

COMPORTAMIENTO DEL OXÍGENO DISUELTO EN LA COLUMNA DE AGUA DE LAS ESTACIONES FIJAS ECUATORIANAS 1988-2013

Paulina Carrillo²

RESUMEN

El presente artículo tiene como propósito aportar al conocimiento del comportamiento del Oxígeno Disuelto en la Columna de agua que se presentó en las estaciones fijas ecuatorianas ubicadas en La Libertad y Manta, se obtuvieron valores mensuales promedios, así como los máximos y mínimos en las diferentes profundidades monitoreadas y se demostró que a 75 metros en los años en que se manifestaron eventos “El Niño”, se encontraron las mayores concentraciones mensuales, en las dos estaciones fijas, lo que permitió aportar con tendencias de comportamiento de un parámetro químico, para advertir el inicio de un evento cálido.

Palabras Claves: Oxígeno disuelto, comportamiento, estaciones fijas.

ABSTRACT

This article was intended to contribute to the knowledge of the behavior of dissolved oxygen in the water column that appeared in the Ecuadorian fixed stations in La Libertad and Manta, average monthly values were obtained and the maximum and minimum at different depths monitored and shown to be 75 meters in the years when “El Niño” events appeared, the highest concentrations were found monthly in the two fixed stations, allowing behavioral tendencies contribute to a chemical parameter, to warn the start of warm event.

Key Words: Dissolved Oxygen, behavior, fix station.

² Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador. Departamento de Ciencias del Mar. Guayaquil, Ecuador.
Email: pcarrillo@inocar.mil.ec

INTRODUCCIÓN

Para obtener una adecuada valoración de las condiciones de las costas ecuatorianas, la CPPS recomendó la recolección de información periódica del comportamiento del ecosistema marino mediante monitoreos costeros en estaciones fijas localizadas, la primera a 10 millas costa afuera, frente a La Libertad, y la segunda frente al puerto de Manta, las cuales se instituyeron en 1988 y 1991 respectivamente, con el objetivo de obtener información mensual de las características Físico-Químico-Biológicas de la columna de agua, de 100 metros de profundidad hasta la superficie, para analizar la evolución de la estructura termohalina (temperatura y salinidad), variaciones temporales de los parámetros hidroquímicos (fosfato, nitrato, silicato, nitrito y oxígeno disuelto) y las condiciones biológicas encaminadas al estudio de bioindicadores (CPPS 2007)

El oxígeno tiene un comportamiento cíclico en el océano, se encuentra como componente de la atmósfera y llega al mar al disolverse en el agua, de donde lo toman los vegetales y los animales para su respiración. Con las corrientes y el oleaje la cantidad de oxígeno en el agua aumenta, pero los vegetales verdes también contribuyen a incrementar su cantidad, que durante el proceso de fotosíntesis, fijan el carbono y desprenden el oxígeno, como resultado de las reacciones químicas que efectúan, completándose el ciclo del oxígeno en el mar. La cantidad de oxígeno disuelto en el agua del mar es inversamente proporcional a la profundidad, encontrándose en los grandes fondos marinos áreas carentes de este gas. (Cifuentes y Torres 2003).

Continuando con el trabajo de (Carrillo 2011), se profundiza el análisis mensual del oxígeno disuelto en cada una de las profundidades en las que se realizan los muestreos realizados en las estaciones fijas ecuatorianas.

ÁREA DE ESTUDIO

Las estaciones fijas ecuatorianas se monitorearon a 10 millas costa afuera frente a las ciudades de La Libertad Lat. $02^{\circ}03'55''$, Long $81^{\circ}07'15''$ y Manta a Lat. $0^{\circ}52'60''$, Long $80^{\circ}49'60''$, (Figura 1)

