

DETERMINACION DE LA SALINIDAD POR MEDIO DEL PESO ESPECIFICO *

HUGO J. FERRANDO **

INTRODUCCION

El estudio de cualquiera de los hechos biológicos que se presentan en el mar, implica necesariamente, obtener el mayor número de datos ecológicos que permitan el mejor conocimiento del fenómeno biológico y los diversos factores ambientales que ejercen su acción, ya sea en sentido positivo o negativo. Entre la gran cantidad de elementos a tener en cuenta, existe uno que por su importancia fundamental, constituye un factor obligado. Nos referimos a la salinidad que conjuntamente con la temperatura, representan causas primarias de infinidad de fenómenos biológicos que tienen su manifestación en el medio marino.

La determinación de la salinidad corrientemente se realiza por el método de titulación de la clorinidad, basado en que la proporción recíproca de las sales constituyentes es siempre la misma, siendo esta relación independiente del valor de salinidad absoluta. Quiere decir, que obteniendo la determinación cuantitativa de uno de los elementos, a partir de él, por medio de tablas, se llega al conocimiento de la salinidad absoluta (método de Mohr-Knudsen; determinación de la clorinidad por titulación con nitrato de plata).

Existen igualmente métodos basados en la medida de la conductividad eléctrica, o por medio de la refractometría también se obtiene el índice de refracción del agua de mar, valor que llevado a tablas especiales nos da la salinidad.

Finalmente, existen métodos basados en la determinación de la densidad, ya sea por el uso de picnómetros (modelo de Regnault), areó-

* Trabajo presentado para su publicación el 26 de junio de 1961.

**Ayudante Técnico y Encargado de las Clases de Biología Marina del Instituto de Investigaciones Pesqueras de la Facultad de Veterinaria (Universidad de la República).

metros a peso constante o a volumen constante, y la balanza hidrostática para determinación de pesos específicos (Mohr-Westphal).

La finalidad de este trabajo, consiste en presentar el método para determinar la salinidad aproximada por medio del peso específico, utilizando la balanza de Mohr-Westphal, y mediante las tablas que figuran en las próximas páginas, llegar directamente al valor de salinidad.

Sin entrar a la discusión crítica de los distintos métodos enumerados anteriormente, en lo que tiene que ver con la sensibilidad principalmente, entendemos que para muchos de ellos, la utilización se hace difícil, por las complicaciones de la técnica a seguir o por el elevado precio del instrumental necesario, hechos que gravitan en la posibilidad de su desarrollo, principalmente en los laboratorios de escasos recursos o de personal reducido. En tales circunstancias, y ante la importancia del conocimiento de los valores de salinidad de las aguas en que se trabaja, creemos que es de interés utilizar un procedimiento, que de un modo aproximado, permita llegar a la determinación de la misma. Por otra parte, este método es sumamente simple en su manualidad y necesita de un instrumento de costo reducido, hechos que posibilitan su realización en cualquier tipo de laboratorio de Biología Marina.

PRINCIPIOS DEL METODO

El método tiene su base en el principio de Arquímedes, cuyo postulado es el siguiente: "Todo cuerpo sumergido en el seno de un líquido, recibe un empuje vertical hacia arriba, que vale el peso de la masa de líquido que desaloja."

Mediante la balanza hidrostática se obtiene el peso específico, que es el peso de unidad de volumen en relación al peso del mismo volumen de agua destilada a 4° C., pero en Oceanografía es costumbre usar el término densidad (masa por unidad de volumen).

Para llegar al valor de σ_t , se aplica la siguiente fórmula:

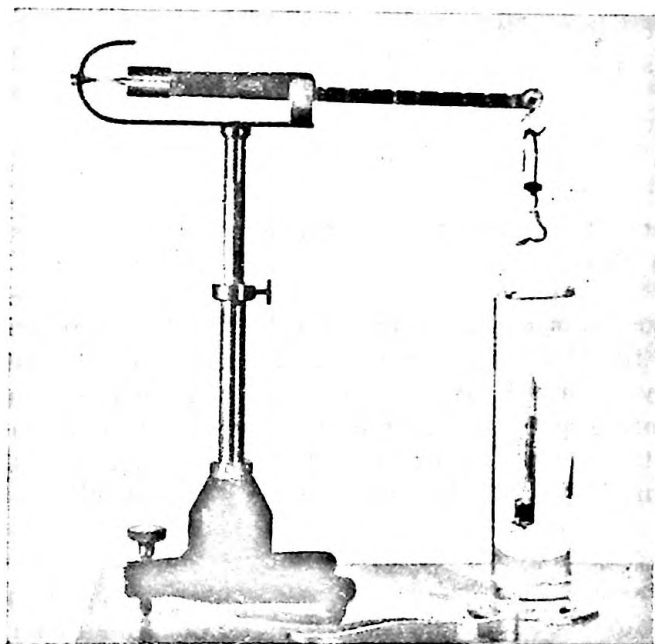
$$\sigma_t = (\text{Peso específico} - 1) \times 10^3$$

Con el valor de σ_t obtenido y de acuerdo a la temperatura en que se realizó la pesada, se recurre al gráfico de correlación aproximada de densidad, salinidad y temperatura de agua de mar, basado en las Tablas de M. Knudsen, llegándose al valor de salinidad, expresado en gramos por mil (S‰).

BALANZA DE MOHR-WESTPHAL

Descripción

En nuestros trabajos hemos dispuesto de una balanza marca "Sartorius", que consta de un pie con tornillo nivelador, y presenta una parte superior que constituye el soporte de la cuchilla del brazo de la balanza, al mismo tiempo que una prolongación lateral permite estable-



cer la relación de equilibrio con el brazo, por medio de dos vástagos. Esta parte de la balanza puede moverse a voluntad, mediante el accionar del tornillo lateral de retén, lo que permite graduar la altura del flotador.

