociados con el servicio de agua potable mediante la contratación de carros cisterna a las empresas antes mencionadas varían entre 8,0; 9,75 y 21,0 CUC/m<sup>3</sup>, dependiendo de diversos factores que hacen la diferencia.

A los efectos de este trabajo se tomó como valor promedio 11 CUC/m<sup>3</sup>. A continuación se muestran en la tabla 14 los costos asociados con este servicio.

**Tabla 14. Costos asociados con el servicio de agua potable mediante la contratación de carros cisterna en el hotel Breezes Jibacoa**

Meses	Agua aportada por carros cisterna (m <sup>3</sup> /día)	Costo del agua aportada por carros cisterna (CUC/día)	Costo del agua aportada por carros cisterna (CUC/mes)
Septiembre	128	1 408	42 240
Octubre	135	1 485	46 035
Noviembre	140	1 540	46 200
Diciembre	176	1 936	60 016
			Σ= 194 491

Según los resultados obtenidos se concluye que los costos asociados con este servicio son altos, escenario que quedó demostrado al efectuar los cálculos solamente de cuatro meses activos en el hotel, con un valor de 194 491 CUC.

Se hace necesario continuar indagando en las posibles opciones que conlleven a la disminución del consumo de agua potable y con ello a esos costos asociados, como es en primer lugar la reparación de salideros prevalecientes en la instalación y en segundo lugar, la alternativa de usar agua de mar para la descarga de los inodoros, que se ha hecho una tradición en países como Hong Kong (Lu et al. 2009), Wang et al. 2009) y lo propuesto en otras regiones de América (González 2007), (González 2012), (Villasante 2013). Colateralmente, se debe tomar en consideración el arreglo de salideros en la instalación que demandan una cantidad de agua no cuantificada con exactitud, pero que afectan la disponibilidad del recurso.

## CONCLUSIONES

- Las aguas de consumo en el hotel Breezes Jibacoa se caracterizan por tener una buena calidad, tanto organoléptica como microbiológica ya que todos los parámetros analizados cumplen con los LMA normados para el agua potable.
- Las eficiencias en la remoción de contaminantes por parte de la plata de OI son altas, a pesar de presentar problemas de deterioro por las condiciones agresivas del medio en el cual se encuentran operando estos equipos.
- El incumplimiento de los índices de consumo general de agua establecidos por norma para el hotel, hace necesario el uso de fuentes alternativas (alquiler de carros cisterna) para suplir la demanda real de agua potable en el mismo, originando un costo total de 194 491 CUC en tan solo cuatro meses.
- La problemática del exceso de consumo de agua está estrechamente asociada con los salideros en las redes interiores del hotel.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al personal del hotel Breezes Jibacoa por la información brindada y el apoyo incondicional en la realización de los muestreos en la instalación, así como al Dr. Jesús Pérez Olmos por poner a disposición de los autores todo su conocimiento y sabiduría respecto a la temática en cuestión.

## REFERENCIAS

**APHA-AWWA-WPCF** (2005). “Standard methods for the examination of water and wastewater”. American Public Health Association (APHA); American Water Works Association (AWWA); Water Pollution Control Federation (WPCF). 21<sup>st</sup> Ed., Public Health Association. 1368 p., Washington, USA.

- EuropeAid** (2010). “Adaptación al cambio climático y mitigación de la escasez de agua mediante el uso de técnicas novedosas de manejo de aguas en zonas urbanas”. EuropeAid/129-886/L/ACT/CU/12, UNESCO-IHE Institute for Water Education. Comisión Europea, UN.
- González C. M.** (2007). “Agua de mar cruda para las zonas urbanas próximas al mar”. Revista de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas, vol. 10, no. 20, pp: 89–93, UNMSM, Lima, Perú, extraído de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/administracion/v10\\_n20/pdf/a13v10n20.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/administracion/v10_n20/pdf/a13v10n20.pdf) en febrero de 2015.
- González M. O.** (2012). “Estudio de la factibilidad de la utilización del agua salada en la descarga de inodoros”. Tesis de Grado, CIH, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (Cujae). La Habana, Cuba.
- Lu H., Wang J., Li S., Chen G. H., van Loosdrecht M. C. M. and Ekama G.** (2009). “Steady-state model-based evaluation of sulfate reduction, autotrophic denitrification and nitrification integrated (SANI) process”. Water Research, vol. 43, no.14, pp: 3613-3621, United Kingdom.
- NC 827: 2012** (2012). “Agua potable–requisitos sanitarios”. Norma obligatoria. Oficina Nacional de Normalización. 12 p. Habana, Cuba.
- NC 775-13: 2012** (2012). “Bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas-parte 13: requisitos de hidráulica y sanitaria”. Oficina Nacional de Normalización. 85 p. Habana, Cuba.
- ONEI** (2013). “Anuario estadístico de Cuba 2012”. Edición 2013, Oficina Nacional de Estadística e Información. República de Cuba, extraído de [http://www.one.cu/aec2012/esp/20080618\\_tabla\\_cuadro.htm](http://www.one.cu/aec2012/esp/20080618_tabla_cuadro.htm) en septiembre de 2014.
- Villasante C. J.** (2013). “Valoración de alternativas para el manejo integral del agua en zonas costeras”. Tesis de Grado, CIH, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (Cujae), Habana, Cuba.
- Wang J., Lu H., Tsang W. L., Chen G. H., Lau G.N., van Loosdrecht M. C. M.**(2009). “A novel sulfate reduction, autotrophic, denitrification, nitrification integrated (SANI) process for saline wastewater treatment”. Water Research, vol. 43, no. 9, pp: 2363–2372, Elsevier, United Kingdom.