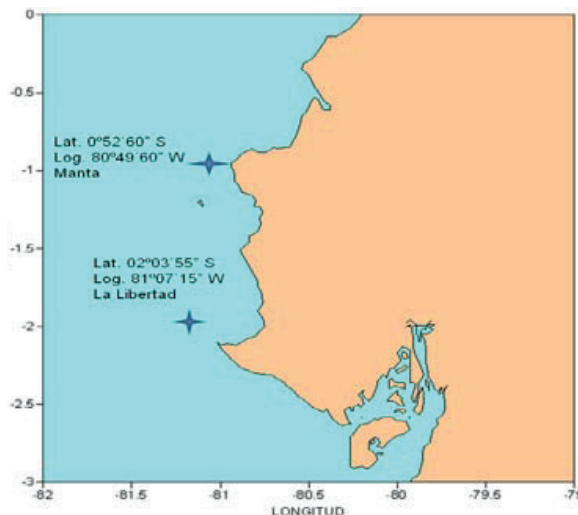


Figura 1 Área de Estudio

MATERIALES Y MÉTODOS

- Los recursos empleados para realizar el presente trabajo fueron:
- Base de datos de los monitoreos en estaciones fijas 10 millas costa afuera La Libertad y Manta desde 1988 y 1991 respectivamente, hasta marzo del 2013.
- Programas estadísticos para procesamiento de datos y gráficos.
- Equipos Informáticos.

Frecuencia de muestreo. Las estaciones costa afuera de La Libertad y Manta han sido monitoreadas desde diciembre de 1988 y 1991 respectivamente con muestreos cada 30 días, y en los últimos años se han realizado en los primeros meses del año cada 15 días.

Metodología de campo: Para la toma de las muestras de agua para oxígeno disuelto, se utilizó una botella Van Dorn, la misma que se lanzó de forma manual desde la superficie hasta los 100 m. de profundidad cerrándose a los niveles estándares (0, 10, 20, 30, 40, 50, 75 y 100 m). A bordo se tomaron alícuotas de las diferentes profundidades en botellas para Oxígeno Disuelto de 300 ml.

Metodología de laboratorio: Las muestras de oxígeno disuelto fueron procesadas lo más rápido posible y su contenido se determina por el método Iodométrico; éste consiste en la oxidación del hidróxido de manganeso por el oxígeno del agua del mar, cuando se les añade ácido; el manganeso oxidado reacciona con yoduro de potasio y pone en libertad una cantidad de yodo equivalente a la cantidad de oxígeno que se titula.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

Se partió de una base de datos obtenida en la estación fija La Libertad desde 1988, mientras que en la estación fija Manta en 1991, hasta marzo del 2013 se obtuvieron valores promedios en cada mes y a cada profundidad, se detalló en qué año se obtuvieron los mencionados máximos y mínimos, con los siguientes resultados:

La Libertad.

0 Metros: A nivel superficial en un promedio de 28 monitoreos por mes que fueron realizados desde el año 1988 hasta marzo del 2013, se destacaron el mínimo en febrero 1999 (4,41 ml/l), y en el mes de diciembre la concentración máxima se registró en 1997 (5,59 ml/l), tabla 1.

De 10 a 40 metros: No destacó la presencia

CONCENTRACIÓN DE OD A 0 METROS						
MES	MONITOREOS REALIZADOS	PROMEDIO (ml/l)	MAX (ml/l)	AÑO	MIN (ml/l)	AÑO
ENE	28	5,01	5,77	1990	4,24	1996
FEB	29	4,97	5,93	2001	4,41	1999
MAR	35	5,05	5,70	1992	4,09	2005
ABR	29	5,10	5,79	2009	4,54	2012
MAY	29	5,02	5,92	2006	4,08	1989
JUN	32	5,03	5,74	1991	4,39	1995
JUL	30	4,93	5,64	1990	4,27	1991
AGO	26	5,14	5,93	1999	4,13	1995
SEP	24	5,05	5,75	1992	4,07	1995
OCT	28	5,03	5,90	2005	4,35	1990
NOV	27	5,03	5,64	1992	4,22	1995
DIC	16	4,97	5,59	1997	4,18	1994

TABLA 1

de años en que los eventos climáticos se manifestaron con fuerza, en un promedio de 28 monitoreos por mes en cada una de éstas profundidades, en la tabla 2 se detallaron los valores máximos y mínimos mensuales en las mencionadas profundidades.