El brazo de la balanza presenta nueve ranuras (numeradas del 1 al 9), que permiten la colocación de los distintos jinetes. El extremo de la izquierda posee un tornillo actuando de contrapeso, que conjuntamente con el tornillo del pie, se emplea para establecer el equilibrio de la balanza en el aire. El otro extremo del brazo, dispone de un gancho,

en el que se sostiene el flotador por intermedio de un alambre fino. El flotador presenta en su interior un termómetro, para el dato de temperatura, pero los fabricantes entregan igualmente un termómetro de mercurio por separado, el que se puede mantener en la probeta mediante un vástago lateral, y resulta mucho más apropiado.

Para la determinación del peso específico del líquido se dispone de una probeta de vidrio. Finalmente, la balanza posee cuatro jinetes o pesas (vienen en duplicado) que equilibran el empuje del agua y su valor depende del lugar que ocupen y su tamaño respectivo, como veremos en el manejo.

Todo el conjunto citado, se entrega en caja de madera, debidamente acondicionada para su transporte.

Manipulación

En cuanto al manejo, como veremos seguidamente, es sumamente simple. Para ello, dividiremos el procedimiento en varias etapas.

Etapla preliminar (puesta en equilibrio). Una vez armada la balanza, con el flotador inclusive, llegar al equilibrio en el aire, mediante el tornillo nivelador del pie y el contrapeso, teniendo en cuenta previamente, la altura a que el flotador se coloque, de tal modo que éste quede completamente sumergido en el líquido, una vez que se coloque la probeta. La altura se puede alcanzar accionando el tornillo de retén.

Primera etapa. Colocar el líquido problema en la probeta e introducir el termómetro, dejándolo durante todo el proceso, para ejercer un control riguroso de la temperatura, la que debe mantenerse constante durante la pesada. Cuidar que el flotador quede libremente en el seno del líquido.

Segunda etapa (pesada propiamente dicha). Al colocar el flotador en el seno del líquido, se perderá el equilibrio establecido en el aire, sufriendo un empuje hacia arriba, el que será compensado con los jinetes, para restablecer el estado de equilibrio.

Para ello se comienza con el jinete más grande, el que se coloca en la división 10 (que corresponde al gancho que soporta al flotador); como para el agua de mar ese jinete no es suficiente para restablecer el equilibrio, se prosigue con el que le sigue en tamaño, colocándolo en la

ranura 5, si hace caer el brazo hacia el lado del flotador, se corre hacia las ranuras marcadas entre 1 a 5, y se procede a la inversa para el caso contrario, es decir, que el brazo se incline hacia el lado del contrapeso. De este modo se prosigue trabajando con los jinetes menores en orden decreciente de tamaño, hasta la total utilización de los mismos, de tal modo de llegar a un equilibrio estable del brazo.

Lectura. El valor de los jinetes depende del lugar que ocupen. Cuando el mayor se halla en la división 10, corresponde a la unidad (1,0); si estuviera en la división 9, correspondería a 0,9. El resto de los jinetes corresponden a 1/10, 1/100, etc., del mayor, indicando —según la división en que se hallen— cantidades 10 veces menores, centésimos, milésimos, etc. Como se comprende, con esta balanza, se puede llegar hasta la cuarta cifra.

Ejemplo de lectura. Supongamos que el jinete mayor se halla en la división 10 (en el gancho); el que le sigue en tamaño, en la división 1; el menor en orden decreciente, en la división 3; y el más pequeño, en la división 2, tendríamos la siguiente determinación: 1,0132. Teniendo en cuenta la temperatura en que se trabajó (por ejemplo, 20° C.), recurrimos a la tabla de conversión que se halla en este trabajo y nos dará una salinidad de 18g.40 ‰.

Para el caso de que fuera necesario poner dos jinetes o más en la misma división, la forma de éstos (forma de U, rematada cada rama por un pequeño gancho) permite la colocación de los jinetes menores en el jinete mayor, que se halla colocado en la ranura del brazo.

CALCULOS Y TABLAS DE CONVERSION DIRECTA (18° C., 20° C., 22° C. y 24° C.)

Los datos presentados anteriormente no constituyen un hecho nuevo en el método clásico de la determinación por medio de la balanza hidrostática, por lo que la verdadera finalidad del presente estudio, radica en que por intermedio de las Tablas de Conversión de Peso Específico a Salinidad, que hemos confeccionado, se elimina la necesidad de efectuar la corrección de temperatura, la doble pesada (agua destilada a la temperatura de la muestra), los cálculos correspondientes y la utilización del gráfico de correlación aproximada de densidad, salinidad y temperatura del agua de mar, basado en las Tablas de M. Knudsen. En efecto,

por las tablas que hemos estructurado, el método se reduce a la determinación del peso específico por medio de la balanza (ya sea a 18° C., 20° C., 22° C. o 24° C.) y su confrontación en la tabla respectiva, da directamente el valor de la salinidad.

Los cálculos para la confección de las tablas, han sido los siguientes: en primer término se buscaron para trabajar, temperaturas que pueden considerarse de fácil manejo en el laboratorio (18, 20, 22 y 24° C.),. Dado que la balanza de Mohr-Westphal, trae su flotador calibrado para trabajar a 15° C., se hizo necesario efectuar las correspondientes correcciones de temperatura para esos valores; se aplicó la siguiente fórmula:

$$P.E._t = \frac{L_2 D_t O}{L_1}$$

L_1 corresponde a la determinación del peso específico del agua destilada a la temperatura escogida (18, 20, 22 ó 24° C.), realizada con la balanza.

