

Figura B.26: Rango mensual de la concentración de clorofila (mg/m^3) estimada a partir de MODIS/Aqua L3 en el período 2003-2013. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

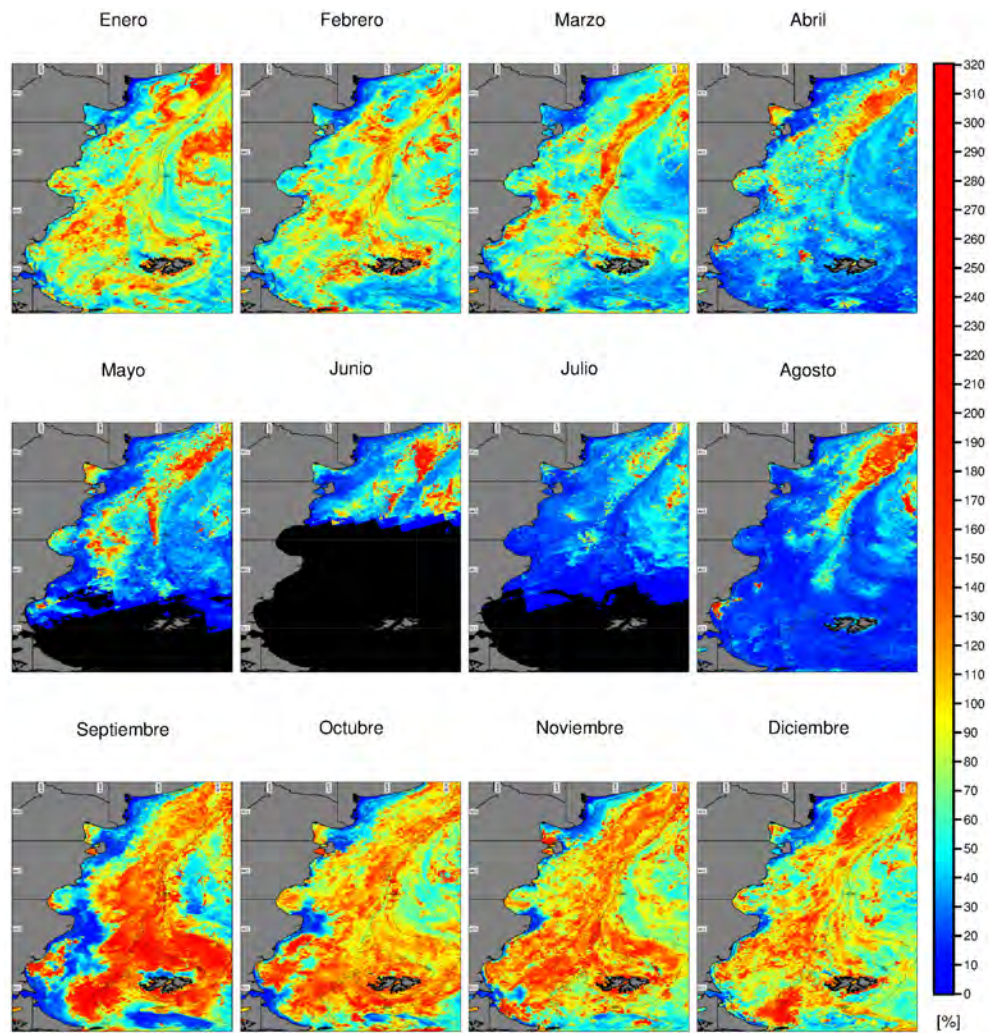


Figura B.27: Coeficiente de variación (%) mensual de la concentración de clorofila estimada a partir de MODIS/Aqua L3 en el período 2003-2013. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

B.2.2 Anomalías

B.2.2.1 Anomalías anuales

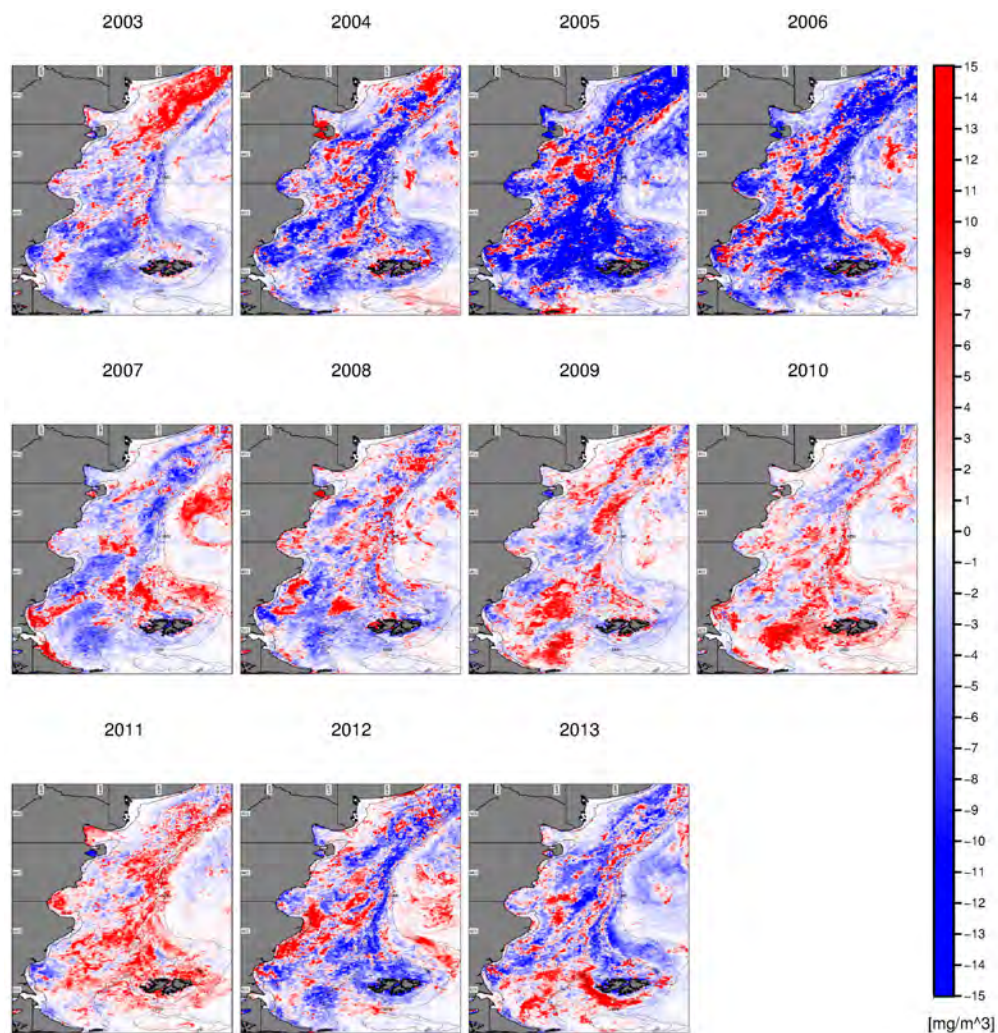


Figura B.28: Anomalías anuales en la máxima de la concentración de clorofila (mg/m^3) estimada a partir de MODIS/Aqua L3 en el período 2003-2013. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

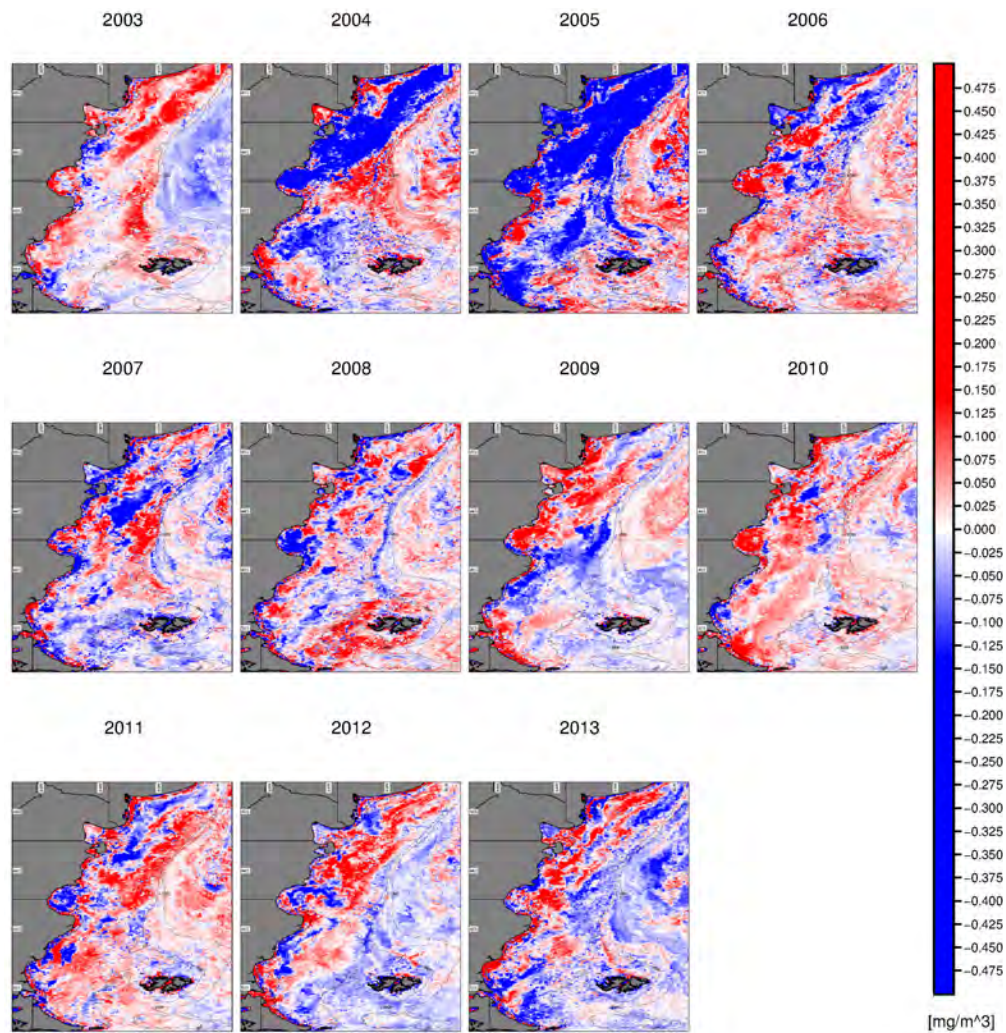


Figura B.29: Anomalías anuales en la mínima de la concentración de clorofila (mg/m^3) estimada a partir de MODIS/Aqua L3 en el período 2003-2013. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

B.2.2.2 Anomalías mensuales

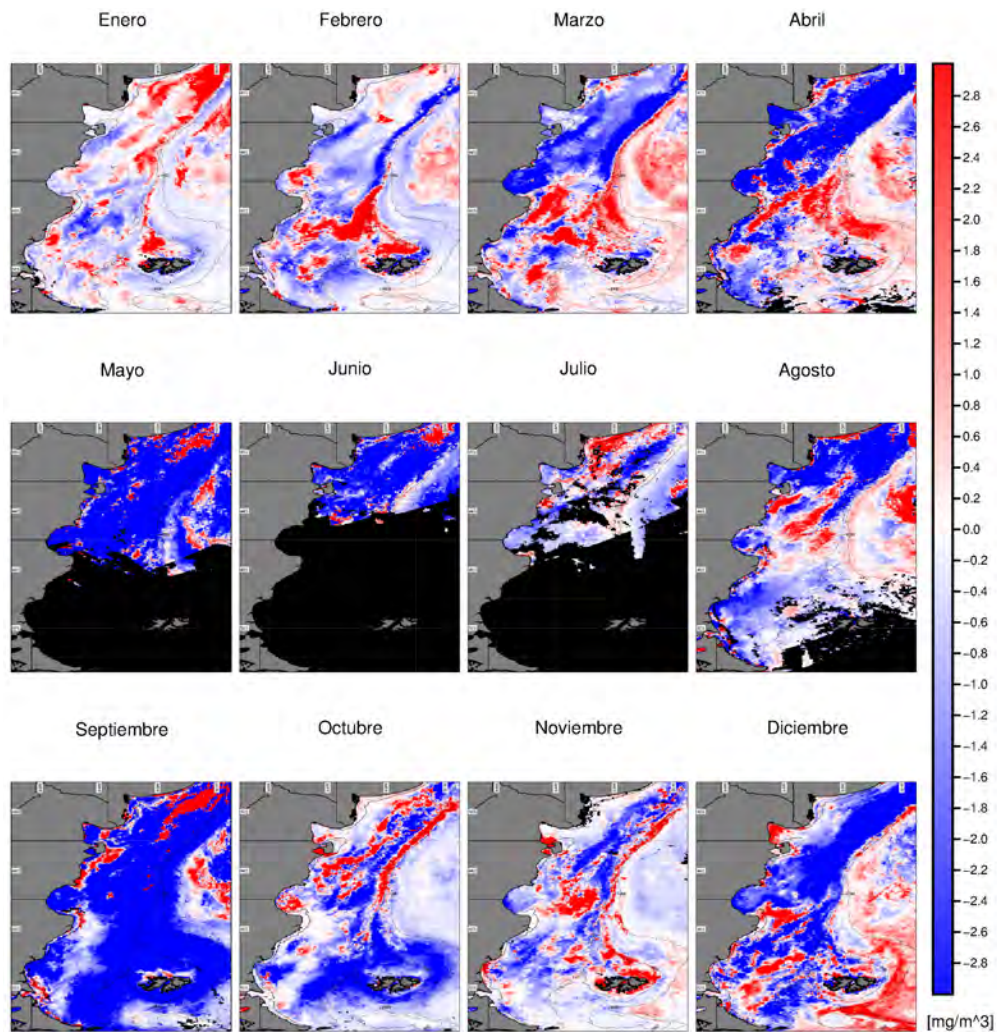


Figura B.30: Anomalías mensuales en la concentración media de clorofila (mg/m^3) del año 2004. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

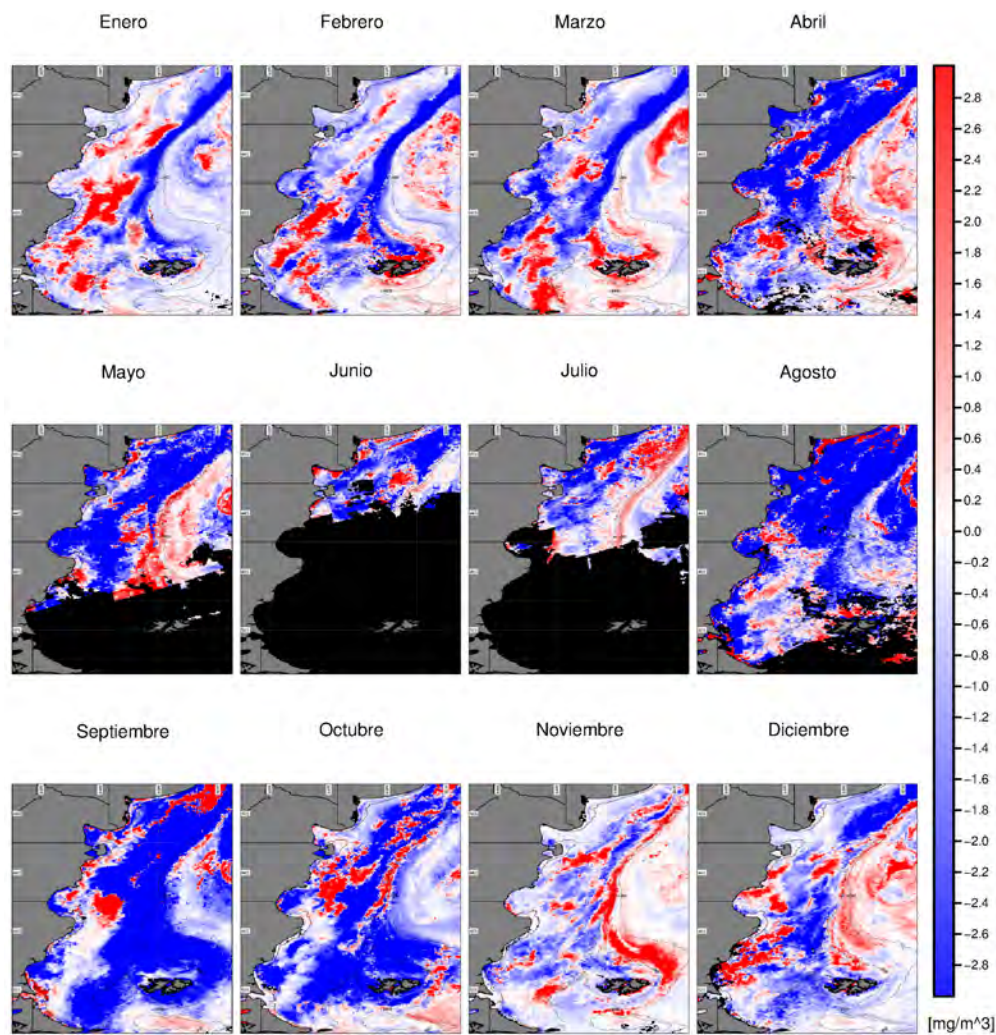


Figura B.31: Anomalías mensuales en la concentración media de clorofila (mg/m^3) del año 2006. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