CONCENTRACIÓN DE OD DE 10 A 40 METROS			
MES	MONITOREOS REALIZADOS	MAX (ml/l)	MIN (ml/l)
ENE	28	5,66	1,60
FEB	29	5,67	1,50
MAR	35	5,52	1,98
ABR	29	5,49	2,18
MAY	29	5,84	1,86
JUN	32	5,63	1,93
JUL	29	5,20	1,90
AGO	28	5,73	2,04
SEP	24	5,64	2,09
OCT	28	5,66	1,50
NOV	27	5,52	1,97
DIC	16	5,50	1,36

TABLA 2

A 50 metros: Los años en que eventos cálidos se registraron lideraron los máximos mensuales, así febrero, marzo, mayo, junio y septiembre, tabla 3.

CONCENTRACIÓN DE OD A 50 METROS						
MES	MONITOREOS REALIZADOS	PROMEDIO (ml/l)	MAX (ml/l)	AÑO	MIN (ml/l)	AÑO
ENE	28	2,76	3,97	2010	1,63	1996
FEB	28	2,76	3,98	1992/1997	1,64	1995
MAR	35	2,65	3,98	1992	1,76	1989/2009
ABR	29	2,83	4,35	2011	1,31	1993
MAY	29	2,80	3,98	1997/1998/2000	1,83	2007
JUN	32	2,76	3,89	1997	1,83	2007
JUL	29	2,60	3,85	2011	1,8	1992
AGO	27	2,60	3,73	1993	1,82	2010
SEP	23	2,40	3,5	2002	1,31	1995
OCT	28	2,40	3,96	2003	1,31	1992
NOV	27	2,55	3,98	2001	1,31	1992/1994
DIC	15	2,77	4,13	2009	1,35	2010

TABLA 3

A 75 metros: Los años en que eventos “El Niño” se manifestaron con más fuerza (1997-1998), obtuvieron las concentraciones máximas encontrándose en 8 de los 12 meses, tabla 4.

CONCENTRACIÓN DE OD A 75 METROS						
MES	MONITOREOS REALIZADOS	PROMEDIO (ml/l)	MAX (ml/l)	AÑO	MIN (ml/l)	AÑO
ENE	28	2,17	3,42	1998	1,19	2011
FEB	25	2,23	3,37	1997	1,04	1995
MAR	35	2,35	3,50	1997	1,48	2013
ABR	29	2,31	3,34	1997	1,24	1994
MAY	27	2,47	3,63	2011	1,52	1993
JUN	32	2,46	3,56	1997	1,42	1994
JUL	29	2,37	3,40	1997	1,59	1996
AGO	26	2,22	3,06	1997	1,10	1994
SEP	23	2,15	2,91	1998	1,25	1992
OCT	28	1,99	3,02	2002	1,28	1995
NOV	27	2,20	3,38	2002	1,24	1992
DIC	15	2,35	3,65	2009	1,26	2010

TABLA 4

A 100 metros: Los años en que eventos cálidos se registraron lideraron los máximos mensuales (tabla 5), así se observaron en 7 meses, del promedio de 24 monitoreos realizados por mes, a la profundidad señalada, tomando en cuenta que en los meses de enero y marzo del 97 no se poseían valores a ésta profundidad.

CONCENTRACIÓN DE OD A 100 METROS						
MES	MONITOREOS REALIZADOS	PROMEDIO (ml/l)	MAX (ml/l)	AÑO	MIN (ml/l)	AÑO
ENE	23	1,98	2,61	2003	1,14	2011
FEB	23	2,00	3,10	2002	0,96	1995
MAR	31	2,05	3,09	1992	1,06	1996
ABR	25	1,98	2,93	1997	0,85	1993
MAY	26	2,10	3,54	2011	0,99	1993
JUN	28	2,13	3,35	1997	1,30	2000
JUL	27	2,09	3,25	1997	1,38	2010
AGO	23	2,04	2,90	1999	1,13	1995
SEP	20	1,94	2,54	2009	0,85	1992
OCT	22	1,83	2,85	2002	1,12	1995
NOV	24	1,85	3,04	2002	0,85	1992
DIC	15	2,04	2,99	2005	1,01	1993