$D_t O$ corresponde al valor de densidad del agua destilada (constante física).

t°	$D_t O$
18° C.	0,99862
20° C.	0,99823
22° C.	0,99780
24° C.	0,99732

L_2 corresponde a la determinación del peso específico del agua problema, a la mejor temperatura que se adapte al laboratorio (entre los valores 18, 20, 22 y 24° C.).

Con el valor de peso específico obtenido, se aplicó la siguiente fórmula para llegar a la determinación de σt :

$$\sigma t = (\text{Peso específico} - 1) \times 10^3$$

En poder de este valor de σt , se recurrió al gráfico de correlación ya citado, donde se situó en la escala superior del diagrama y acompañando ese valor hasta la línea de temperatura correspondiente, se loca-

lizó la salinidad en la escala inferior del gráfico. Las tablas de conversión que presentamos, son el producto de 1.190 mediciones en el gráfico de correlación.

CONCLUSIONES

Reiteramos nuevamente, que la finalidad perseguida en el presente trabajo, ha sido poner a disposición de los laboratorios, que por distintas circunstancias no pueden desarrollar métodos de determinación sensibles o de máxima fidelidad de la salinidad, un procedimiento de aproximación para obtener el valor de la salinidad de una manera simple y al alcance de todos, de tal modo de poder contar con dicho factor, para la mejor comprensión de los fenómenos hidrobiológicos.

La confección de las tablas directas de conversión de peso específico a 18° C., 20° C., 22° C. y 24° C., permite la simplificación del método, eliminando el cálculo de corrección de temperatura, σ_t y utilización del gráfico de correlación de densidad, salinidad y temperatura, quedando solamente reducido a la determinación del peso específico de la muestra de agua de mar, observando un estricto cuidado en la temperatura a la que se realiza la pesada, y dando un margen de utilización de cuatro valores de este factor, fácilmente obtenidas en los laboratorios.

Por otra parte, de adoptarse estas tablas, se podrán establecer medios de comparación entre los trabajos de los distintos laboratorios, los que fácilmente podrán acompañar sus recolecciones de materiales con datos ecológicos más completos.

RESUMEN

El autor describe el método de determinación de la salinidad por medio de la balanza de Mohr-Westphal y presenta cuatro tablas de conversión directa de peso específico a salinidad, que permiten trabajar a 18° C., 20° C., 22° C. y 24° C.

SUMMARY

The author describes the determination of the salinity through the Mohr-Westphal balance and presents four tables of direct conversion from specific weight to salinity, which allows to work at 18° C., 20° C., 22° C. and 24° C.

RESUME

L'auteur décrit la détermination de la salinité au moyen de la balance Mohr-Westphal et présente quatre tables de conversion du poids spécifique à la salinité, ce qui permet de travailler à 18° C., 20° C., 22° C. et 24° C.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- de BUEN, R.—Méthodes physiques de détermination de la densité des eaux de mer. *Rapp. et Proc. Verb. des Réunions*, Vol. II, pp. 69-75; 1927, Paris.
- GIRAL, J.—Quelques observations sur l'emploi de l'eau normale en Océanographie. *Publ. de Circonst. N° 90*, Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, 1926, Copenhague.
- GUNTZ, A. & PEREZ, J. J.—Sur la détermination de la salinité de l'eau de mer. *Bull. de l'Inst. Océanographique* (Fond. Albert 1er., Prince de Monaco), N° 1057, Monaco, 1955.
- HARVEY, H. W.—*Biological Chemistry and Physics of Sea Water*. Cambridge at the University Press, 1928, London.
- KNUDSEN, M.—L'Emploi de l'Eau Normale dans l'Océanographie. *Publ. de Circonst. N° 87*, Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer, 1925, Copenhague.
- MILOST, P. DE.—*Modificazioni tecniche al processo clorometrico di Knudsen nell'analisi delle acque salate e salmastre*. R. Com. Talass. Italiano, 1929, Venezia.
- PICOTTI, M.—*Refrattometria dell'acqua marina e tavole per la misura della salinità*. R. Com. Talass. Italiano, 1935, Venezia.
- SAINT-GUILY, B.—Sur la détermination de l'indice de réfraction et de la densité de l'eau de mer par interférométrie. *Bull. de l'Inst. Océanographique* (Fond. Albert 1er., Prince de Monaco), N° 1041, Monaco, 1954.
- SCHOTT, G.—*Oceanografia fisica*. Ed. Labor, 1949, Barcelona.
- SVERDRUP, H. U.; JOHNSON, M. W. and FLEMING, R. H.—*The Oceans, their physics, chemistry, and general biology*. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J.
- THOMSEN, H.—Instructions pratiques sur la détermination de la salinité de l'eau de mer par la méthode de titrage de Mohr-Knudsen. *Bull. de l'Inst. Océanographique* (Fond. Albert 1er., Prince de Monaco), N° 1047, Monaco, 1954.

AGRADECIMIENTO

Queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento al doctor Ingvar Emilsson (Instituto Oceanográfico de la Universidade de São Paulo, Brasil), quien en el año 1958, nos asesoró para la realización del método que motiva este trabajo, permitiéndonos complementar nuestros estudios planctológicos con el conocimiento de tan importante factor.