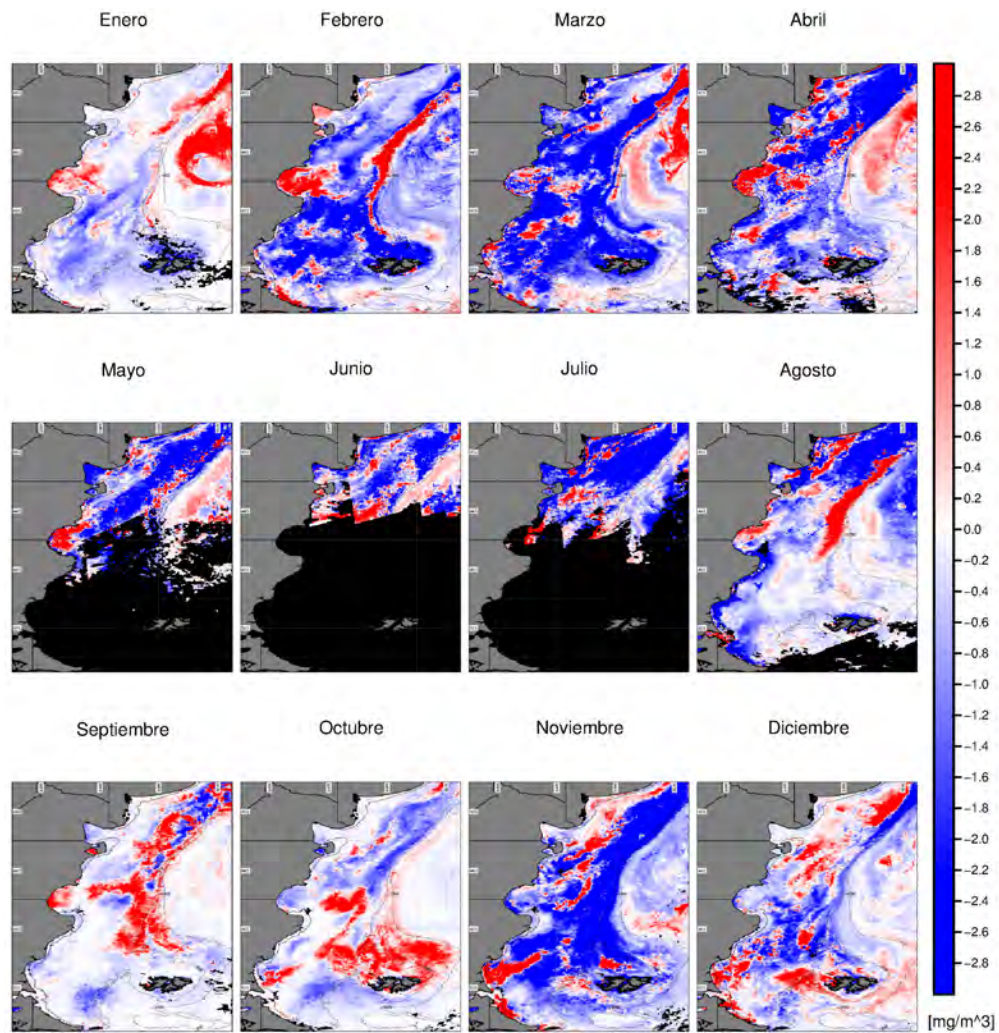


Figura B.32: Anomalías mensuales en la concentración media de clorofila (mg/m^3) del año 2007. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

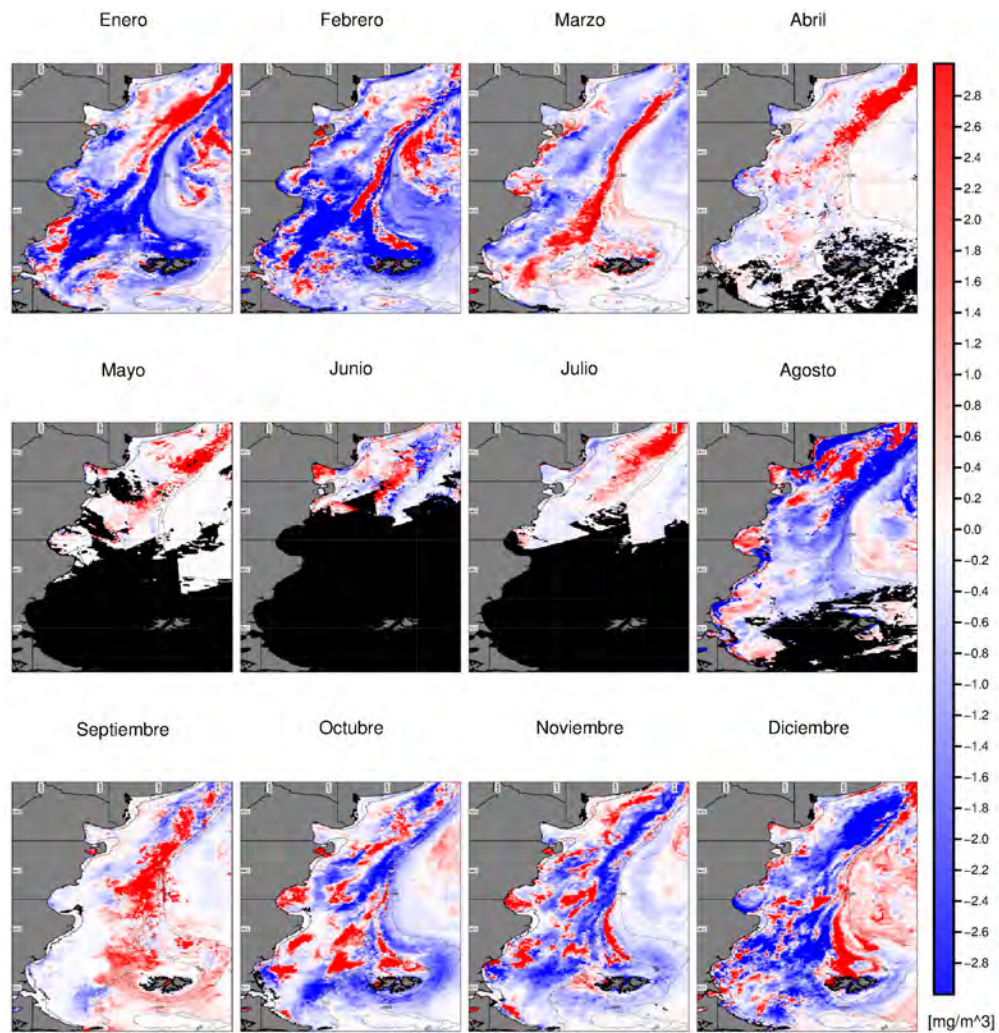


Figura B.33: Anomalías mensuales en la concentración media de clorofila (mg/m^3) del año 2008. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

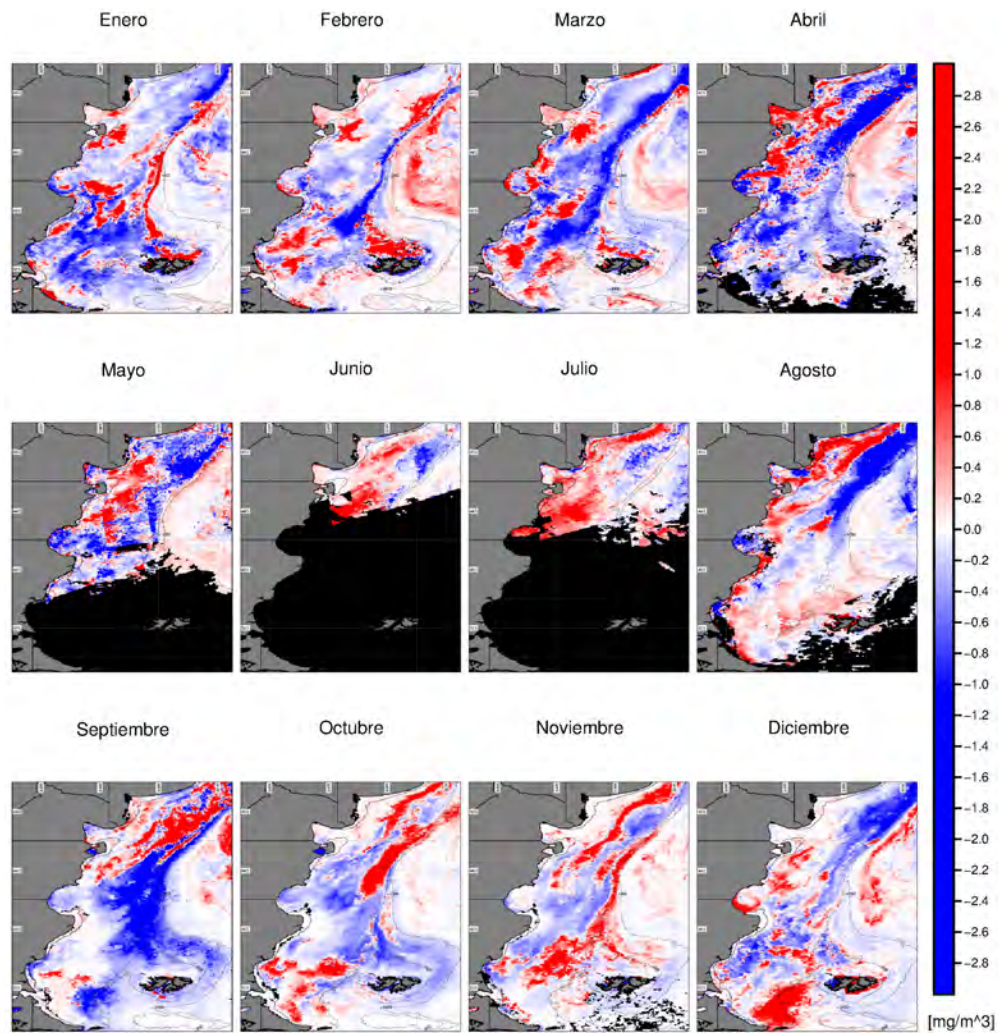


Figura B.34: Anomalías mensuales en la concentración media de clorofila (mg/m^3) del año 2009. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

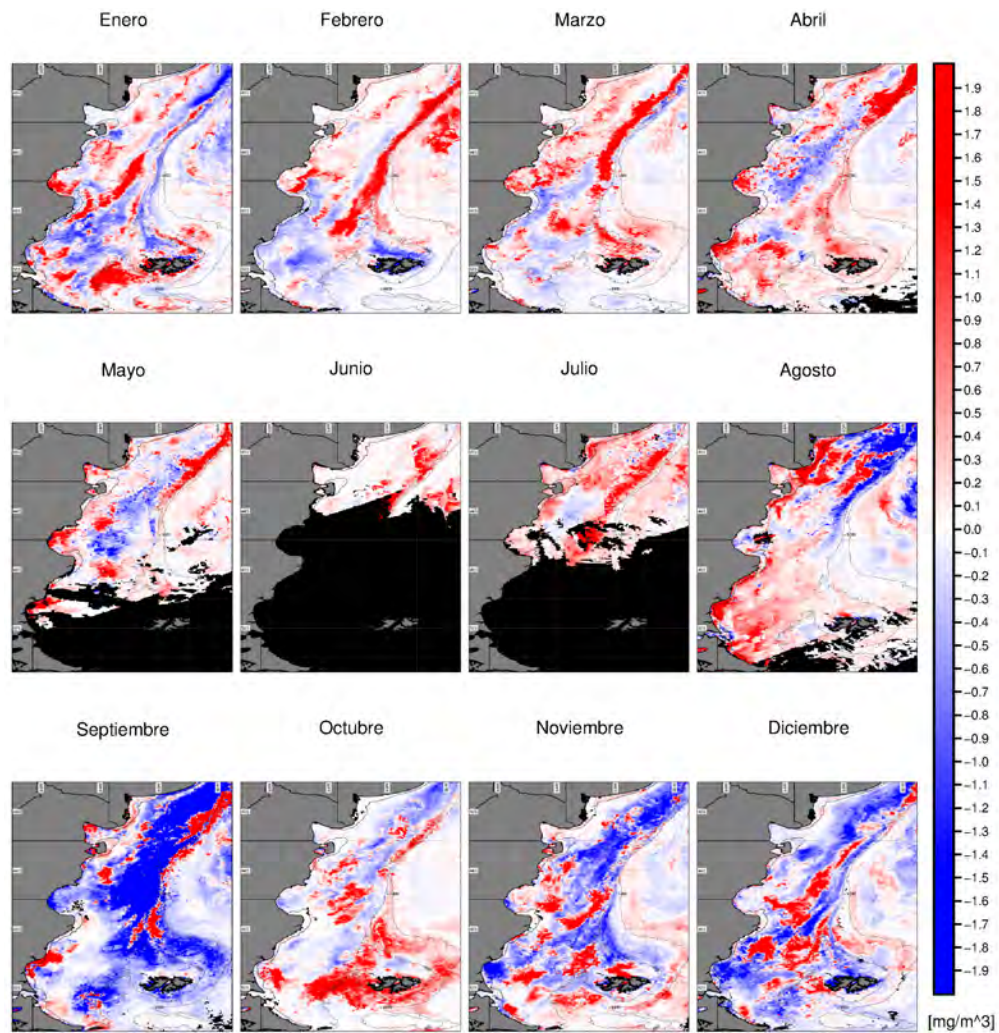


Figura B.35: Anomalías mensuales en la concentración media de clorofila (mg/m^3) del año 2010. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

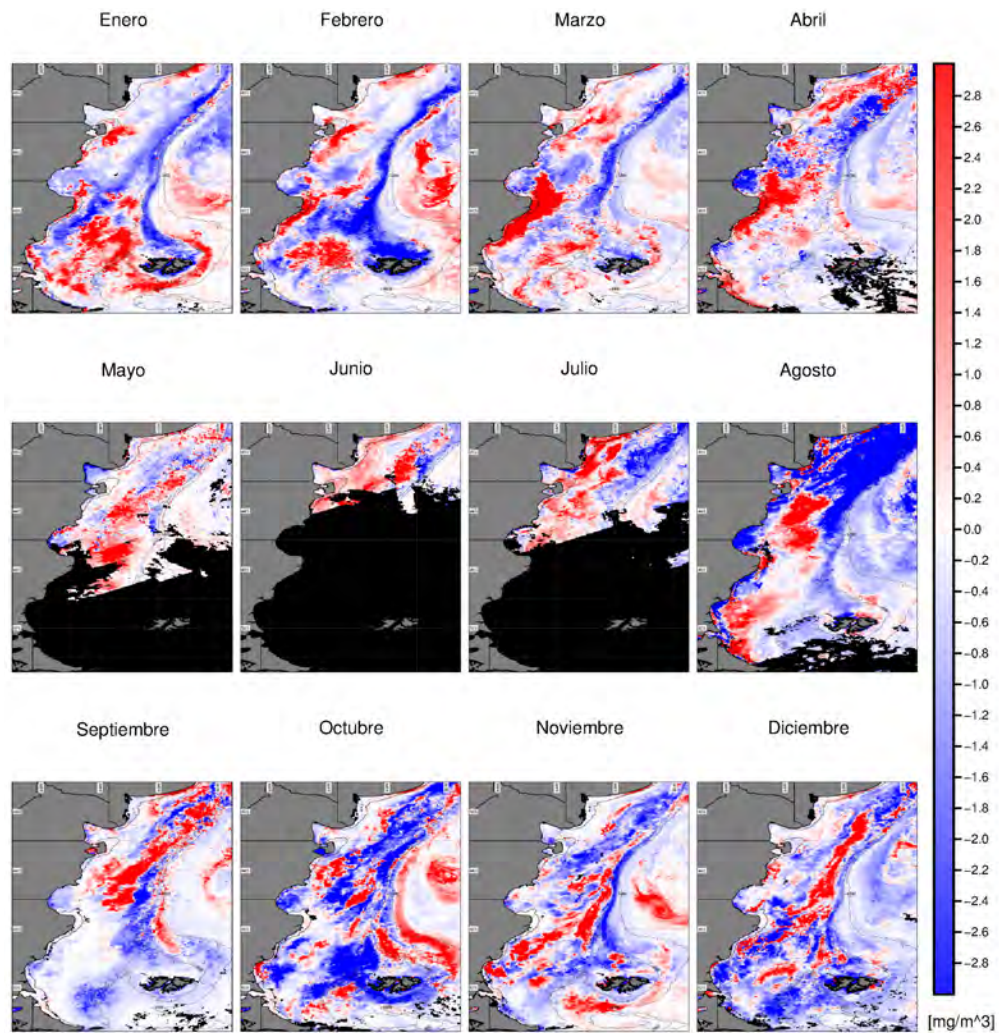


Figura B.36: Anomalías mensuales en la concentración media de clorofila (mg/m^3) del año 2012. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

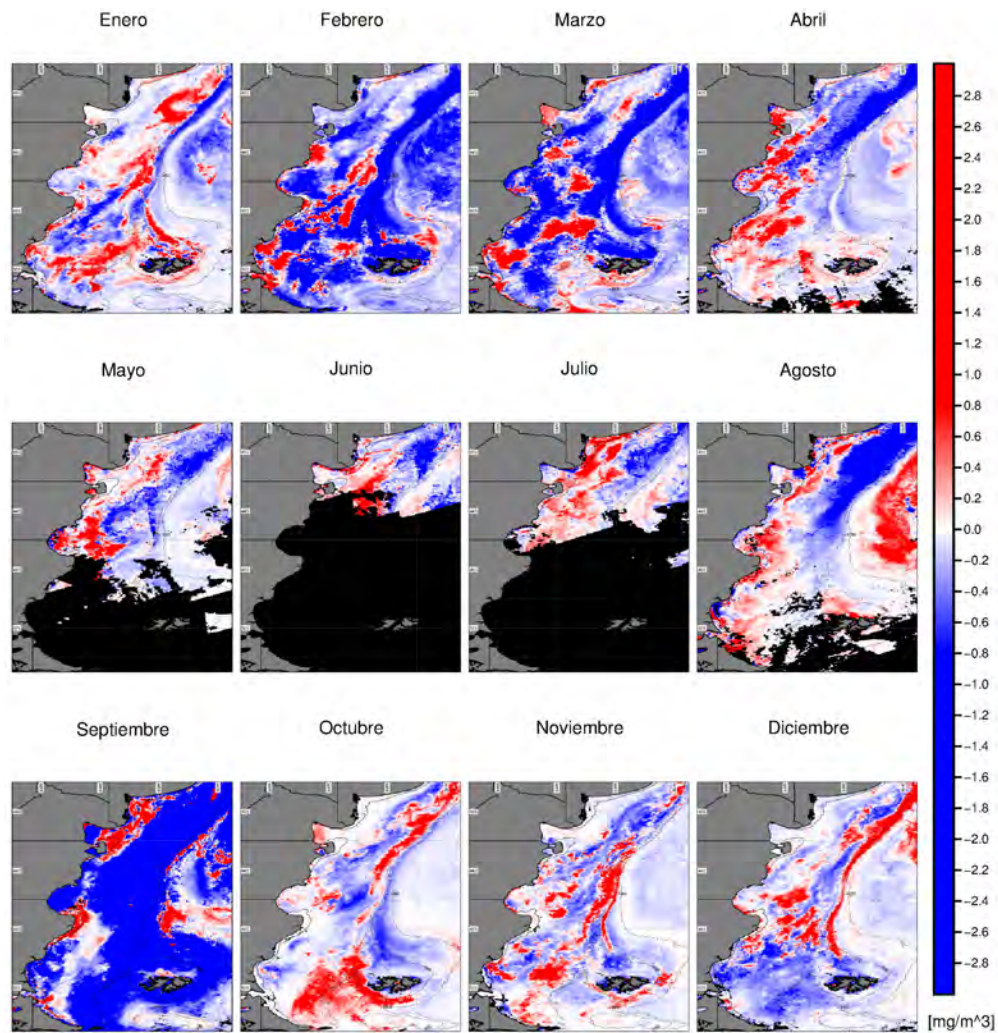


Figura B.37: Anomalías mensuales en la concentración media de clorofila (mg/m^3) del año 2013. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