TABLA 5

Manta

0 Metros: A nivel superficial en un promedio de 19 monitoreos a nivel superficial por mes, que

se realizaron desde 1991 hasta marzo del 2013, se destacó el valor mínimo obtenido en el evento La Niña de marzo 2000 (4,08 ml/l), también se apreció el mínimo de el año en que se manifestó “El Niño” con mayor fuerza, los meses de agosto y octubre tabla 6.

CONCENTRACIÓN DE OD A 0 METROS						
MES	MONITOREOS REALIZADOS	PROMEDIO (ml/l)	MAX (ml/l)	AÑO	MIN (ml/l)	AÑO
ENE	22	4,95	5,64	1993	4,08	1996
FEB	21	4,82	5,41	2002	4,19	1993
MAR	22	4,88	5,96	2009	4,08	2000
ABR	13	5,13	5,79	2009	4,55	1992
MAY	20	4,91	5,68	1994	4,08	1995
JUN	18	4,94	5,65	2006	4,64	2012
JUL	18	4,93	5,41	2010	4,55	2012
AGO	19	5,03	5,41	1991	4,56	1997
SEP	18	4,86	5,13	2001	4,05	1992
OCT	18	4,88	5,36	2008	4,55	1997
NOV	18	5,00	5,74	2008	4,27	1995
DIC	15	4,95	5,36	1992	4,75	2011

TABLA 6

De 10 a 40 metros: No destacó la presencia de años en que los eventos climáticos se han manifestado con mayor fuerza, en los 19 monitoreos mensuales que se han realizado hasta la fecha; en la tabla 7 se detallaron los valores máximos y mínimos mensuales en las mencionadas profundidades.

CONCENTRACIÓN DE OD DE 10 A 40 METROS			
MES	MONITOREOS REALIZADOS	MAX (ml/l)	MIN (ml/l)
ENE	22	5,64	1,88
FEB	22	5,80	1,89
MAR	22	5,66	1,90
ABR	13	5,40	2,34
MAY	20	5,68	1,19
JUN	18	5,61	2,13
JUL	18	5,26	2,11
AGO	19	5,41	2,23
SEP	18	5,15	1,77
OCT	18	5,25	1,95
NOV	18	5,47	1,45
DIC	15	5,36	1,78

TABLA 7

A 50 metros: Del promedio de 19 monitoreos por mes que se posee en la base de datos (tabla 8), se resaltó la concentración mínima en febrero de 1999 (1,82 ml/l).

CONCENTRACIÓN DE OD A 50 METROS						
MES	MONITOREOS REALIZADOS	PROMEDIO (ml/l)	MAX (ml/l)	AÑO	MIN (ml/l)	AÑO
ENE	22	2,74	4,43	1993	1,75	2006
FEB	22	2,76	3,91	2001	1,82	1999
MAR	22	2,85	3,74	2010	1,81	1994
ABR	13	3,24	3,85	2012	2,04	2006
MAY	20	2,78	3,82	2008	1,19	1994
JUN	18	2,99	4,18	2004	1,96	2007
JUL	18	2,75	4,25	2001	1,80	2007
AGO	19	2,96	4,61	1996	2,11	2004
SEP	18	2,74	4,72	2002	1,75	1992
OCT	18	2,81	4,68	2003	1,43	1995
NOV	18	2,87	4,89	2005	1,42	1992
DIC	15	2,90	4,54	2009	1,71	2011

TABLA 8

A 75 metros: Los máximos mensuales de la base de datos se registraron en los años donde un evento cálido se manifestó, tabla 9.