CONVERSION DE PESO ESPECIFICO (18° C.) A SALINIDAD

P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰
1.0001	1.40	1.0041	6.70	1.0081	11.90	1.0121	17.10
1.0002	1.50	1.0042	6.80	1.0082	12.00	1.0122	17.20
1.0003	1.70	1.0043	6.90	1.0083	12.10	1.0123	17.40
1.0004	1.80	1.0044	7.00	1.0084	12.30	1.0124	17.50
1.0005	1.90	1.0045	7.20	1.0085	12.40	1.0125	17.60
1.0006	2.10	1.0046	7.30	1.0086	12.50	1.0126	17.70
1.0007	2.20	1.0047	7.40	1.0087	12.70	1.0127	17.90
1.0008	2.30	1.0048	7.60	1.0088	12.80	1.0128	18.00
1.0009	2.50	1.0049	7.70	1.0089	12.90	1.0129	18.20
1.0010	2.60	1.0050	7.80	1.0090	13.10	1.0130	18.30
1.0011	2.70	1.0051	8.00	1.0091	13.20	1.0131	18.40
1.0012	2.90	1.0052	8.10	1.0092	13.30	1.0132	18.50
1.0013	3.00	1.0053	8.20	1.0093	13.40	1.0133	18.70
1.0014	3.10	1.0054	8.30	1.0094	13.60	1.0134	18.80
1.0015	3.20	1.0055	8.50	1.0095	13.70	1.0135	19.00
1.0016	3.40	1.0056	8.60	1.0096	13.80	1.0136	19.10
1.0017	3.50	1.0057	8.70	1.0097	14.00	1.0137	19.20
1.0018	3.60	1.0058	8.80	1.0098	14.10	1.0138	19.30
1.0019	3.70	1.0059	9.00	1.0099	14.20	1.0139	19.50
1.0020	3.90	1.0060	9.10	1.0100	14.40	1.0140	19.60
1.0021	4.00	1.0061	9.20	1.0101	14.50	1.0141	19.70
1.0022	4.20	1.0062	9.40	1.0102	14.60	1.0142	19.90
1.0023	4.30	1.0063	9.50	1.0103	14.70	1.0143	20.00
1.0024	4.40	1.0064	9.60	1.0104	14.90	1.0144	20.10
1.0025	4.60	1.0065	9.80	1.0105	15.00	1.0145	20.30
1.0026	4.70	1.0066	9.90	1.0106	15.20	1.0146	20.40
1.0027	4.80	1.0067	10.00	1.0107	15.30	1.0147	20.50
1.0028	4.90	1.0068	10.20	1.0108	15.40	1.0148	20.70
1.0029	5.00	1.0069	10.30	1.0109	15.50	1.0149	20.80
1.0030	5.20	1.0070	10.40	1.0110	15.00	1.0150	20.90
1.0031	5.30	1.0071	10.50	1.0111	15.80	1.0151	21.10
1.0032	5.40	1.0072	10.70	1.0112	15.90	1.0152	21.20
1.0033	5.60	1.0073	10.80	1.0113	16.10	1.0153	21.30
1.0034	5.80	1.0074	10.90	1.0114	16.20	1.0154	21.50
1.0035	5.90	1.0075	11.10	1.0115	16.30	1.0155	21.60

CONVERSION DE PESO ESPECIFICO (18° C.) A SALINIDAD
(Continuación)

P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰
1.0036	6.00	1.0076	11.20	1.0116	16.40	1.0156	21.70
1.0037	6.10	1.0077	11.40	1.0117	16.60	1.0157	21.90
1.0038	6.30	1.0078	11.50	1.0118	16.70	1.0158	22.00
1.0039	6.40	1.0079	11.60	1.0119	16.80	1.0159	22.10
1.0040	6.50	1.0080	11.70	1.0120	17.00	1.0160	22.20
1.0161	22.40	1.0196	27.00	1.0231	31.60	1.0266	36.20
1.0162	22.50	1.0197	27.10	1.0232	31.70	1.0267	36.30
1.0163	22.60	1.0198	27.20	1.0233	31.90	1.0268	36.50
1.0164	22.80	1.0199	27.40	1.0234	32.00	1.0269	36.60
1.0165	22.90	1.0200	27.50	1.0235	32.10	1.0270	36.70
1.0166	23.00	1.0201	27.60	1.0236	32.20	1.0271	36.80
1.0167	23.10	1.0202	27.80	1.0237	32.40	1.0272	37.00
1.0168	23.30	1.0203	27.90	1.0238	32.50	1.0273	37.10
1.0169	23.40	1.0204	28.00	1.0239	32.60	1.0274	37.20
1.0170	23.50	1.0205	28.20	1.0240	32.80	1.0275	37.40
1.0171	23.70	1.0206	28.30	1.0241	32.90	1.0276	37.50
1.0172	23.80	1.0207	28.40	1.0242	33.00	1.0277	37.60
1.0173	24.00	1.0208	28.60	1.0243	33.20	1.0278	37.80
1.0174	24.10	1.0209	28.70	1.0244	33.30	1.0279	37.90
1.0175	24.20	1.0210	28.80	1.0245	33.40	1.0280	38.00
1.0176	24.30	1.0211	28.90	1.0246	33.60	1.0281	38.10
1.0177	24.50	1.0212	29.10	1.0247	33.70	1.0282	38.30
1.0178	24.60	1.0213	29.20	1.0248	33.80	1.0283	38.40
1.0179	24.70	1.0214	29.40	1.0249	34.00	1.0284	38.50
1.0180	24.90	1.0215	29.50	1.0250	34.10	1.0285	38.70
1.0181	25.00	1.0216	29.60	1.0251	34.20	1.0286	38.80
1.0182	25.10	1.0217	29.80	1.0252	34.30	1.0287	39.00
1.0183	25.30	1.0218	29.90	1.0253	34.50	1.0288	39.10
1.0184	25.40	1.0219	30.00	1.0254	34.60	1.0289	39.20
1.0185	25.50	1.0220	30.10	1.0255	34.70	1.0290	39.30
1.0186	25.60	1.0221	30.30	1.0256	34.90	1.0291	39.50
1.0187	25.80	1.0222	30.40	1.0257	35.00	1.0292	39.60
1.0188	25.90	1.0223	30.50	1.0258	35.10	1.0293	39.70
1.0189	26.00	1.0224	30.70	1.0259	35.30	1.0294	39.90
1.0190	26.20	1.0225	30.80	1.0260	35.40	1.0295	40.00