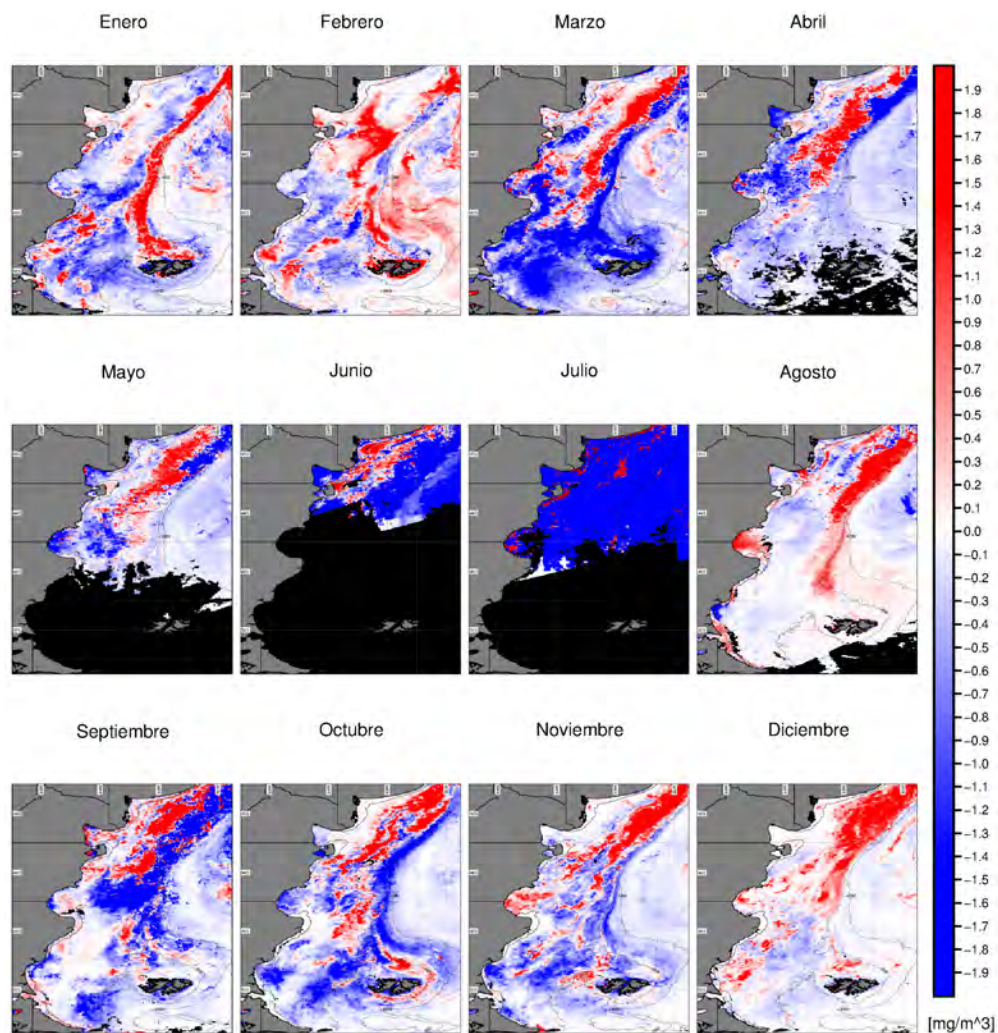


Figura B.38: Anomalías mensuales en la concentración máxima de clorofila (mg/m^3) del año 2003. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

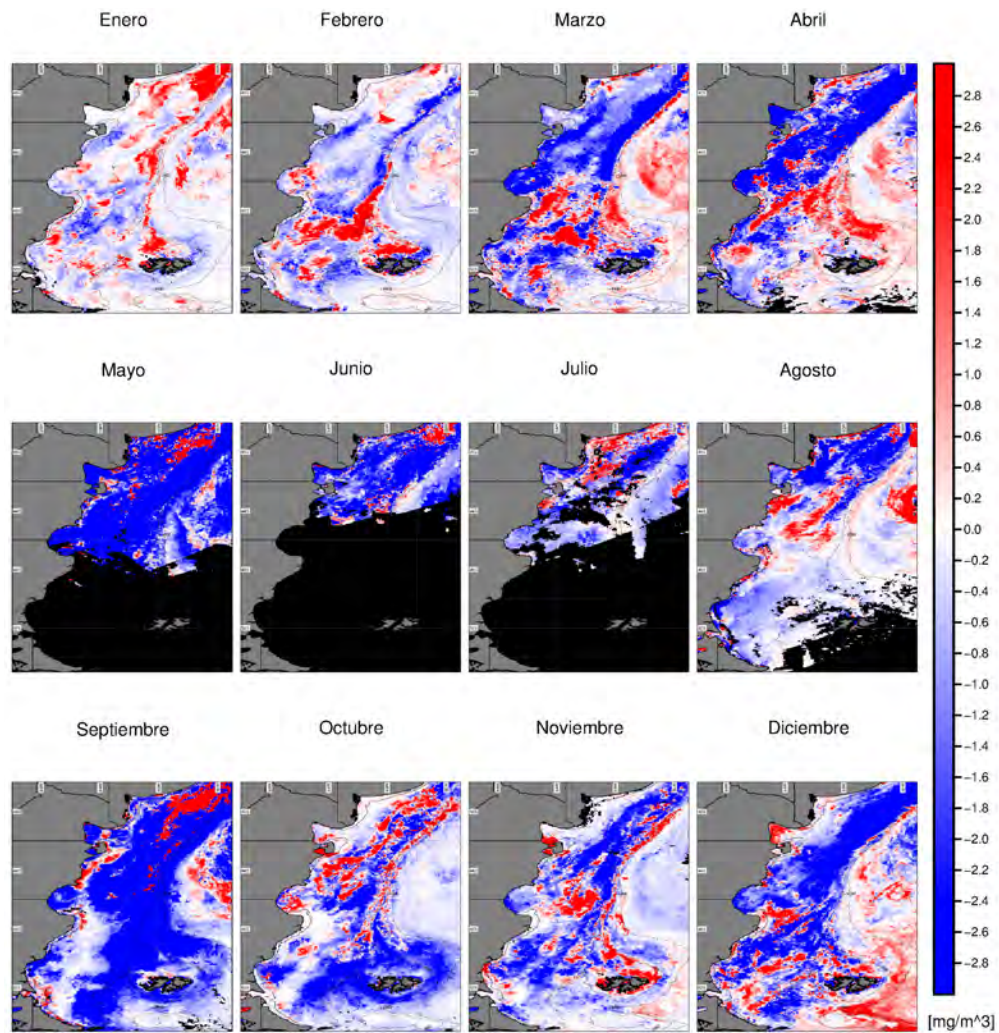


Figura B.39: Anomalías mensuales en la concentración máxima de clorofila (mg/m^3) del año 2004. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

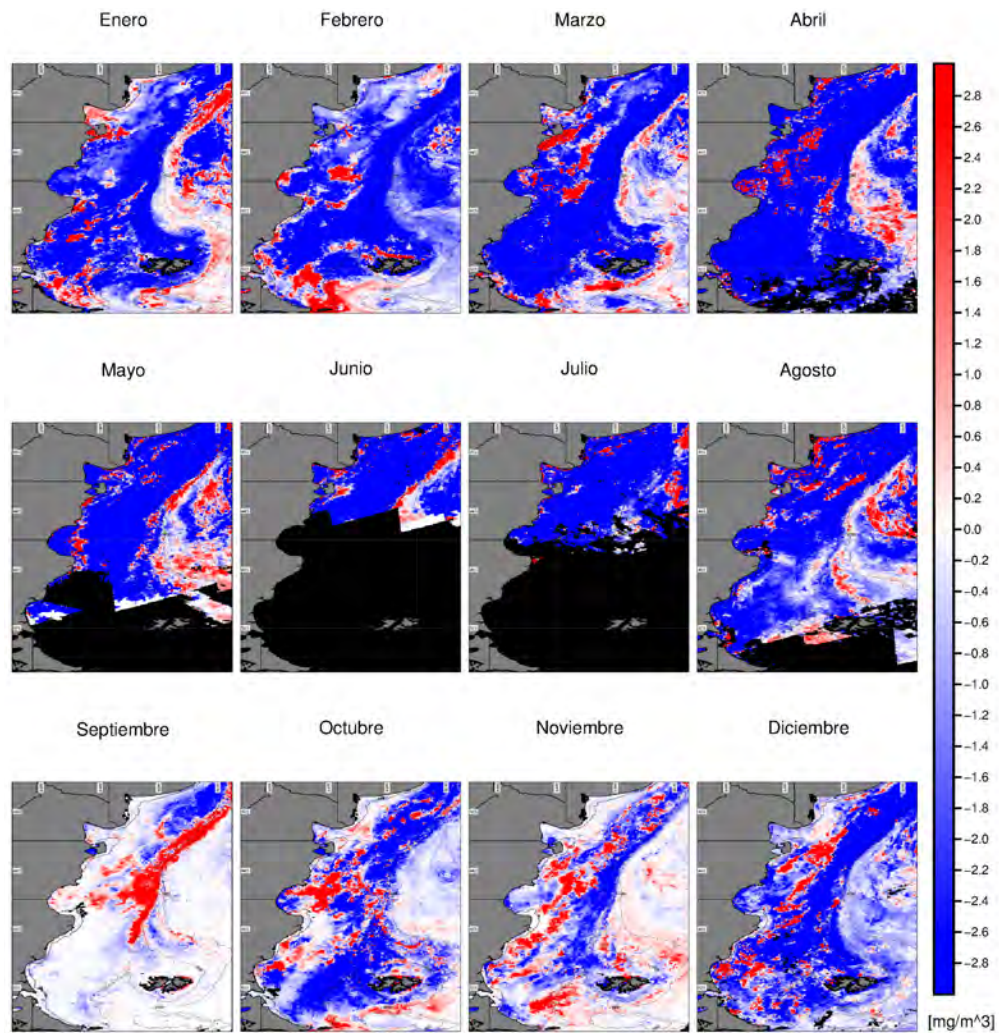


Figura B.40: Anomalías mensuales en la concentración máxima de clorofila (mg/m^3) del año 2005. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

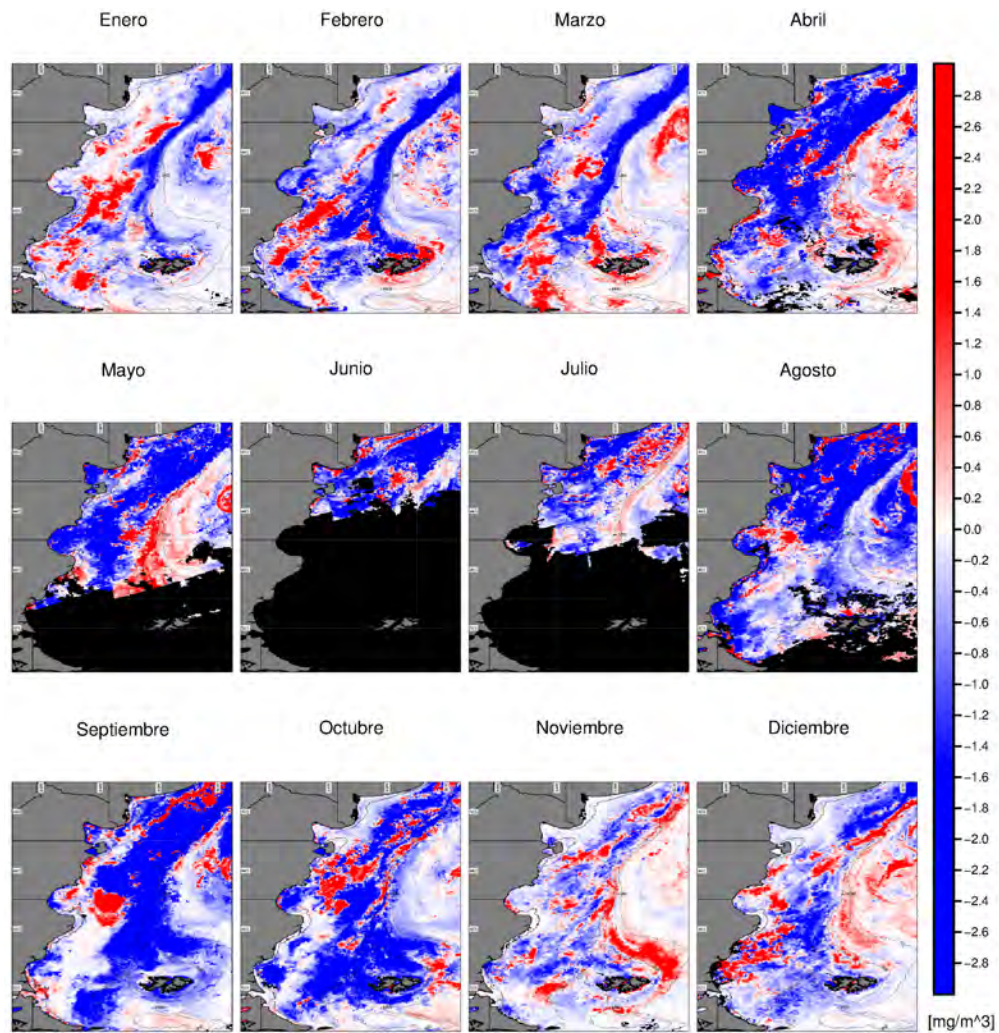


Figura B.41: Anomalías mensuales en la concentración máxima de clorofila (mg/m^3) del año 2006. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

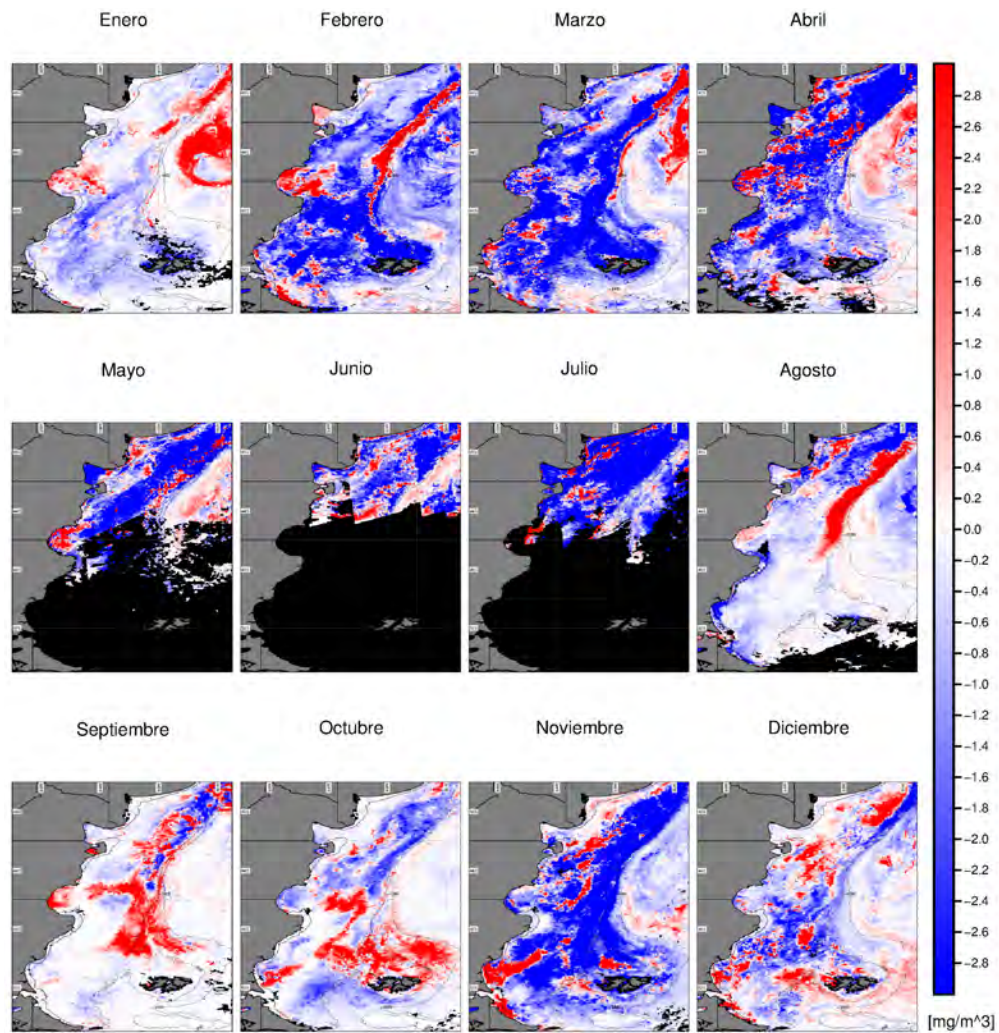


Figura B.42: Anomalías mensuales en la concentración máxima de clorofila (mg/m^3) del año 2007. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