CONCENTRACIÓN DE OD A 75 METROS						
MES	MONITOREOS REALIZADOS	PROMEDIO (ml/l)	MAX (ml/l)	AÑO	MIN (ml/l)	AÑO
ENE	22	2,43	4,38	1993	1,44	2011
FEB	22	2,46	3,49	1997	1,78	1999
MAR	22	2,52	3,36	1992/2002	1,53	1994
ABR	13	2,68	3,36	2011	1,99	2006
MAY	20	2,48	3,27	2006	1,02	1994
JUN	18	2,60	3,44	2004	1,73	2007
JUL	18	2,44	3,19	1999	1,72	2007
AGO	19	2,50	3,58	1997	1,62	2009
SEP	18	2,27	2,89	2004	1,47	1991
OCT	18	2,08	2,86	1997	1,33	1995
NOV	18	2,21	3,59	1997	1,16	1992
DIC	15	2,49	3,90	1997	1,02	1992

TABLA 9

A 100 metros: Los valores máximos en el 97 se apreciaron los meses de agosto, noviembre y diciembre, el evento “El Niño” del 92 presentó su concentración máxima en febrero; en los meses de marzo a julio y el mes de septiembre del 97

lamentablemente no se poseía información por no haberse monitoreado en esta estación fija,

En octubre se aprecia la concentración mínima detectada de oxígeno disuelto en La Niña del 2000, tabla 10.

CONCENTRACIÓN DE OD A 100 METROS						
MES	MONITOREOS REALIZADOS	PROMEDIO (ml/l)	MAX (ml/l)	AÑO	MIN (ml/l)	AÑO
ENE	18	1,97	2,90	2004	0,95	1996
FEB	21	2,22	2,94	1992	1,39	2013
MAR	22	2,12	2,89	2010	1,21	2009
ABR	12	2,33	2,78	2001	1,69	2006
MAY	18	2,20	3,18	2006	0,91	1994
JUN	18	2,18	3,20	2006	1,41	1996
JUL	18	2,26	2,73	2009	1,37	2007
AGO	17	2,25	3,37	1997	1,48	2009
SEP	17	1,97	2,76	1999	1,07	1991
OCT	16	1,67	2,37	1993	0,77	2000
NOV	17	2,06	3,14	1997	1,33	1995
DIC	14	2,18	3,38	1997	0,96	1992

TABLA 10

DISCUSIONES

LA LIBERTAD:

Se comparan los resultados obtenidos con la distribución subsuperficial en la mencionada estación tomada de (Carrillo 2011), Fig 2. donde se evidencia que durante los años donde se manifestaron eventos “El Niño”, el oxígeno disuelto se profundiza en la columna de agua.

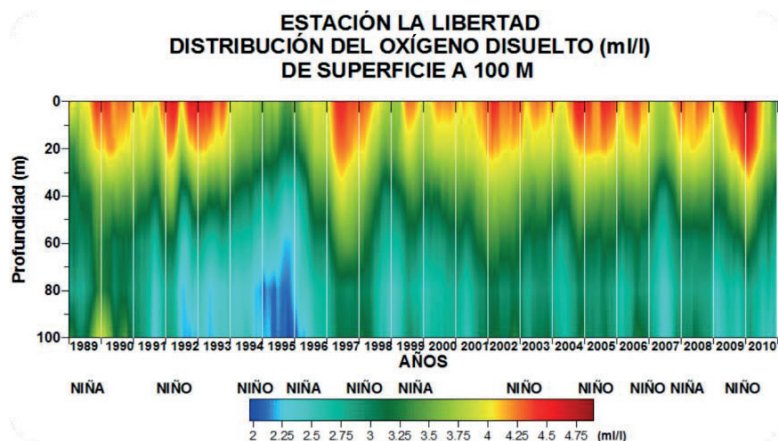


Figura 2. Tomado de Carrillo 2011

El presente trabajo analiza cada una de las profundidades en que se estratifica la columna de agua en esta estación fija, donde se cuenta con datos mensuales desde 1988 y hasta marzo del 2013, se apreció que en el mes de mayo el valor máximo se presentó en el año 2011, el valor siguiente en el mencionado mes es de 3.45 ml/l y se lo obtuvo en 1997, de la misma manera en septiembre, los máximos valores