CONVERSION DE PESO ESPECIFICO (18° C.) A SALINIDAD
(Continuación)

P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰
1.0191	26.30	1.0226	30.90	1.0261	35.50		
1.0192	26.40	1.0227	31.10	1.0262	35.70		
1.0193	26.60	1.0228	31.20	1.0263	35.80		
1.0194	26.70	1.0229	31.30	1.0264	35.90		
1.0195	26.80	1.0230	31.50	1.0265	36.10		

CONVERSION DE PESO ESPECIFICO (20° C.) A SALINIDAD

P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰
1.0001	1.10	1.0041	6.40	1.0081	11.70	1.0121	16.90
1.0002	1.20	1.0042	6.50	1.0082	11.80	1.0122	17.00
1.0003	1.40	1.0043	6.70	1.0083	11.90	1.0123	17.20
1.0004	1.50	1.0044	6.80	1.0084	12.00	1.0124	17.30
1.0005	1.60	1.0045	6.90	1.0085	12.20	1.0125	17.50
1.0006	1.80	1.0046	7.10	1.0086	12.30	1.0126	17.60
1.0007	1.90	1.0047	7.20	1.0087	12.40	1.0127	17.70
1.0008	2.00	1.0048	7.30	1.0088	12.60	1.0128	17.80
1.0009	2.10	1.0049	7.40	1.0089	12.70	1.0129	18.00
1.0010	2.30	1.0050	7.60	1.0090	12.80	1.0130	18.10
1.0011	2.40	1.0051	7.70	1.0091	13.00	1.0131	18.20
1.0012	2.60	1.0052	7.80	1.0092	13.10	1.0132	18.40
1.0013	2.70	1.0053	8.00	1.0093	13.20	1.0133	18.50
1.0014	2.80	1.0054	8.10	1.0094	13.40	1.0134	18.60
1.0015	2.90	1.0055	8.20	1.0095	13.50	1.0135	18.70
1.0016	3.10	1.0056	8.40	1.0096	13.70	1.0136	18.90
1.0017	3.20	1.0057	8.50	1.0097	13.80	1.0137	19.00
1.0018	3.40	1.0058	8.60	1.0098	13.90	1.0138	19.20
1.0019	3.50	1.0059	8.80	1.0099	14.00	1.0139	19.30
1.0020	3.60	1.0060	8.90	1.0100	14.20	1.0140	19.40
1.0021	3.70	1.0061	9.10	1.0101	14.30	1.0141	19.50
1.0022	3.80	1.0062	9.20	1.0102	14.40	1.0142	19.70
1.0023	4.00	1.0063	9.30	1.0103	14.60	1.0143	19.80
1.0024	4.10	1.0064	9.40	1.0104	14.70	1.0144	20.00
1.0025	4.30	1.0065	9.50	1.0105	14.80	1.0145	20.10

CONVERSION DE PESO ESPECIFICO (20° C.) A SALINIDAD
(Continuación)

P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰
1.0026	4.40	1.0066	9.70	1.0106	14.90	1.0146	20.20
1.0027	4.50	1.0067	9.80	1.0107	15.00	1.0147	20.30
1.0028	4.70	1.0068	10.00	1.0108	15.20	1.0148	20.40
1.0029	4.80	1.0069	10.10	1.0109	15.30	1.0149	20.60
1.0030	4.90	1.0070	10.20	1.0110	15.50	1.0150	20.70
1.0031	5.00	1.0071	10.30	1.0111	15.60	1.0151	20.80
1.0032	5.20	1.0072	10.50	1.0112	15.70	1.0152	21.00
1.0033	5.30	1.0073	10.60	1.0113	15.90	1.0153	21.10
1.0034	5.40	1.0074	10.70	1.0114	16.00	1.0154	21.20
1.0035	5.60	1.0075	10.90	1.0115	16.10	1.0155	21.40
1.0036	5.70	1.0076	11.00	1.0116	16.30	1.0156	21.50
1.0037	5.80	1.0077	11.10	1.0117	16.40	1.0157	21.70
1.0038	6.00	1.0078	11.30	1.0118	16.50	1.0158	21.80
1.0039	6.10	1.0079	11.40	1.0119	16.60	1.0159	21.90
1.0040	6.30	1.0080	11.50	1.0120	16.80	1.0160	22.00
1.0161	22.20	1.0196	26.80	1.0231	31.40	1.0266	36.10
1.0162	22.30	1.0197	26.90	1.0232	31.60	1.0267	36.20
1.0163	22.40	1.0198	27.00	1.0233	31.70	1.0268	36.30
1.0164	22.60	1.0199	27.20	1.0234	31.90	1.0269	36.50
1.0165	22.70	1.0200	27.30	1.0235	32.00	1.0270	36.60
1.0166	22.80	1.0201	27.40	1.0236	32.10	1.0271	36.70
1.0167	23.00	1.0202	27.60	1.0237	32.20	1.0272	36.90
1.0168	23.10	1.0203	27.70	1.0238	32.40	1.0273	37.00
1.0169	23.20	1.0204	27.80	1.0239	32.50	1.0274	37.10
1.0170	23.40	1.0205	28.00	1.0240	32.60	1.0275	37.30
1.0171	23.50	1.0206	28.10	1.0241	32.80	1.0276	37.40
1.0172	23.60	1.0207	28.20	1.0242	32.90	1.0277	37.50
1.0173	23.80	1.0208	28.40	1.0243	33.00	1.0278	37.70
1.0174	23.90	1.0209	28.50	1.0244	33.20	1.0279	37.80
1.0175	24.00	1.0210	28.60	1.0245	33.30	1.0280	37.90
1.0176	24.20	1.0211	28.80	1.0246	33.40	1.0281	38.00
1.0177	24.30	1.0212	28.90	1.0247	33.60	1.0282	38.20
1.0178	24.40	1.0213	29.00	1.0248	33.70	1.0283	38.30
1.0179	24.50	1.0214	29.20	1.0249	33.80	1.0284	38.40
1.0180	24.70	1.0215	29.30	1.0250	34.00	1.0285	38.60