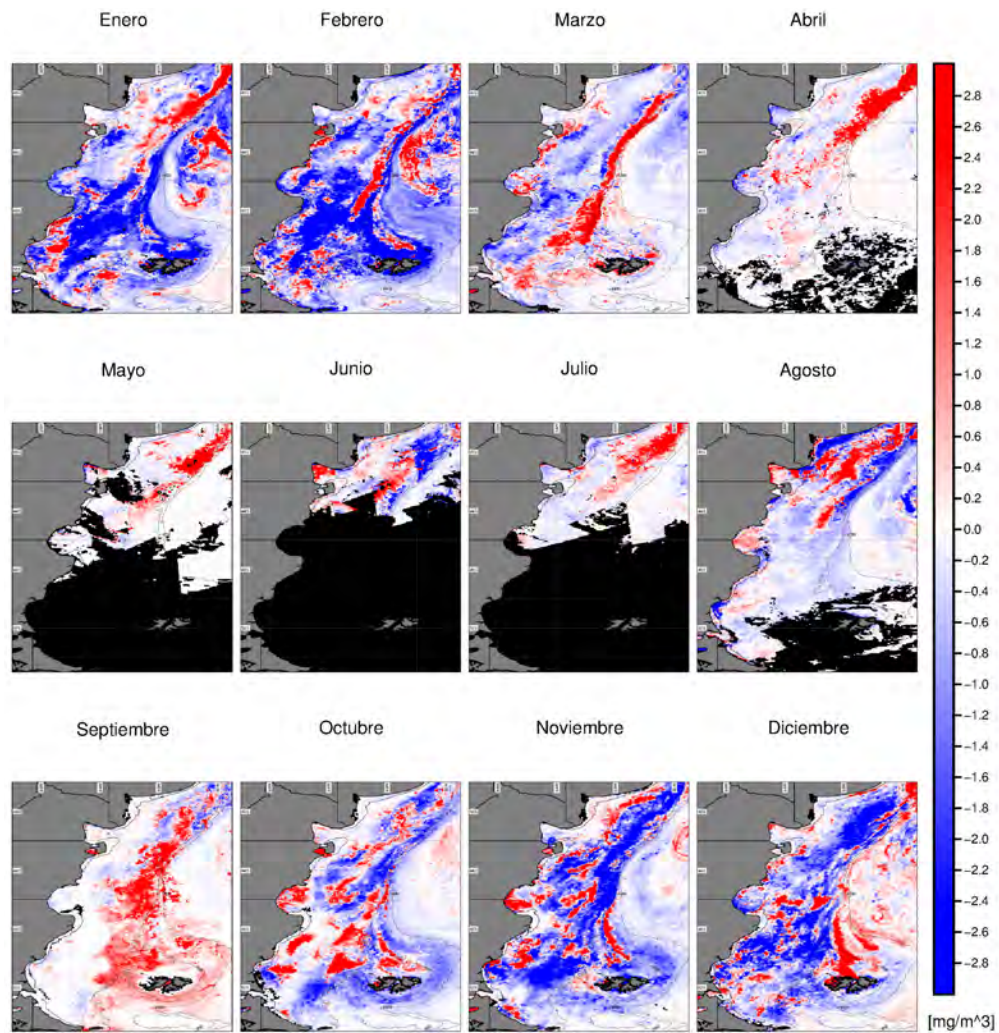


Figura B.43: Anomalías mensuales en la concentración máxima de clorofila (mg/m^3) del año 2008. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

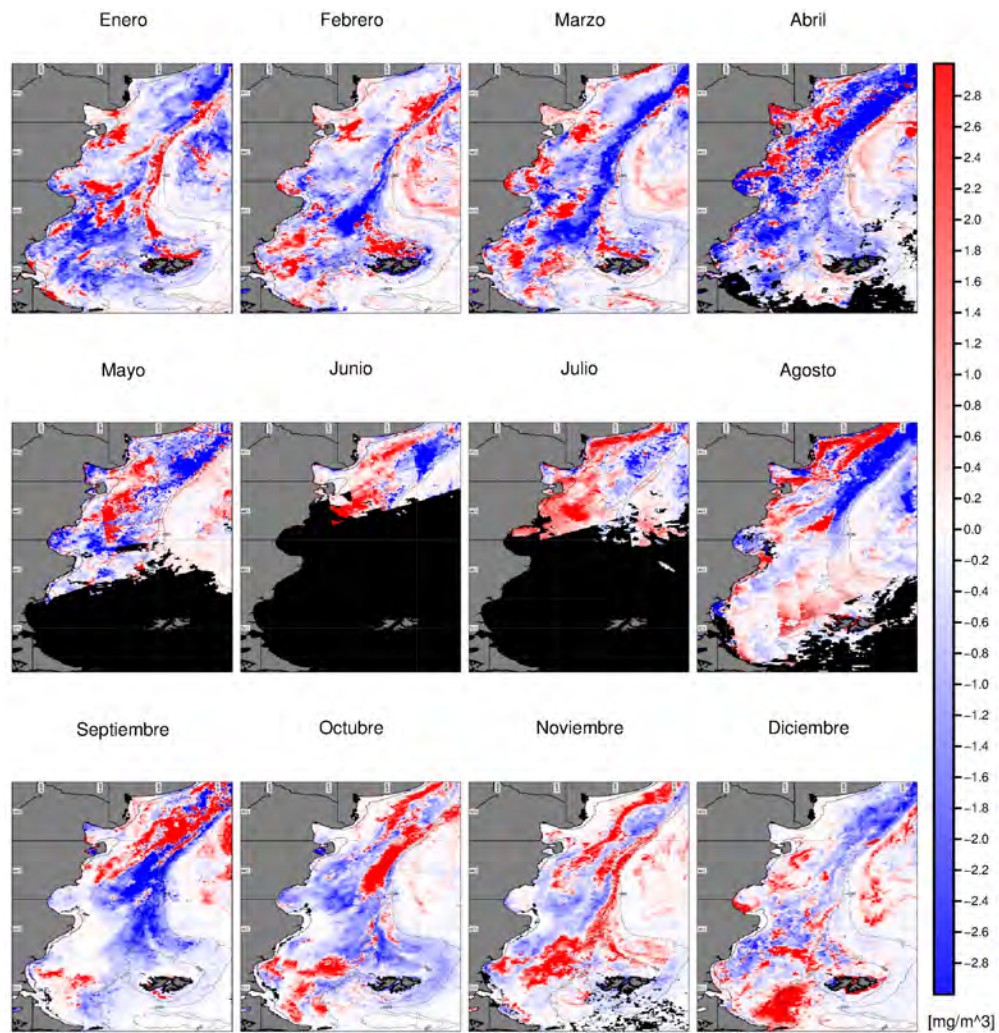


Figura B.44: Anomalías mensuales en la concentración máxima de clorofila (mg/m^3) del año 2009. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

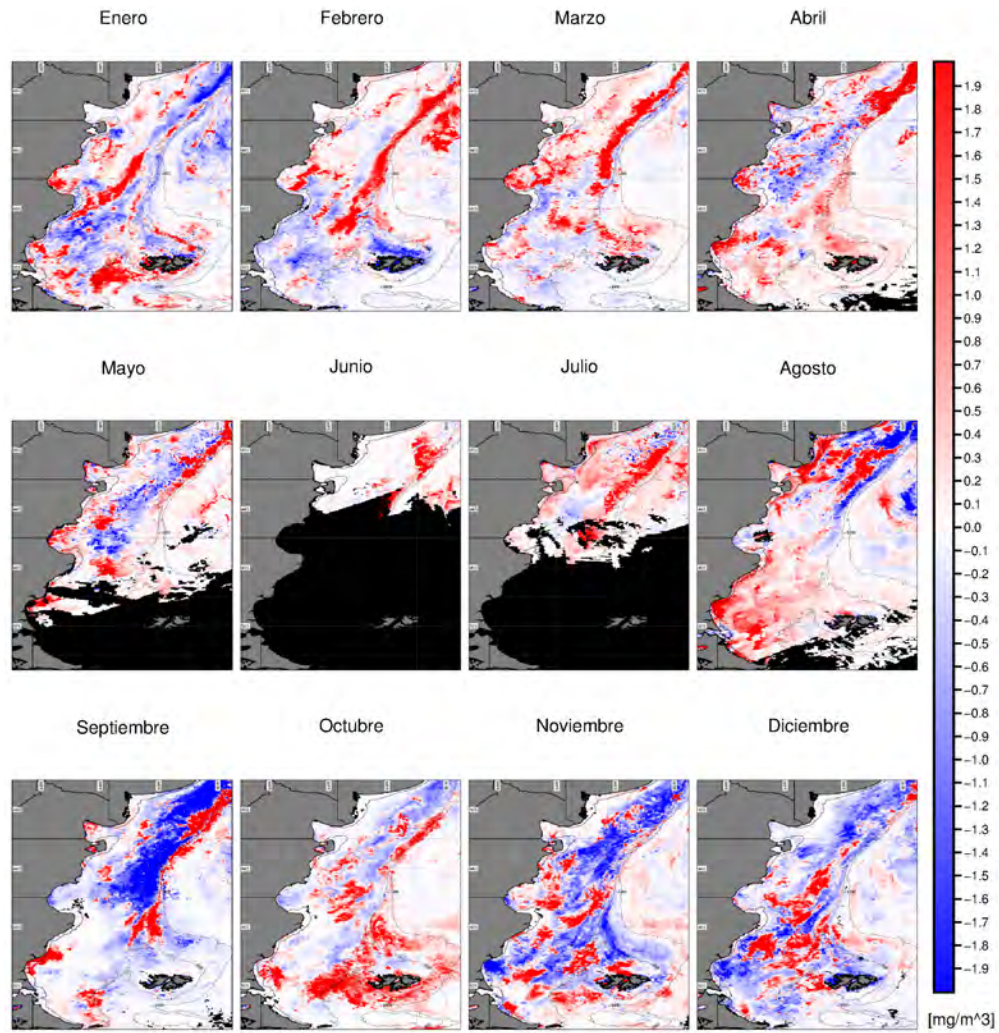


Figura B.45: Anomalías mensuales en la concentración máxima de clorofila (mg/m^3) del año 2010. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

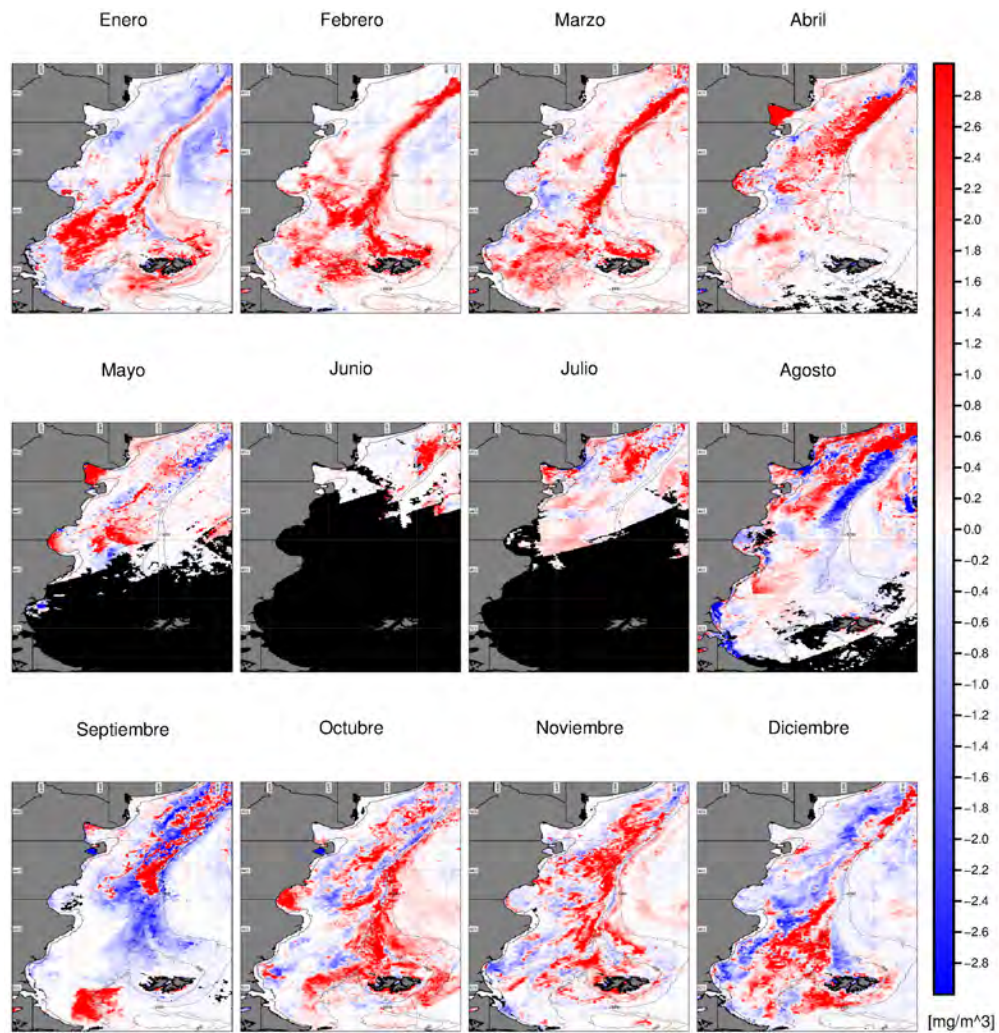


Figura B.46: Anomalías mensuales en la concentración máxima de clorofila (mg/m^3) del año 2011. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

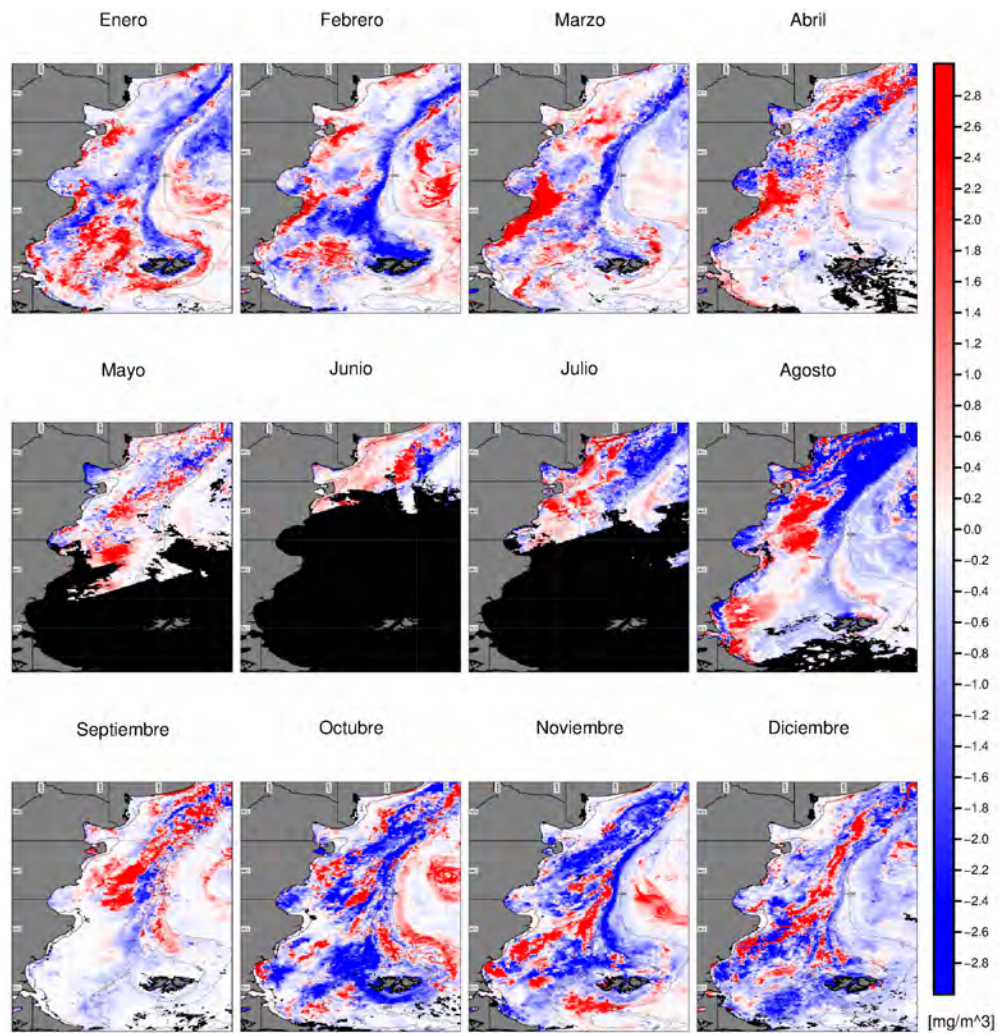


Figura B.47: Anomalías mensuales en la concentración máxima de clorofila (mg/m^3) del año 2012. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