se manifestaron en 1998 (2.91 ml/l), y el dato que le sigue en intensidad se manifestó en 1997 (2.88 ml/l), y en octubre, el año donde se obtuvo el máximo valor fue en el 2002, el segundo valor más alto fue el registrado en 1997 (2.66 ml/l), es decir que en esta estación fija en 10 de los 12 meses se presentaron los máximos mensuales en años donde eventos “El Niño” fuerte ocurrieron. Figura 3.

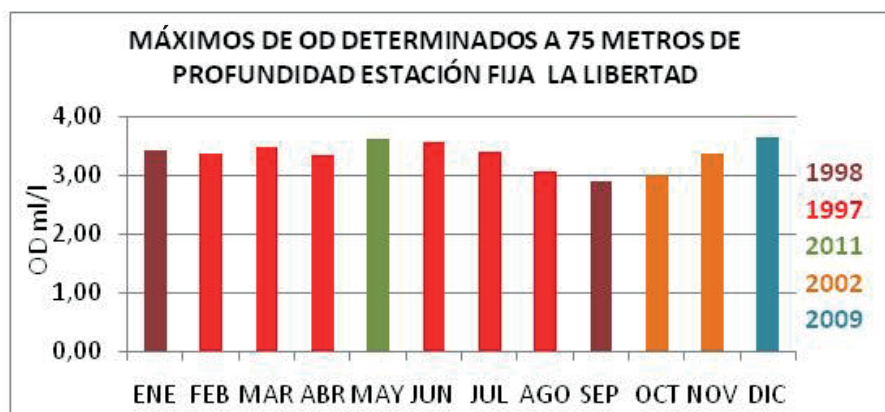


Figura 3. Distribución mensual de Oxígeno Disuelto.

MANTA:

Manifiesta la misma tendencia que su estación homóloga, pero en menor concentración, figura 4.

Al revisar la base de datos desde 1991 hasta marzo del 2013, notamos que las concentraciones máximas por mes las tenemos en Enero del 93, sin embargo el segundo valor en intensidad corresponde al 98 (3.77 ml/l), en los meses de marzo a Julio y el mes de septiembre del 97, no se posee

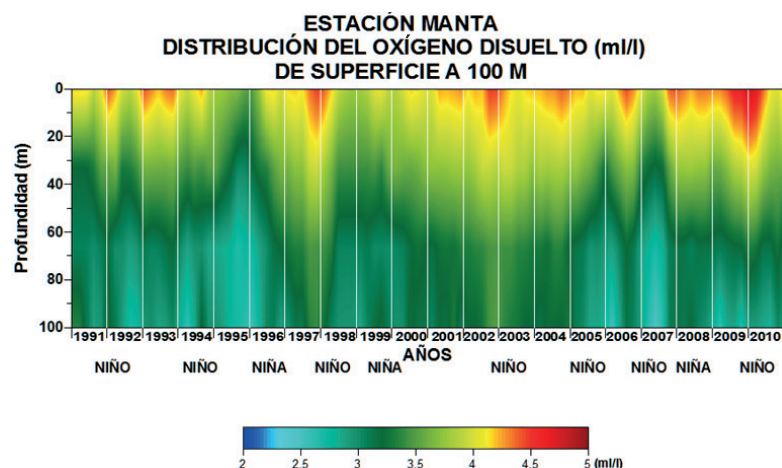


Figura 4. Tomado de Carrillo 2011

información por no haberse monitoreado en esta estación fija, (ya que de poseer datos en los mencionados meses, se mantenía la tendencia presentada en la estación fija La Libertad), en el resto de meses, los valores máximos se los observa en 1997, figura 5.

El oxígeno disuelto en la estación fija Manta a 75 metros de profundidad, presenta el mayor valor máximo en comparación con la estación La Libertad, así mismo en Manta se aprecia el valor mínimo más bajo, sin embargo el promedio de las dos estaciones es similar, tabla 11.