CONVERSION DE PESO ESPECIFICO (20° C.) A SALINIDAD
(Continuación)

P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰
1.0181	24.80	1.0216	29.50	1.0251	34.10	1.0286	38.70
1.0182	24.90	1.0217	29.60	1.0252	34.20	1.0287	38.90
1.0183	25.00	1.0218	29.70	1.0253	34.30	1.0288	39.00
1.0184	25.20	1.0219	29.80	1.0254	34.50	1.0289	39.10
1.0185	25.30	1.0220	30.00	1.0255	34.60	1.0290	39.30
1.0186	25.50	1.0221	30.10	1.0256	34.80	1.0291	39.40
1.0187	25.60	1.0222	30.20	1.0257	34.90	1.0292	39.50
1.0188	25.70	1.0223	30.40	1.0258	35.00	1.0293	39.70
1.0189	25.90	1.0224	30.50	1.0259	35.10	1.0294	39.80
1.0190	26.00	1.0225	30.60	1.0260	35.20	1.0295	39.90
1.0191	26.10	1.0226	30.80	1.0261	35.40		
1.0192	26.30	1.0227	30.90	1.0262	35.60		
1.0193	26.40	1.0228	31.00	1.0263	35.70		
1.0194	26.60	1.0229	31.20	1.0264	35.80		
1.0195	26.70	1.0230	31.30	1.0265	35.90		

CONVERSION DE PESO ESPECIFICO (22° C.) A SALINIDAD

P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰
1.0001	1.00	1.0041	6.20	1.0081	11.50	1.0121	16.80
1.0002	1.20	1.0042	6.30	1.0082	11.60	1.0122	16.90
1.0003	1.30	1.0043	6.50	1.0083	11.80	1.0123	17.00
1.0004	1.40	1.0044	6.60	1.0084	11.90	1.0124	17.20
1.0005	1.50	1.0045	6.70	1.0085	12.00	1.0185	17.30
1.0006	1.60	1.0046	6.90	1.0086	12.20	1.0126	17.40
1.0007	1.70	1.0047	7.00	1.0087	12.30	1.0127	17.60
1.0008	1.80	1.0048	7.10	1.0088	12.40	1.0128	17.70
1.0009	2.00	1.0049	7.30	1.0089	12.50	1.0129	17.80
1.0010	2.10	1.0050	7.40	1.0090	12.60	1.0130	18.00
1.0011	2.20	1.0051	7.50	1.0091	12.80	1.0131	18.10
1.0012	2.40	1.0052	7.60	1.0092	12.90	1.0132	18.20
1.0013	2.50	1.0053	7.80	1.0093	13.10	1.0133	18.40
1.0014	2.60	1.0054	7.90	1.0094	13.20	1.0134	18.50
1.0015	2.70	1.0055	8.00	1.0095	13.30	1.0135	18.60

CONVERSION DE PESO ESPECIFICO (22° C.) A SALINIDAD
(Continuación)