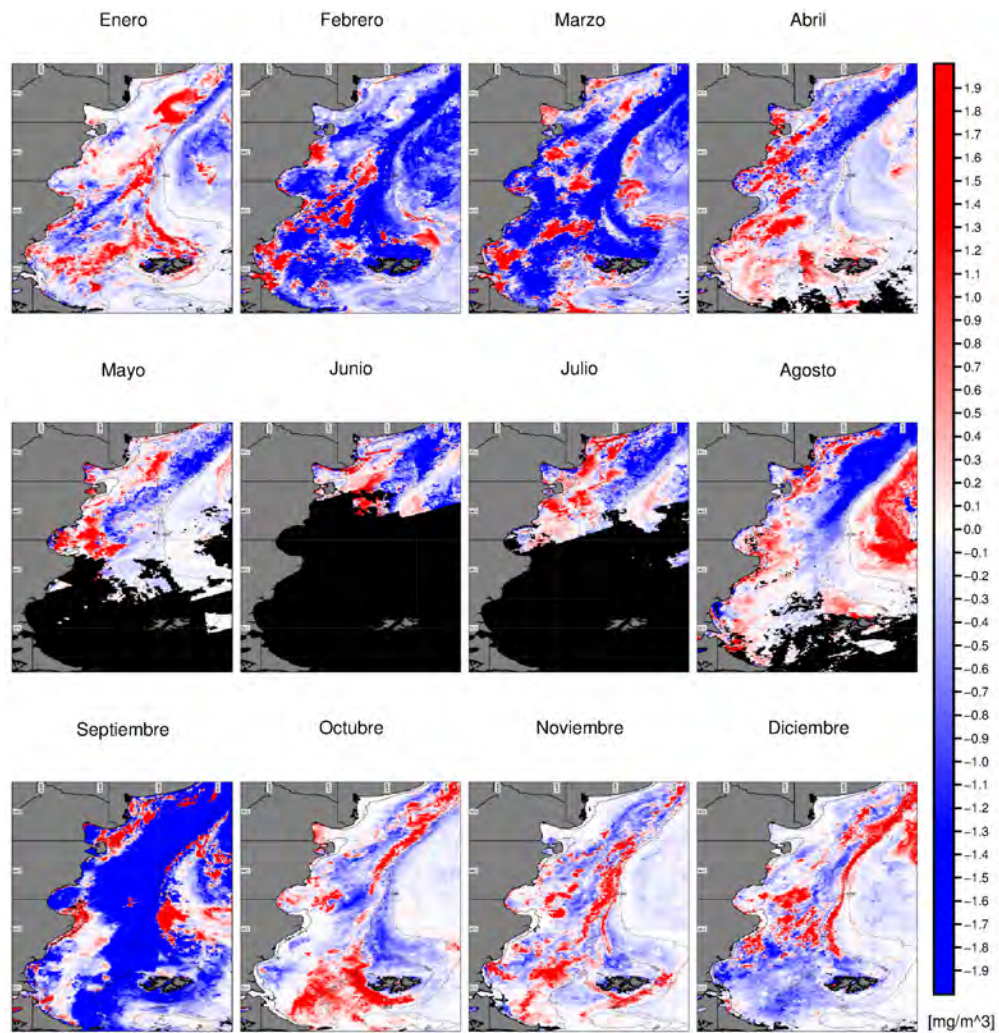


Figura B.48: Anomalías mensuales en la concentración máxima de clorofila (mg/m^3) del año 2013. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

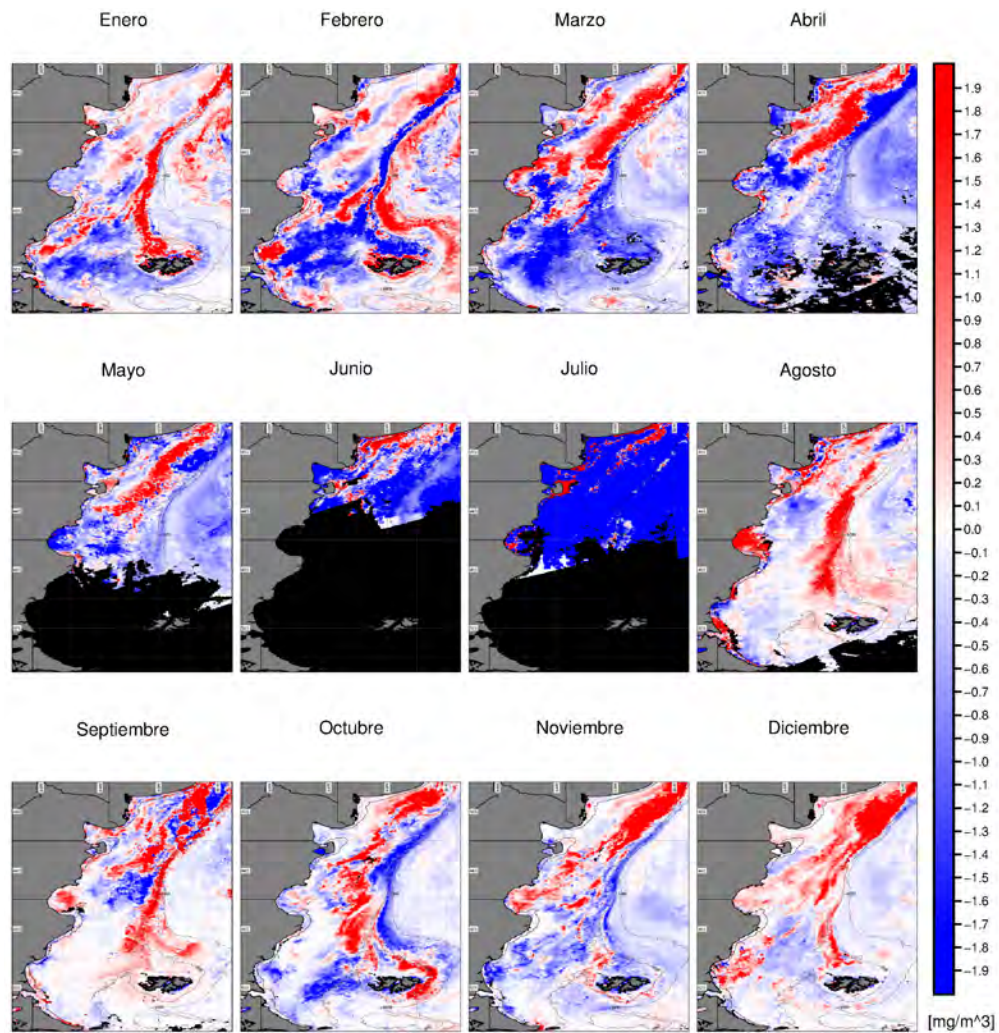


Figura B.49: Anomalías mensuales en la concentración mínima de clorofila (mg/m^3) del año 2003. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

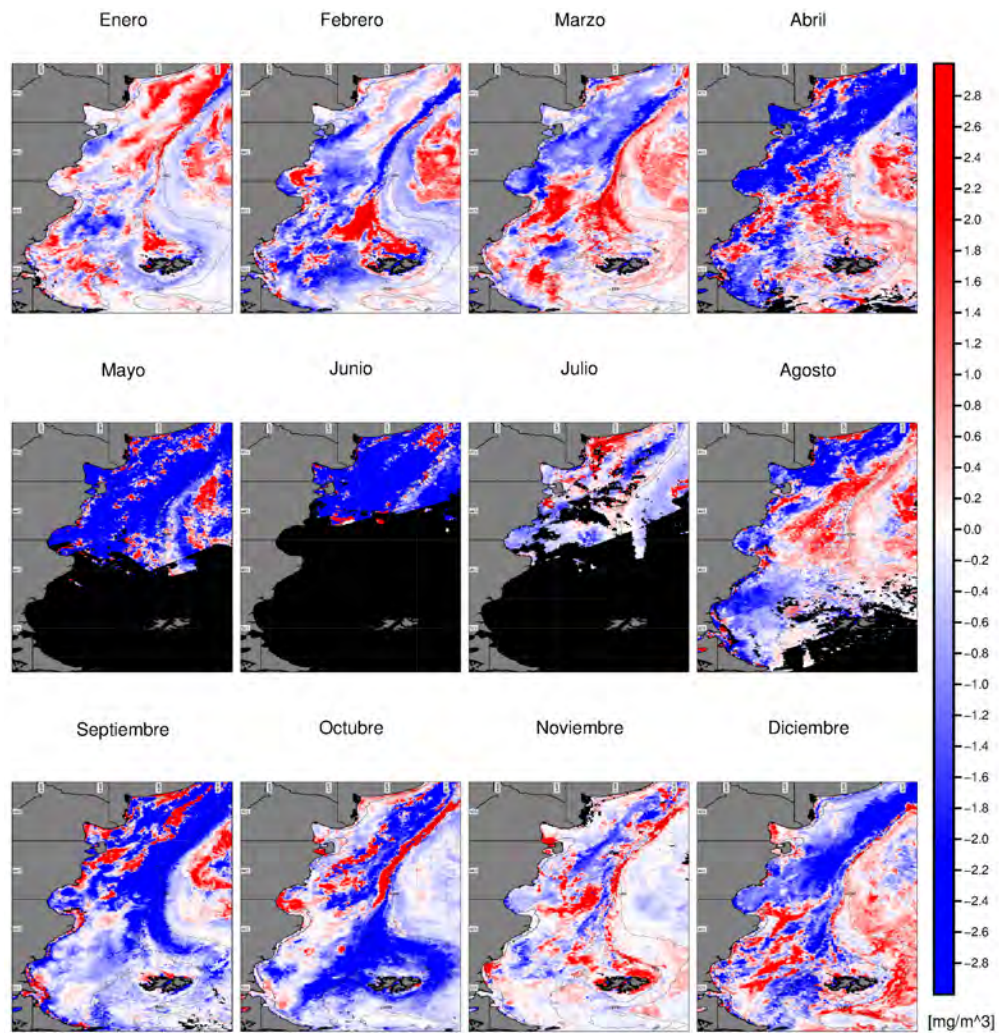


Figura B.50: Anomalías mensuales en la concentración mínima de clorofila (mg/m^3) del año 2004. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

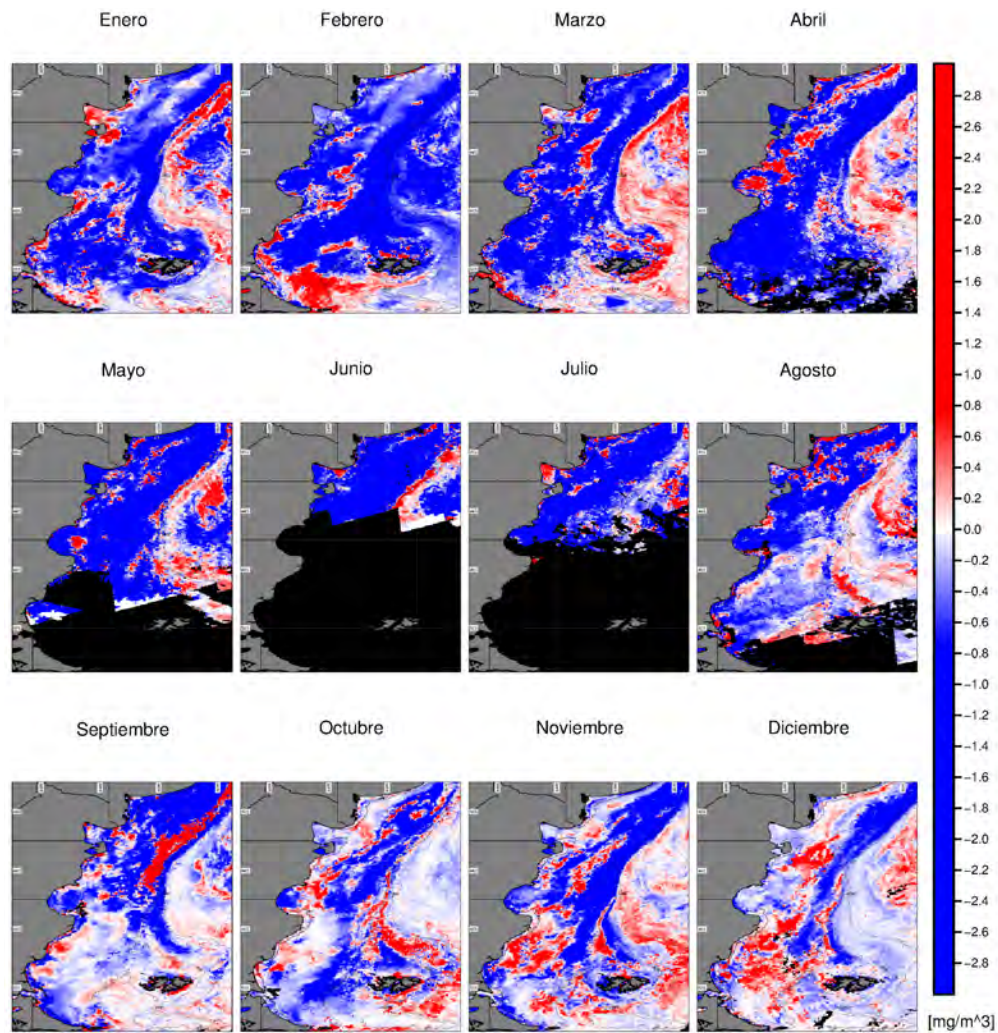


Figura B.51: Anomalías mensuales en la concentración mínima de clorofila (mg/m^3) del año 2005. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

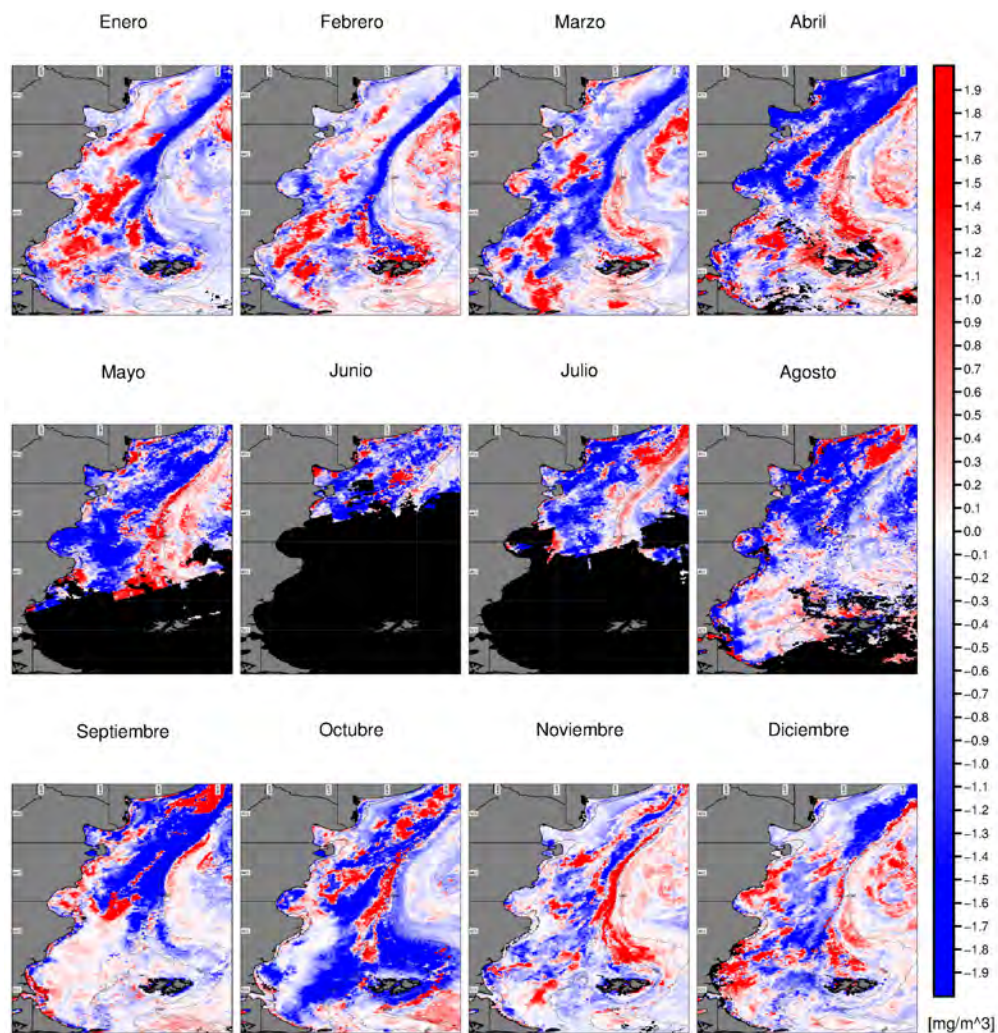


Figura B.52: Anomalías mensuales en la concentración mínima de clorofila (mg/m^3) del año 2006. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

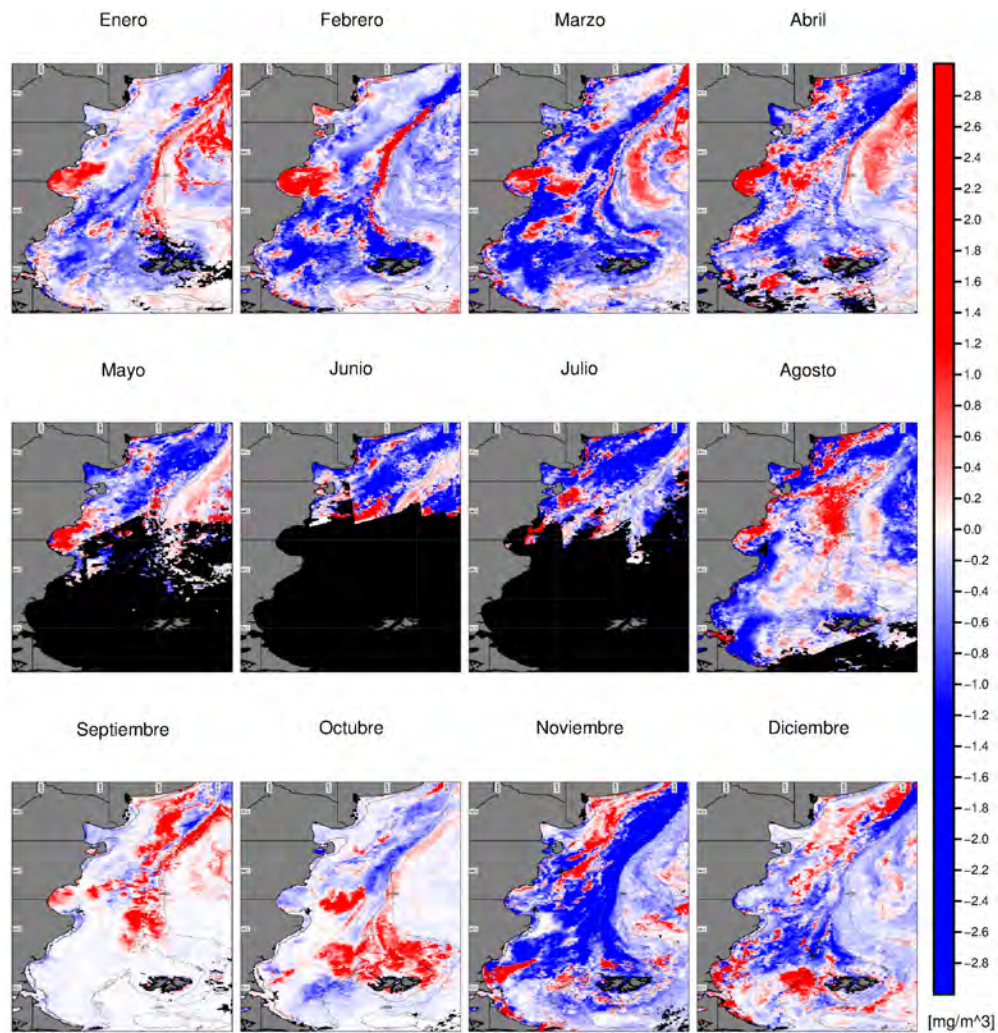


Figura B.53: Anomalías mensuales en la concentración mínima de clorofila (mg/m^3) del año 2007. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