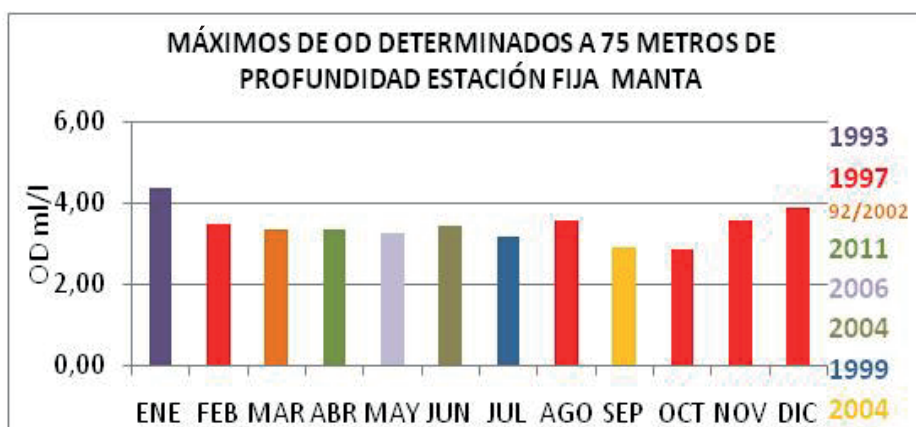


Figura 5. Distribución mensual de Oxígeno Disuelto.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO OD A 75 m DE PROFUNDIDAD			
ESTACIÓN FIJA	MAX (ml/l)	MIN (ml/l)	PROMEDIO (ml/l)
LA LIBERTAD	3,65	2,91	3,35
MANTA	4,38	2,86	3,44

TABLA 11

CONCLUSIONES

La ejecución de un análisis de la concentración de oxígeno disuelto, en la columna de agua a las profundidades estándares, demuestra que a 75 metros en los años en que se manifestaron eventos “El Niño”, se encuentran las mayores concentraciones mensuales, en las dos estaciones fijas, lo que permite aportar con tendencias de

comportamiento de un parámetro químico, para advertir el inicio de un evento cálido.

Este análisis permite determinar que el promedio de los máximos mensuales de oxígeno disuelto a 75 metros de profundidad en las dos estaciones fijas es 3,4 ml/l, por lo que la isolínea de 2,5 ml/l, se presenta profundizada en los años “El Niño” fuerte.

El seguimiento que se realiza al comportamiento químico de las estaciones fijas ecuatorianas posibilita indicar que a 75 metros de profundidad en la estación fija Manta las concentraciones del oxígeno disuelto presentan los valores máximos y mínimos extremos, dejando sentada su importancia como punto geográfico ideal para registrarla manifestación de eventos climáticos.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento a las autoridades del INOCAR que facilitaron la realización del presente artículo.

BIBLIOGRAFÍA

Carrillo, P. 2011. *Comportamiento del Oxígeno y Micronutrientes en dos Estaciones Costeras La Libertad y Manta, como aporte al Conocimiento del Fenómeno El Niño*, Tesis de Maestría, Universidad de Guayaquil. p.9, 53-95.

Cifuentes, J. Torres, M. 2003. *El Océano y sus recursos II*. Las Ciencias del Mar, México, Segunda Edición, Editorial Fondo de Cultura Económica. p.9, 130-154.

Comisión Permanente del Pacífico Sur. 2007. *Programa del Estudio Regional del Fenómeno El Niño*. Perú. p.5.

Palacios, C. Burgos, L. 2007. *Estudio Comparativo de la Calidad del agua en el área marino-costera estaciones fijas*. Acta Oceanográfica INOCAR-Ecuador. p. 43.

Zambrano, E., 1986. *El Fenómeno El Niño y la Oscilación del Sur (ENSO)*, Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, Tomo 3(1) p.195-201.

Zambrano, E., 1996. *El Niño*, Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, Tomo 8(1) p.110-113.