P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰
1.0016	2.90	1.0056	8.20	1.0096	13.40	1.0136	18.70
1.0017	3.00	1.0057	8.30	1.0097	13.60	1.0137	18.90
1.0018	3.20	1.0058	8.40	1.0098	13.70	1.0138	19.00
1.0019	3.30	1.0059	8.60	1.0099	13.80	1.0139	19.20
1.0020	3.40	1.0060	8.70	1.0100	14.00	1.0140	19.30
1.0021	3.60	1.0061	8.80	1.0101	14.10	1.0141	19.40
1.0022	3.70	1.0062	9.00	1.0102	14.30	1.0142	19.60
1.0023	3.80	1.0063	9.10	1.0103	14.40	1.0143	19.70
1.0024	4.00	1.0064	9.20	1.0104	14.50	1.0144	19.80
1.0025	4.10	1.0065	9.40	1.0105	14.70	1.0145	20.00
1.0026	4.20	1.0066	9.50	1.0106	14.80	1.0146	20.10
1.0027	4.30	1.0067	9.60	1.0107	14.90	1.0147	20.20
1.0028	4.50	1.0068	9.80	1.0108	15.00	1.0148	20.30
1.0029	4.60	1.0069	9.90	1.0109	15.20	1.0149	20.50
1.0030	4.70	1.0070	10.00	1.0110	15.30	1.0150	20.60
1.0031	4.90	1.0071	10.20	1.0111	15.50	1.0151	20.70
1.0032	5.00	1.0072	10.30	1.0112	15.60	1.0152	20.90
1.0033	5.10	1.0073	10.40	1.0113	15.70	1.0153	21.00
1.0034	5.30	1.0074	10.60	1.0114	15.80	1.0154	21.20
1.0035	5.40	1.0075	10.70	1.0115	16.00	1.0155	21.30
1.0036	5.50	1.0076	10.80	1.0116	16.10	1.0156	21.40
1.0037	5.70	1.0077	11.00	1.0117	16.30	1.0157	21.50
1.0038	5.80	1.0078	11.10	1.0118	16.40	1.0158	21.70
1.0039	5.90	1.0079	11.20	1.0119	16.50	1.0159	21.80
1.0040	6.00	1.0080	11.40	1.0120	16.60	1.0160	22.00
1.0161	22.10	1.0196	26.70	1.0231	31.40	1.0266	36.00
1.0162	22.20	1.0197	26.90	1.0232	31.50	1.0267	36.10
1.0163	22.40	1.0198	27.00	1.0233	31.70	1.0268	36.20
1.0164	22.50	1.0199	27.10	1.0234	31.80	1.0269	36.40
1.0165	22.60	1.0200	27.30	1.0235	31.90	1.0270	36.50
1.0166	22.70	1.0201	27.40	1.0236	32.00	1.0271	36.60
1.0167	22.90	1.0202	27.50	1.0237	32.20	1.0272	36.80
1.0168	23.00	1.0203	27.70	1.0238	32.30	1.0273	36.90
1.0169	23.10	1.0204	27.80	1.0239	32.40	1.0274	37.00
1.0170	23.20	1.0205	27.90	1.0240	32.60	1.0275	37.20

CONVERSION DE PESO ESPECIFICO (22° C.) A SALINIDAD
(Continuación)

P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰
1.0171	23.40	1.0206	28.00	1.0241	32.70	1.0276	37.30
1.0172	23.60	1.0207	28.20	1.0242	32.80	1.0277	37.40
1.0173	23.70	1.0208	28.30	1.0243	32.90	1.0278	37.60
1.0174	23.80	1.0209	28.50	1.0244	33.10	1.0279	37.70
1.0175	24.00	1.0210	28.60	1.0245	33.20	1.0280	37.80
1.0176	24.10	1.0211	28.70	1.0246	33.30	1.0281	37.90
1.0177	24.20	1.0212	28.90	1.0247	33.50	1.0282	38.10
1.0178	24.30	1.0213	29.00	1.0248	33.60	1.0283	38.20
1.0179	24.50	1.0214	29.10	1.0249	33.70	1.0284	38.30
1.0180	24.60	1.0215	29.30	1.0250	33.90	1.0285	38.50
1.0181	24.70	1.0216	29.40	1.0251	34.00	1.0286	38.60
1.0182	24.80	1.0217	29.50	1.0252	34.10	1.0287	38.70
1.0183	25.00	1.0218	29.70	1.0253	34.30	1.0288	38.90
1.0184	25.10	1.0219	29.80	1.0254	34.40	1.0289	39.00
1.0185	25.20	1.0220	29.90	1.0255	34.50	1.0290	39.10
1.0186	25.40	1.0221	30.00	1.0256	34.70	1.0291	39.30
1.0187	25.50	1.0222	30.20	1.0257	39.80	1.0292	39.40
1.0188	25.60	1.0223	30.30	1.0258	34.90	1.0293	39.50
1.0189	25.80	1.0224	30.50	1.0259	35.00	1.0294	39.70
1.0190	25.90	1.0225	30.60	1.0260	35.20	1.0295	39.80
1.0191	26.00	1.0226	30.70	1.0261	35.30	1.0296	39.90
1.0192	26.20	1.0227	30.80	1.0262	35.40	1.0297	40.00
1.0193	26.30	1.0228	31.00	1.0263	35.60	1.0298	40.20
1.0194	26.40	1.0229	31.10	1.0264	35.70	1.0299	40.30
1.0195	26.60	1.0230	31.20	1.0265	35.80	1.0300	40.50

CONVERSION DE PESO ESPECIFICO (24° C.) A SALINIDAD

P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰
1.0001	0.60	1.0041	5.90	1.0081	11.20	1.0121	16.50
1.0002	0.80	1.0042	6.00	1.0082	11.30	1.0122	16.70
1.0003	0.90	1.0043	6.20	1.0083	11.50	1.0123	16.80
1.0004	1.00	1.0044	6.30	1.0084	11.60	1.0124	17.00
1.0005	1.10	1.0045	6.40	1.0085	11.70	1.0125	17.10

CONVERSION DE PESO ESPECIFICO (24° C.) A SALINIDAD
(Continuación)