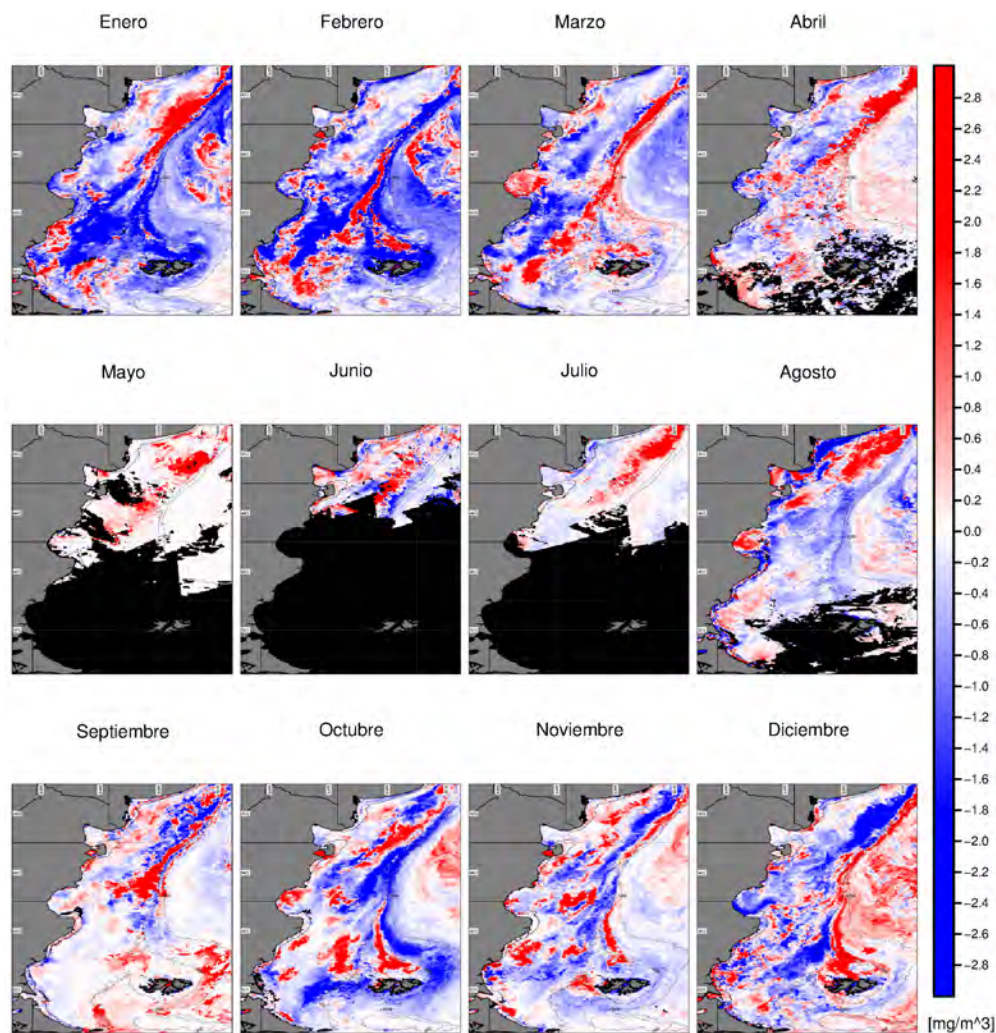


Figura B.54: Anomalías mensuales en la concentración mínima de clorofila (mg/m^3) del año 2008. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

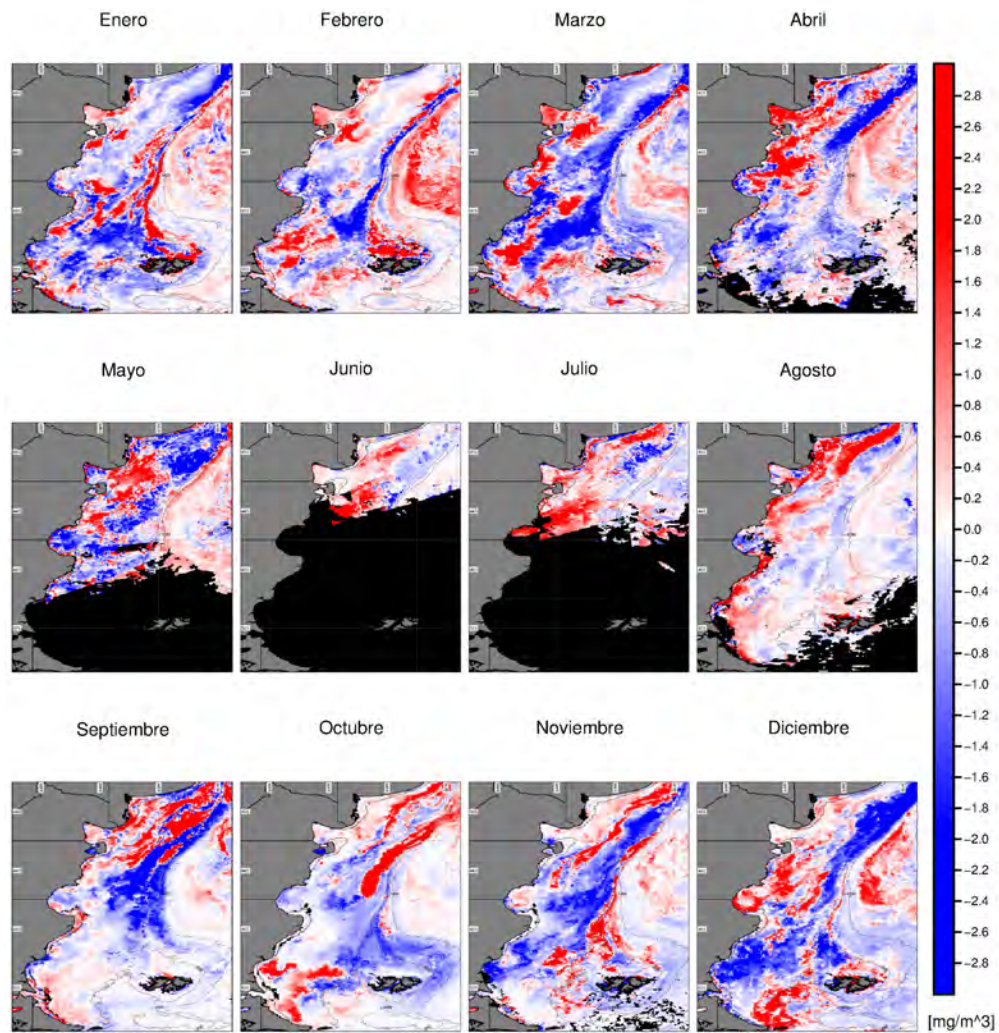


Figura B.55: Anomalías mensuales en la concentración mínima de clorofila (mg/m^3) del año 2009. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

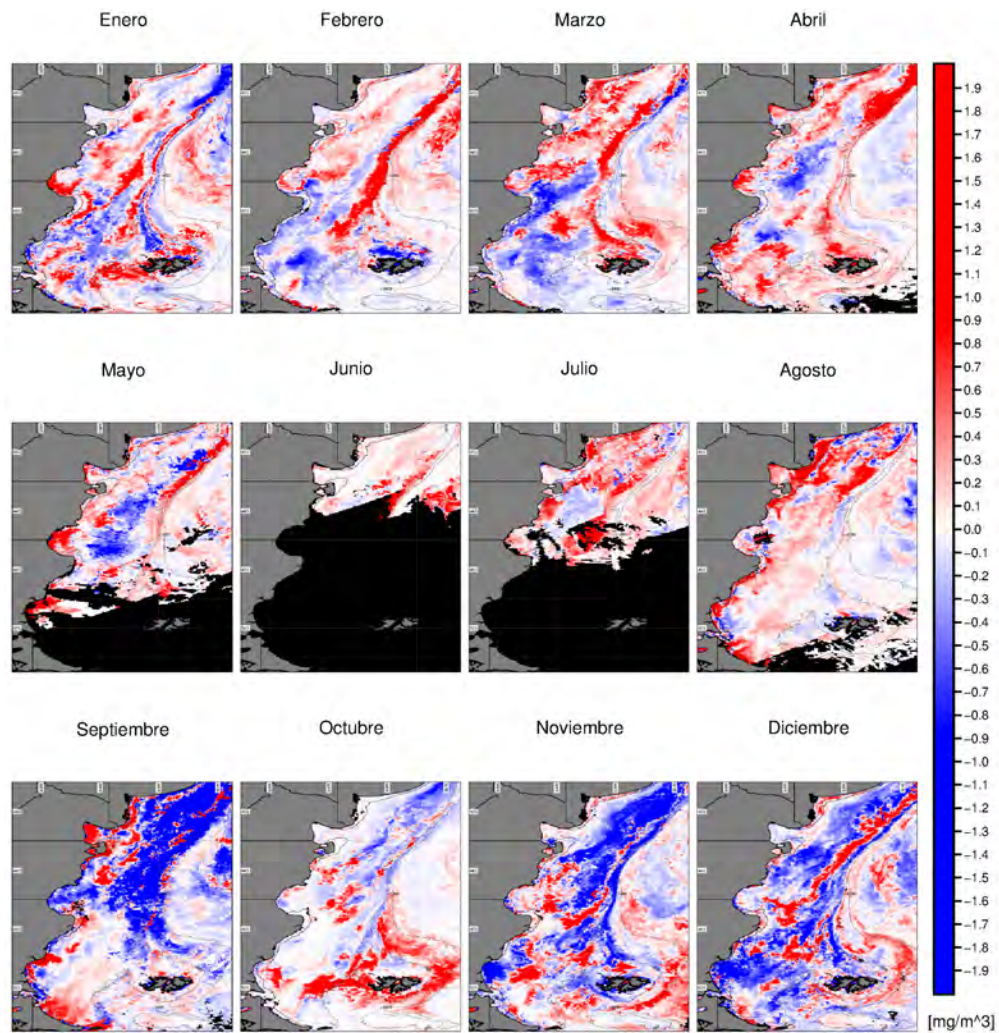


Figura B.56: Anomalías mensuales en la concentración mínima de clorofila (mg/m^3) del año 2010. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

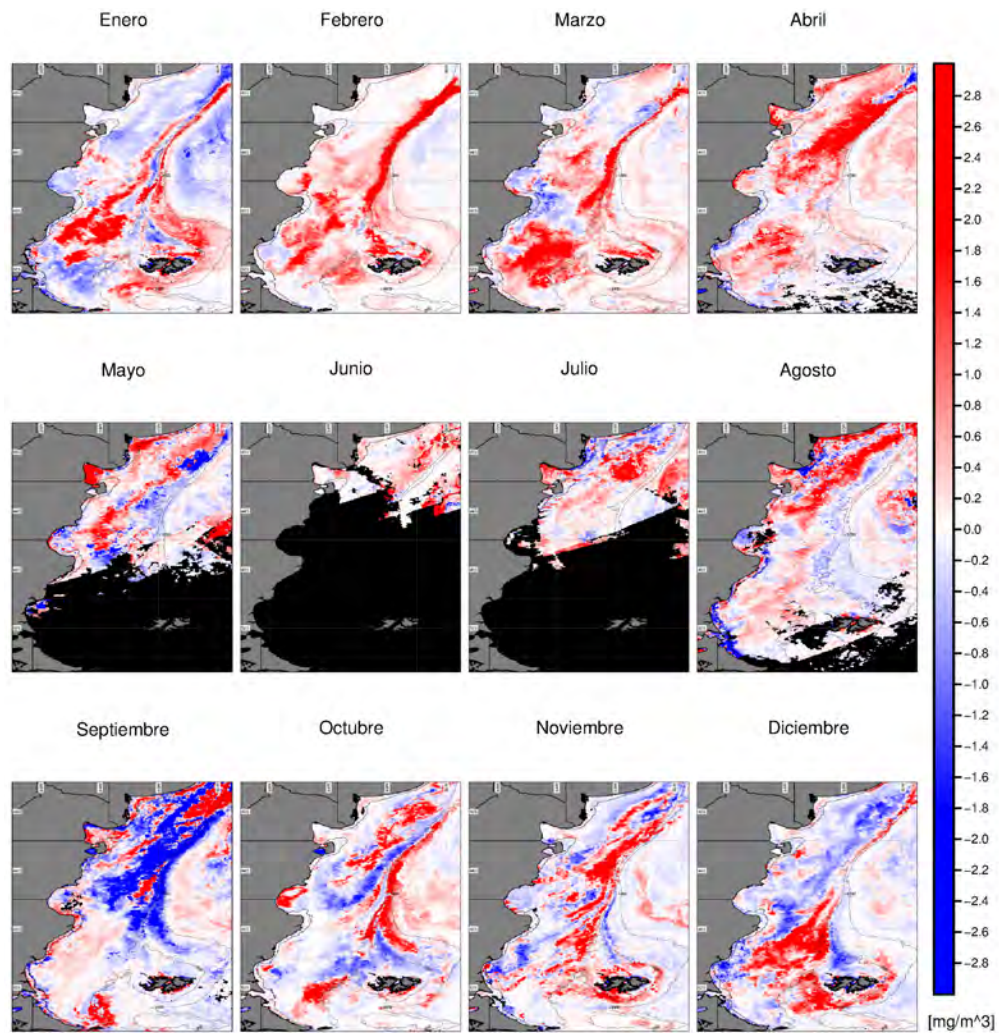


Figura B.57: Anomalías mensuales en la concentración mínima de clorofila (mg/m^3) del año 2011. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

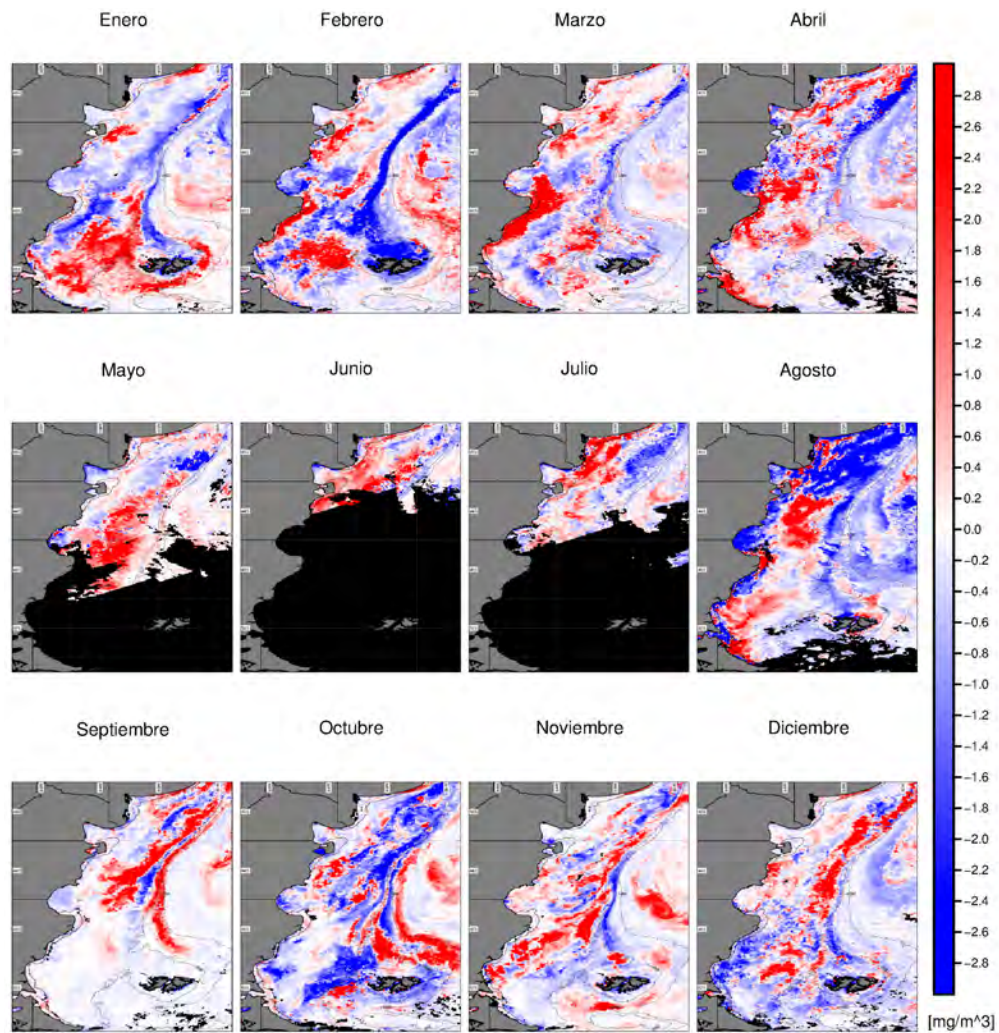


Figura B.58: Anomalías mensuales en la concentración mínima de clorofila (mg/m³) del año 2012. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

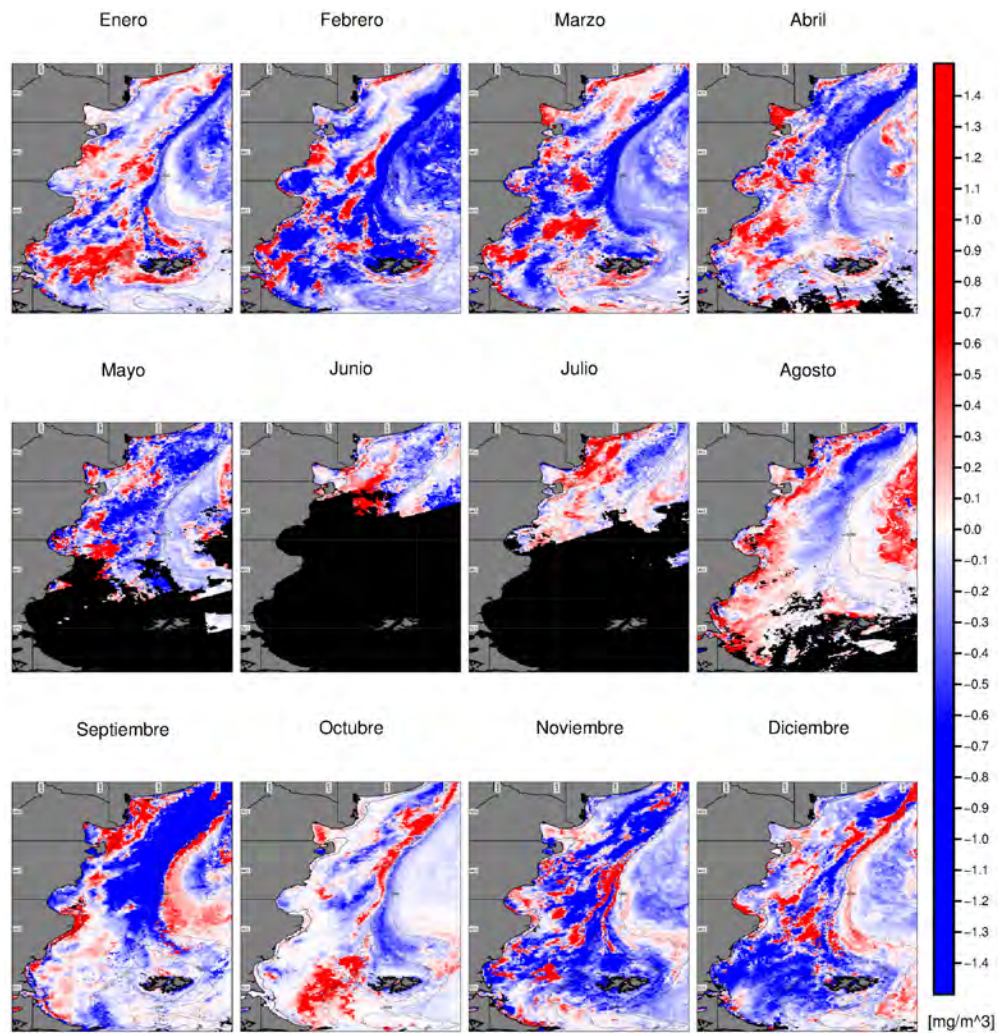
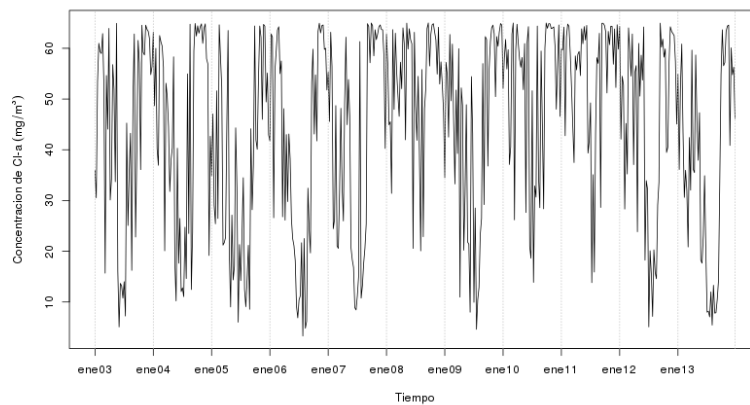


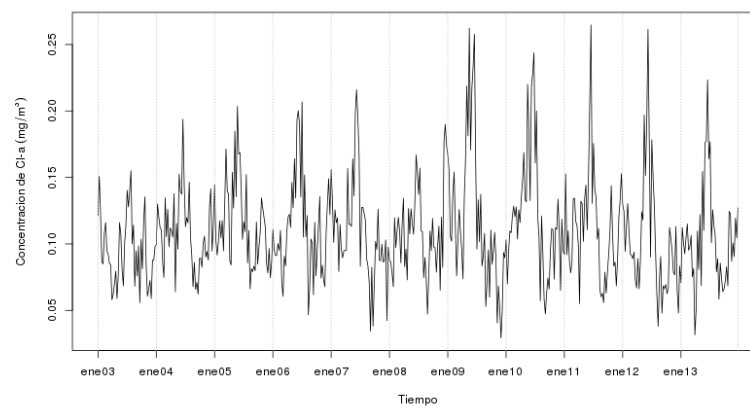
Figura B.59: Anomalías mensuales en la concentración mínima de clorofila (mg/m^3) del año 2013. Zonas en negro representan áreas sin datos. Se muestran las isobatas de 200 y 1000 metros. La línea cercana a la costa representa el límite del área enmascarada a partir de la banda $R_{rs}(667)$ (Sección 5.3.4.1).

B.2.3 Variación temporal de la CI-a

B.2.3.1 Series de tiempo de CI-a

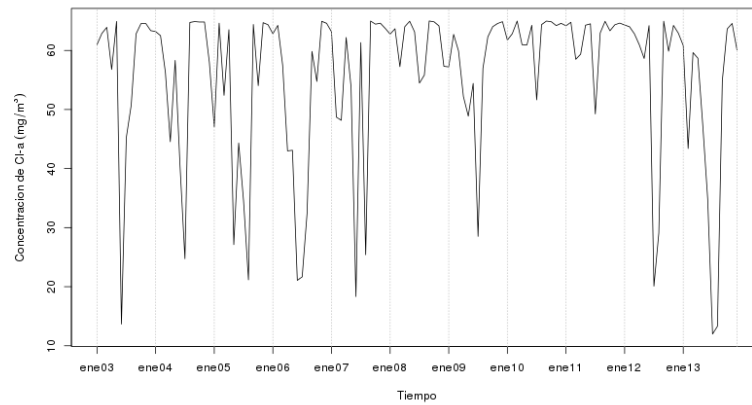


(a) Cl-a máxima

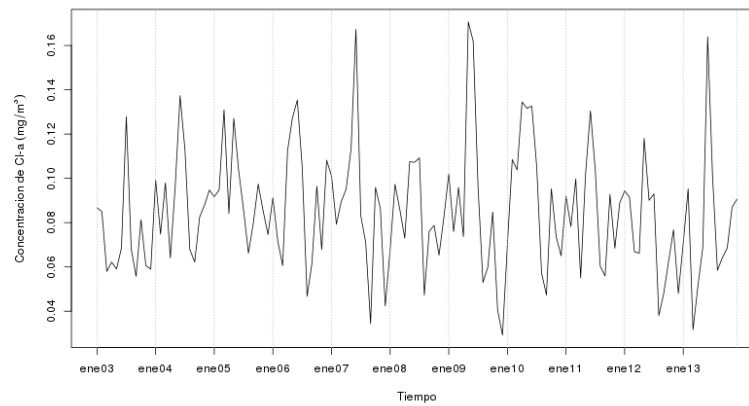


(b) Cl-a mínima

Figura B.60: Series de tiempo de la concentración máxima y mínima de clorofila (mg/m^3) estimada a partir de MODIS/Aqua L3 para el período 2003-2013 (promediado para toda el área de estudio en cada paso de tiempo de 8 días).

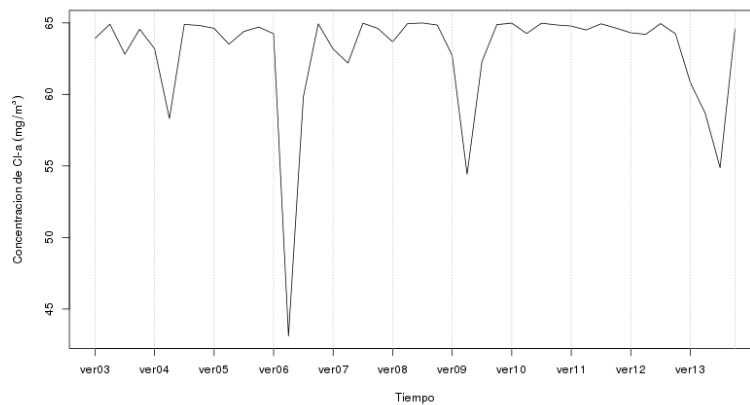


(a) Cl-a máxima

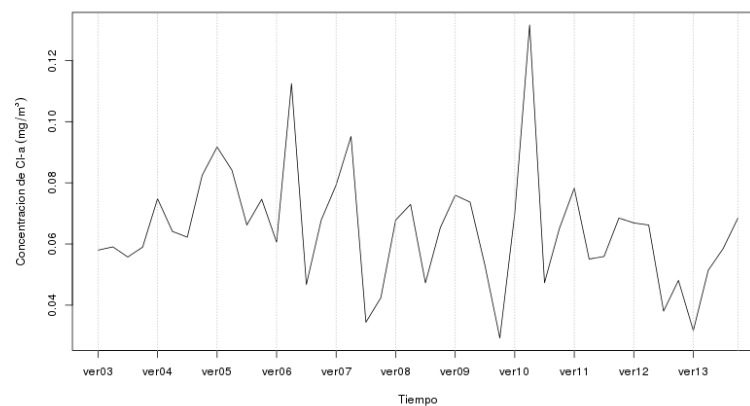


(b) Cl-a mínima

Figura B.61: Series de tiempo de la concentración máxima y mínima mensual de clorofila (mg/m^3) estimada a partir de MODIS/Aqua L3 para el período 2003-2013 (promediado para toda el área de estudio).



(a) Cl-a máxima



(b) Cl-a mínima

Figura B.62: Series de tiempo de la concentración máxima y mínima estacional de clorofila (mg/m^3) estimada a partir de MODIS/Aqua L3 para el período 2003-2013 (promediado para toda el área de estudio).

Apéndice C

Apéndice del Capítulo 6

C.1 HANTS

```
#!/bin/bash

# cambiando el numero de frecuencias
r.hants -lh input='g.mlist rast pat=*_CHL.*_arg sep=comma' \
        nf=5 fet=0.1 dod=11 range=0.01,65.0 base_period=46 \
        suffix=_hants1 amplitude=amp_hants1 phase=pha_hants1
echo "done hants1 nf=5"

r.hants -lh input='g.mlist rast pat=*_CHL.*_arg sep=comma' \
        nf=6 fet=0.1 dod=11 range=0.01,65.0 base_period=46 \
        suffix=_hants2 amplitude=amp_hants2 phase=pha_hants2
echo "done hants2 nf=6"

r.hants -lh input='g.mlist rast pat=*_CHL.*_arg sep=comma' \
        nf=7 fet=0.1 dod=11 range=0.01,65.0 base_period=46 \
        suffix=_hants3 amplitude=amp_hants3 phase=pha_hants3
echo "done hants3 nf=7"

r.hants -lh input='g.mlist rast pat=*_CHL.*_arg sep=comma' \
        nf=8 fet=0.1 dod=11 range=0.01,65.0 base_period=46 \
        suffix=_hants4 amplitude=amp_hants4 phase=pha_hants4
echo "done hants4 nf=8"

r.hants -lh input='g.mlist rast pat=*_CHL.*_arg sep=comma' \
        nf=9 fet=0.1 dod=11 range=0.01,65.0 base_period=46 \
        suffix=_hants5 amplitude=amp_hants5 phase=pha_hants5
echo "done hants5 nf=9"
```

```

r.hants -lh input='g.mlist rast pat=*_CHL.*arg sep=comma' \
        nf=10 fet=0.1 dod=11 range=0.01,65.0 base_period=46 \
        suffix=_hants6 amplitude=amp_hants6 phase=pha_hants6
echo "done hants6 nf=10"

# cambiando el grado de sobredispersión
r.hants -lh input='g.mlist rast pat=*_CHL.*arg sep=comma' \
        nf=6 fet=0.1 dod=0 range=0.01,65.0 base_period=46 \
        suffix=_hants7 amplitude=amp_hants7 phase=pha_hants7
echo "done hants7 dod=0"

r.hants -lh input='g.mlist rast pat=*_CHL.*arg sep=comma' \
        nf=6 fet=0.1 dod=11 range=0.01,65.0 base_period=46 \
        suffix=_hants8 amplitude=amp_hants8 phase=pha_hants8
echo "done hants8 dod=11"

r.hants -lh input='g.mlist rast pat=*_CHL.*arg sep=comma' \
        nf=6 fet=0.1 dod=21 range=0.01,65.0 base_period=46 \
        suffix=_hants9 amplitude=amp_hants9 phase=pha_hants9
echo "done hants9 dod=21"

# cambiando la tolerancia de error en el ajuste
r.hants -lh input='g.mlist rast pat=*_CHL.*arg sep=comma' \
        nf=6 fet=0.01 dod=11 range=0.01,65.0 base_period=46 \
        suffix=_hants10 amplitude=amp_hants10 phase=pha_hants10
echo "done hants10 fet=0.01"

r.hants -lh input='g.mlist rast pat=*_CHL.*arg sep=comma' \
        nf=6 fet=0.1 dod=11 range=0.01,65.0 base_period=46 \
        suffix=_hants11 amplitude=amp_hants11 phase=pha_hants11
echo "done hants11 fet=0.1"

r.hants -lh input='g.mlist rast pat=*_CHL.*arg sep=comma' \
        nf=6 fet=0.5 dod=11 range=0.01,65.0 base_period=46 \
        suffix=_hants12 amplitude=amp_hants12 phase=pha_hants12
echo "done hants12 fet=0.5"

r.hants -lh input='g.mlist rast pat=*_CHL.*arg sep=comma' \
        nf=6 fet=1 dod=11 range=0.01,65.0 base_period=46 \
        suffix=_hants13 amplitude=amp_hants13 phase=pha_hants13
echo "done hants13 fet=1"

```

C.2 DINEOF

```

# importar base de datos espacio-temporal desde GRASS a R
r = read.tgrass("cla_null_mayor65", localName=FALSE, useTempDir=FALSE)
dim(r)
# [1] 408 360 506 (filas , columnas , mapas)

# transformar las tres dimensiones en dos
my_cla_m <- as.matrix(r)
dim(my_cla_m)
# [1] 146880 506

# transponer la matriz (tiempo en las columnas, las imágenes en las filas)
my_cla_mt <- t(my_cla_m)
dim(my_cla_mt)
# [1] 506 146880

# DINEOF
RES <- dineof(my_cla_mt)

# asignar a m la matriz de resultados
m <- RES$Xa

# crear un objeto raster de la extensión, resolución y proyección blanco
r2 <- raster(nrows=408, ncols=360, xmn=-70, xmx=-55, ymn=-55, ymx=-38,
            crs="+proj=longlat +datum=WGS84")

# volver a generar la estructura de la base de datos espacio-temporal
# y rellenarla con los datos de la matriz obtenida de DINEOF
l <- lapply(1:nrow(m), function(i) {
  setValues(r2, m[i,])
})

# crear un stack con la lista de rasters anterior
s <- stack(l)

# crear una serie de tiempo para el stack
st_2003<-seq(as.Date("2003/1/1"), as.Date("2003/12/31"), by="8 days")
st_2004<-seq(as.Date("2004/1/1"), as.Date("2004/12/31"), by="8 days")
st_2005<-seq(as.Date("2005/1/1"), as.Date("2005/12/31"), by="8 days")
st_2006<-seq(as.Date("2006/1/1"), as.Date("2006/12/31"), by="8 days")
st_2007<-seq(as.Date("2007/1/1"), as.Date("2007/12/31"), by="8 days")
st_2008<-seq(as.Date("2008/1/1"), as.Date("2008/12/31"), by="8 days")
st_2009<-seq(as.Date("2009/1/1"), as.Date("2009/12/31"), by="8 days")
st_2010<-seq(as.Date("2010/1/1"), as.Date("2010/12/31"), by="8 days")
st_2011<-seq(as.Date("2011/1/1"), as.Date("2011/12/31"), by="8 days")
st_2012<-seq(as.Date("2012/1/1"), as.Date("2012/12/31"), by="8 days")
st_2013<-seq(as.Date("2013/1/1"), as.Date("2013/12/31"), by="8 days")

```



```

start_time<-c(st_2003, st_2004, st_2005, st_2006, st_2007, st_2008, st_2009,
              st_2010, st_2011, st_2012, st_2013)

# asignar tiempo al stack
s2<-setZ(s, start_time, name='time')
getZ(s2)

# exportar
write.tgrass(s2, "dineof_cla.tar.gz")

```

C.3 Índices Fenológicos

C.3.1 Número de ciclos por año

```

r.series input='g.list rast pat=amp_hants* sep=', ' \
         output=dominant_freq_hants method=max_raster

```

C.3.1.1 Fecha del máximo

```

# ejemplo con serie original

t.rast.mapcalc --n inputs=cla_null_mayor65 output=date_max_cla \
expression="if(cla_null_mayor65 == max_cla, start_doy(), null())" \
basename=date_max_cla

t.rast.series input=date_max_cla method=maximum \
output=series_date_max_cla

t.rast.aggregate input=cla_null_mayor65 granularity="1 year" \
method=max_raster output=yearly_max_index_orig \
basename=yearly_max_index_orig

```

C.3.2 Determinación Fecha de inicio del florecimiento

C.3.2.1 Por máxima pendiente

```

# calculo pendientes
t.rast.mapcalc2 expression="slope_cla = (cla[1]-cla[0])/8.0" \