P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰
1.0006	1.30	1.0046	6.60	1.0086	11.90	1.0126	17.20
1.0007	1.40	1.0047	6.70	1.0087	12.00	1.0127	17.30
1.0008	1.50	1.0048	6.90	1.0088	12.10	1.0128	17.50
1.0009	1.60	1.0049	7.00	1.0089	12.30	1.0129	17.60
1.0010	1.80	1.0050	7.10	1.0090	12.40	1.0130	17.70
1.0011	2.00	1.0051	7.20	1.0091	12.50	1.0131	17.90
1.0012	2.10	1.0052	7.40	1.0092	12.70	1.0132	18.00
1.0013	2.20	1.0053	7.50	1.0093	12.80	1.0133	18.10
1.0014	2.30	1.0054	7.60	1.0094	13.00	1.0134	18.30
1.0015	2.40	1.0055	7.80	1.0095	13.10	1.0135	18.40
1.0016	2.60	1.0056	7.90	1.0096	13.20	1.0136	18.50
1.0017	2.70	1.0057	8.00	1.0097	13.40	1.0137	18.60
1.0018	2.90	1.0058	8.10	1.0098	13.50	1.0138	18.80
1.0019	3.00	1.0059	8.30	1.0099	13.60	1.0139	18.90
1.0020	3.10	1.0060	8.40	1.0100	13.70	1.0140	19.10
1.0021	3.30	1.0061	8.60	1.0101	13.90	1.0141	19.20
1.0022	3.40	1.0062	8.70	1.0102	14.00	1.0142	19.30
1.0023	3.50	1.0063	8.80	1.0103	14.10	1.0143	19.40
1.0024	3.70	1.0064	9.00	1.0104	14.30	1.0144	19.60
1.0025	3.80	1.0065	9.10	1.0105	14.40	1.0145	19.70
1.0026	3.90	1.0066	9.20	1.0106	14.50	1.0146	19.90
1.0027	4.10	1.0067	9.40	1.0107	14.70	1.0147	20.00
1.0028	4.20	1.0068	9.50	1.0108	14.80	1.0148	20.10
1.0029	4.30	1.0069	9.60	1.0109	14.90	1.0149	20.30
1.0030	4.40	1.0070	9.80	1.0110	15.10	1.0150	20.40
1.0031	4.60	1.0071	9.90	1.0111	15.20	1.0151	20.50
1.0032	4.70	1.0072	10.00	1.0112	15.30	1.0152	20.70
1.0033	4.80	1.0073	10.10	1.0113	15.50	1.0153	20.80
1.0034	5.00	1.0074	10.30	1.0114	15.60	1.0154	20.90
1.0035	5.10	1.0075	10.40	1.0115	15.70	1.0155	21.10
1.0036	5.30	1.0076	10.60	1.0116	15.90	1.0156	21.20
1.0037	5.40	1.0077	10.70	1.0117	16.00	1.0157	21.30
1.0038	5.50	1.0078	10.80	1.0118	16.10	1.0158	21.50
1.0039	5.70	1.0079	10.90	1.0119	16.30	1.0159	21.60
1.0040	5.80	1.0080	11.10	1.0120	16.40	1.0160	21.70

CONVERSION DE PESO ESPECIFICO (24° C.) A SALINIDAD
(Continuación)

P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰	P. E.	S ‰
1.0161	21.90	1.0196	26.50	1.0231	31.20	1.0266	35.80
1.0162	22.00	1.0197	26.70	1.0232	31.30	1.0267	36.00
1.0163	22.10	1.0198	26.80	1.0233	31.50	1.0268	36.10
1.0164	22.30	1.0199	26.90	1.0234	31.60	1.0269	36.20
1.0165	22.40	1.0200	27.10	1.0235	31.70	1.0270	36.30
1.0166	22.50	1.0201	27.20	1.0236	31.80	1.0271	36.50
1.0167	22.70	1.0202	27.30	1.0237	32.00	1.0272	36.60
1.0168	22.80	1.0203	27.50	1.0238	32.10	1.0273	36.70
1.0169	22.90	1.0204	27.60	1.0239	32.30	1.0274	36.90
1.0170	23.10	1.0205	27.70	1.0240	32.40	1.0275	37.00
1.0171	23.20	1.0206	27.80	1.0241	32.50	1.0276	37.10
1.0172	23.30	1.0207	28.00	1.0242	32.60	1.0277	37.20
1.0173	23.50	1.0208	28.10	1.0243	32.80	1.0278	37.40
1.0174	23.70	1.0209	28.20	1.0244	32.90	1.0279	37.60
1.0175	23.80	1.0210	28.40	1.0245	33.00	1.0280	37.70
1.0176	23.90	1.0211	28.50	1.0246	33.20	1.0281	37.80
1.0177	24.00	1.0212	28.60	1.0247	33.30	1.0282	38.00
1.0178	24.20	1.0213	28.80	1.0248	33.40	1.0283	38.10
1.0179	24.30	1.0214	28.90	1.0249	33.60	1.0284	38.20
1.0180	24.40	1.0215	29.10	1.0250	33.70	1.0285	38.40
1.0181	24.50	1.0216	29.20	1.0251	33.80	1.0286	38.50
1.0182	24.70	1.0217	29.30	1.0252	34.00	1.0287	38.60
1.0183	24.80	1.0218	29.50	1.0253	34.10	1.0288	38.70
1.0184	24.90	1.0219	29.60	1.0254	34.20	1.0289	38.80
1.0185	25.10	1.0220	29.70	1.0255	34.40	1.0290	39.00
1.0186	25.20	1.0221	29.80	1.0256	34.50	1.0291	39.10
1.0187	25.30	1.0222	30.00	1.0257	34.60	1.0292	39.30
1.0188	25.50	1.0223	30.10	1.0258	34.70	1.0293	39.40
1.0189	25.60	1.0224	30.30	1.0259	34.90	1.0294	39.50
1.0190	25.70	1.0225	30.40	1.0260	35.00	1.0295	39.70
1.0191	25.80	1.0226	30.50	1.0261	35.20	1.0296	39.80
1.0192	26.00	1.0227	30.60	1.0262	35.30	1.0297	39.90
1.0193	26.10	1.0228	30.80	1.0263	35.40	1.0298	40.00
1.0194	26.30	1.0229	30.90	1.0264	35.60	1.0299	40.20
1.0195	26.40	1.0230	31.10	1.0365	35.70	1.0300	40.30