```

```

basename=slope_cla

t.rast.aggregate input=slope_cla granularity="1 year" \
method=max_raster output=max_slope_index basename=max_slope_index

# indice a DOY
for i in `seq 1 11` ; do
  r.reclass input=max_slope_index-${i} output=max_slope_doy-${i} \
  rules=rules_index2doy
done

```

C.3.2.2 Por umbral

```

# datos de Cl-a
matriz_cla_completa<-readRDS("dineof_cla.rds")
matriz_cla_completa[is.nan(matriz_cla_completa)]<-NA

# indice del maximo anual (valores entre 0 y 45)
max_index_completa<-readRDS("index_dineof_cla.rds")

# arreglar escala de los indices de los maximos (de 1 a 506)
for (year in 1:dim(max_index_completa)[1]) {
  for (pixel in 1:dim(max_index_completa)[2]) {
    max_index_completa[year, pixel]<-max_index_completa[year, pixel]+1+(year-1)*46
  }
}

# vector con los numeros de las columnas que no tienen NA
columnas_bien=vector()
i=1
for (pixel in 1:tamano_cla[2]) {
  if (!is.na(matriz_cla[1, pixel])) {
    columnas_bien[i]<-pixel
    i=i+1
  }
}

# vector con los numeros de las columnas con NA
columnas_na=vector()
i=1
for (pixel in 1:dim(matriz_cla)[2]) {
  if (is.na(matriz_cla[1, pixel])) {
    columnas_na[i]<-pixel
    i=i+1
  }
}

```

```

columnas_bien_index=vector()
i=1
for (pixel in 1:dim(max_index)[2]) {
  if (!is.na(max_index[1,pixel])) {
    columnas_bien_index[i]<-pixel
    i=i+1
  }
}

columnas_na_index=vector()
i=1
for (pixel in 1:dim(max_index)[2]) {
  if (is.na(max_index[1,pixel])) {
    columnas_na_index[i]<-pixel
    i=i+1
  }
}

# matriz para almacenar los resultados (11 a os x 150000 columnas)
start_date<-matrix(NA,tamano_max_index[1],tamano_cla[2])
(dim(start_date))

# programa principal

for (pixel in columnas_bien) {
  umbral<-1.05*median(matriz_cla[,pixel])
  print(pixel)
  if (umbral > max(matriz_cla[,pixel])) {
    start_date[,pixel]<--5555
  } else {
    for (t in 1:1) {
      if ( max_index[t,pixel] <= 10 ) {
        start_date[t,pixel]<--9999
      } else {
        j=max_index[t,pixel]
        i=0
        #print(c(j,pixel,matriz_cla[j,pixel]))
        while ( matriz_cla[j,pixel] > umbral & i <= 8 ) {
          i=i+1
          if ( matriz_cla[j-1,pixel] < umbral & matriz_cla[j-2,pixel] < umbral ) {
            start_date[t,pixel]<-j
          } else {
            start_date[t,pixel]<--9999
          }
        }
        j=j-1
      }
    }
  }
}

```

```

}
for ( t in 2:tamaño_max_index[1] ) {
  j=max_index[t, pixel]
  i=0
  #print(c(j, pixel, matriz_cla[j, pixel]))
  while ( matriz_cla[j, pixel] > umbral & i <= 20 ) {
    i=i+1
    if ( matriz_cla[j-1, pixel] < umbral & matriz_cla[j-2, pixel] < umbral ) {
      start_date[t, pixel]<-j
    } else {
      start_date[t, pixel]<--9999
    }
    j=j-1
  }
}
}
}

```

C.4 Índices Estadísticos

C.4.1 Frecuencia y porcentaje de ocurrencia de florecimientos

```

# serie completa (conteos)
t.rast.series input=cla_005_higher_median_class \
  output=005_total_bloom_freq method=count

# serie completa (%)
r.mapcalc expression="005_total_bloom_perc=(005_total_bloom_freq*100.0)/ \
  count_cla_2003_2013"

# conteos por año
t.rast.aggregate input=cla_005_higher_median_class method=count \
  granularity="1 year" output=005_year_bloom_freq \
  basename=005_yearly_bloom_freq

# porcentajes por año
for i in 'seq 1 11' ; do
r.mapcalc \
  expression="005_year_bloom_perc_{$i}=(005_year_bloom_freq_{$i}*100)/ \
  vd_yearly_count_{$i}"
done

```

Referencias

- Acha, E. M., Mianzan, H. W., Guerrero, R. A., Favero, M., & Bava, J. (2004). Marine fronts at the continental shelves of austral south america, physical and ecological processes.
- Aiken, J., Moore, G. F., & Holligan, P. M. (1992). Remote sensing of oceanic biology in relation to global climate change. *J Phycol*, 28:579–590.
- Akselman, R. (1994). Especies fitoplanctónicas toxigénicas o potencialmente nocivas detectadas en el mar argentino. Taller Regional de Planificación Científica sobre Floraciones Algas Nocivas. Informe de Reunión. Anexo III 101, COI/UNESCO.
- Almandoz, G. O., Ferrario, M., Ferreyra, G. A., Schloss, I. R., Esteves, J. L., & Paparazzo, F. E. (2007). The genus pseudo-nitzschia (bacillariophyceae) in continental shelf waters of argentina (southwestern atlantic ocean, 38 – 55°8 s). *Harmful Algae*, 6:93–103.
- Alvera-Azcárate, A., Barth, A., Beckers, J. M., & Weisberg, R. H. (2007). Multivariate reconstruction of missing data in sea surface temperature, chlorophyll, and wind satellite fields. *J. Geophys. Res.*, 112:C03008.
- Alvera-Azcárate, A., Barth, A., Rixen, M., & Beckers, J. (2005). Reconstruction of incomplete oceanographic data sets using empirical orthogonal functions: application to the adriatic sea surface temperature. *Ocean Modelling*, 9(4):325–346.
- Antoine, D. e. (2004). Guide to the creation and use of ocean-colour, level-3, binned data products. Reports of the International Ocean-Colour Coordinating Group 4, International Ocean-Colour Coordinating Group (IOCCG).
- Beckers, J.-M. & Rixen, M. (2003). EOF calculations and data filling from incomplete oceanographic datasets. *Journal of Atmospheric & Oceanic Technology*, 20.

- Behrenfeld, M. J., O'Malley, R. T., Siegel, D. A., McClain, C. R., Sarmiento, J. L., Feldman, G., Milligan, A. J., Falkowski, P., Letelier, R. M., & Boss, E. S. (2006). Climate-driven trends in contemporary ocean productivity. *Nature*, 444:752–755.
- Bianchi, A. A., Bianucci, L., Piola, A. R., Ruiz Pino, D., Schloss, I., Poisson, A., & Balestrini, C. F. (2005). Vertical stratification and air-sea CO₂ fluxes in the Patagonian shelf. *J. Geophys. Res.*, 110:C07003.
- Blondeau-Patissier, D., Gower, J. F., Dekker, A. G., Phinn, S. R., & Brando, V. E. (2014). A review of ocean color remote sensing methods and statistical techniques for the detection, mapping and analysis of phytoplankton blooms in coastal and open oceans. *Progress in Oceanography*, 123:123–144.
- Bogazzi, E., Baldoni, A., Rivas, A., Martos, P., Reta, R., Orensanz, J. M., Lasta, M., Dell'Arciprete, P., & Werner, F. (2005). Spatial correspondence between areas of concentration of Patagonian scallop (*Zygochlamys patagonica*) and frontal systems in the southwestern Atlantic. *Fish. Oceanogr.*, 14:359–376.
- Borrione, I. & Schlitzer, R. (2013). Distribution and recurrence of phytoplankton blooms around South Georgia, Southern Ocean. *Biogeosciences*, 10:217–231.
- Bracher, A., Vountas, M., Dinter, T., Burrows, J. P., Röttgers, R., & Peeken, I. (2009). Quantitative observation of cyanobacteria and diatoms from space using phytoDOAS on SCIAMACHY data. *Biogeosciences*, 6:751–764.
- Brandhorst, W. & Castello, J. P. (1971). Evaluación de los recursos de anchoíta (*Engraulis anchoíta*) frente a la Argentina y Uruguay I: Las condiciones oceanográficas, sinopsis del conocimiento actual sobre la anchoíta y el plan para su evaluación. *Proy. Des. Pesq. Ser. Inf. Tec.*, 29:63 pp.
- Brandini, F. P., Boltovskoy, D., Piola, A., Kocmur, S., Röttgers, R., Abreau, P. C., & Lopes, R. M. (2000). Multiannual trends in fronts and distribution of nutrients and chlorophyll in the southwestern Atlantic (30–62°S). *Deep Sea Research*, 1:1015–1033.
- Brody, S. R., Lozier, M. S., & Dunne, J. P. (2013). A comparison of methods to determine phytoplankton bloom initiation: METHODS TO DETERMINE BLOOM INITIATION. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 118:2345–2357.

- Campagna, C., Quintana, F., Le Boeuf, B., Blackwell, S., & Crocker, D. (1998). Diving behaviour and foraging ecology of female southern elephant seals from patagonia. *Aquatic Mammals*, 24:1–11.
- Carreto, J., Carignan, M., Montoya, N., & Cucchi Colleoni, A. (2007). Ecología del fitoplancton en los sistemas frontales del mar argentino. *El mar Argentino y sus recursos pesqueros*, 5:11–31.
- Carreto, J. I., Benavides, H. R., Negri, R. M., & Glorioso, P. D. (1986). Toxic red-tide in the argentine sea. phytoplankton distribution and survival of the toxic dinoflagellate *Gonyaulax excavata* in a frontal area. *Journal of Plankton Research*, 8:15–28.
- Carreto, J. I., Lutz, V. A., Carignan, M. O., Colleoni, A. D. C., & Marcos, S. (1995). Hydrography and chlorophyll-a in a transect from the coast to the shelf-break in the argentinean sea. *Cont. Shelf Res.*, 15:315–336.
- Carreto, J. I., Negri, R., & Benavides, H. (1981). Fitoplancton, pigmentos y nutrientes. resultados campañas iii y iv del b/i shinkai maru, 1978. In: *Campañas de investigación pesquera realizadas en el Mar Argentino, años 1978 y 1979.*, V. Angelescu, ed., pages 181–201. Inst. Nac. de Investigación y Desarrollo Pesquero.
- Chuvieco, E. (2010). *OpTeledetección Ambiental, 3a Edición*. Ariel.
- Compagnucci, M. (2011). *Utilizacion de tecnologia espacial asociado a floraciones algales y presencia de Vibrios*. PhD thesis, Universidad de Cordoba.
- CONAE (2013). Sabia-mar. preliminary mission requirements and scenarios. Document SB-0400-RQ-00100. RELEASE C., CONAE.
- Copello, S., Dogliotti, A. I., Gagliardini, D. A., & Quintana, F. (2011). Oceanographic and biological landscapes used by the southern giant petrel during the breeding season at the patagonian shelf. *Marine Biology*, 158:1247–1257.
- Devercelli, M. (2010). Changes in phytoplankton morpho-functional groups induced by extreme hydroclimatic events in the middle paraná a river (argentina). *Hydrobiologia*, 639:5–19.
- Dierssen, H. M. (2010). Perspectives on empirical approaches for ocean color remote sensing of chlorophyll in a changing climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(40):17073–17078.

- Dogliotti, A., Lutz, V., & Segura, V. (2014). Estimation of primary production in the southern argentine continental shelf and shelf-break regions using field and remote sensing data. *Remote Sensing of Environment*, 140:497–508.
- Dogliotti, A. I. (2007). *Estimacion de la biomasa fitoplanctonica mediante el sensoramiento remoto del color del mar y datos de campo en la plataforma continental patagonica*. PhD thesis, Universidad de Buenos Aires.
- Dogliotti, A. I., Schloss, I. R., Almandoz, G. O., & Gagliardini, D. A. (2009). Evaluation of seawifs and modis chlorophyll-a products in the argentinean patagonian continental shelf (38° s - 55° s). *International Journal of Remote Sensing*, 30:251–273.
- D'Ortenzio, F., Antoine, D., Martinez, E., & Ribera d'Alcalà, M. (2012). Phenological changes of oceanic phytoplankton in the 1980s and 2000s as revealed by remotely sensed ocean-color observations: OCEANIC PHYTOPLANKTON PHENOLOGY CHANGES. *Global Biogeochemical Cycles*, 26:GB4003.
- Edwards, M. & Richardson, A. J. (2004). Impact of climate change on marine pelagic phenology and trophic mismatch. *Nature*, 430:881–884.
- Ehrlich, M. D. (2000). Distribución y abundancia de huevos, larvas y juveniles de merluza (*merluccius hubbsi*) en la zona común de pesca argentino-uruguaya 1996-1998. *Fren. Mar.*, 18:31–44.
- Falkowski, P. (2012). Ocean science: the power of plankton. *Nature*, 483:S17–S20.
- Ferreira, A., Garcia, C. A., Dogliotti, A. I., & Garcia, V. M. (2013). Bio-optical characteristics of the patagonia shelf break waters: Implications for ocean color algorithms. *Remote Sensing of Environment*, 136:416–432.
- Field, C. B., Behrenfeld, M. J., Randerson, J. T., & Falkowski, P. (1998). Primary production of the biosphere: Integrating terrestrial and oceanic components. *Science*, 281:237–240.
- Food and Agricultural Organization (1994). World review of highly migratory and straddling stocks. Fish. Tech. Pap. 337.
- Fu, M., Wang, Z., Li, Y., Li, R., Sun, P., Wei, X., Lin, X., & Guo, J. (2009). Phytoplankton biomass size structure and its regulation in the southern yellow sea (china): Seasonal variability. *Continental Shelf Research*, 29:2178–2194.

- Gagliardini, D. A. & Rivas, A. L. (2004). Environmental characteristics of san matías gulf obtained from landsat tm and etm+ data. *Gayana*, 68:186–193.
- Ganzedo, U., Erdaide, O., Trujillo-Santana, A., Alvera-Azcárate, A., & Castro, J. J. (2013). Reconstruction of spatiotemporal capture data by means of orthogonal functions: the case of skipjack tuna (<i>katsuwonus pelamis</i>) in the central-east atlantic. *Scientia Marina*, 77(4):575–584.
- Garcia, C. & Garcia, V. T. M. (2008). Variability of chlorophyll-a from ocean color images in the la plata continental shelf region. *Continental Shelf Research*, 28:1568–1578.
- Garcia, C. A. E., Garcia, V. M. T., Dogliotti, A. I., Ferreira, A., Romero, S. I., Mannino, A., Souza, M. S., & Mata, M. M. (2011). Environmental conditions and bio-optical signature of a coccolithophorid bloom in the patagonian shelf. *Journal of Geophysical Research*, 116.
- García, C. A. E., García, V. M. T., & McClain, C. R. (2005). Evaluation of seawifs chlorophyll algorithms in the southwestern atlantic and southern oceans. *Remote Sensing of Environment*, 95:125–137.
- Garcia, C. A. E., Sarma, Y. V. B., Mata, M. M., & Garcia, M. T. (2004). Chlorophyll variability and eddies in the brazil-malvinas confluence region. *Deep Sea Res.*, 51:159–172.
- Garcia, V., Garcia, C., Mata, M., Pollery, R., Piola, A., Signorini, S., McClain, C., & Iglesias Rodriguez, M. (2008a). Environmental factors controlling the phytoplankton blooms at the patagonia shelf-break in spring. *Deep Sea Research Part I*, 55:1150–1166.
- Garcia, V. M., Garcia, C. A., Mata, M. M., Pollery, R. C., Piola, A. R., Signorini, S. R., McClain, C. R., & Iglesias-Rodriguez, M. D. (2008b). Environmental factors controlling the phytoplankton blooms at the patagonia shelf-break in spring. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 55:1150–1166.
- Garcia, V. M., Garcia, C. A., Mata, M. M., Pollery, R. C., Piola, A. R., Signorini, S. R., McClain, C. R., & Iglesias-Rodriguez, M. D. (2008c). Environmental factors controlling the phytoplankton blooms at the patagonia shelf-break in spring. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 55:1150–1166.
- García, V. M. T., Signorini, S., García, C. A. E., & McClain, C. R. (2006). Empirical and semi-analytical chlorophyll algorithms in the southwestern atlantic coastal region (25-40° s and 60-45° w). *International Journal of Remote Sensing*, 27:1539–1562.

- Gargett, A. E. & Marra, J. (2002). Effects of upper ocean physical processes (turbulence, advection and air-sea interaction) on oceanic primary production. In: *The Sea. Volume 12.*, A. Robinson, J. Mccarthy, & B. Rothschild, ed., pages 19–49. John Wiley and Sons Inc.
- Gebbert, S. & Pebesma, E. (2014). A temporal GIS for field based environmental modeling. *Environmental Modelling & Software*, 53:1–12.
- Glorioso, P. & Flather, R. A. (1995). A barotropic model of the currents off se south america. *J. Geophys. Res.*, 100:13427–13440.
- Gonzalez Silvera, A., Santamaria del Angel, E., Garcia, V. M. T., Garcia, C. A. E., Millan Nunez, R., & Muller Karger, F. (2004). Biogeographical regions of the tropical and subtropical atlantic ocean off south america: classification based on pigment (czcs) and chlorophyll-a (sea wifs) variability. *Cont. Shelf Res.*, 24:983–1000.
- Gordon, H. R. & McCluney, W. R. (1975). Estimation of the depth of sunlight penetration in the sea for remote sensing. *Applied Optics*, 14:413–416.
- GRASS Development Team (2014). Geographic resources analysis support system (grass). software, version 7.1.
- Gregg, W. W., Casey, N. W., & McClain, C. R. (2005). Recent trends in global ocean chlorophyll. *Geophys. Res. Lett.*, 32:L03606.
- Gregg, W. W. & Conkright, M. E. (2002). Decadal changes in global ocean chlorophyll. *Geophys. Res. Lett.*, 29:1730.
- Gregg, W. W. & Rousseaux, C. S. (2014). Decadal trends in global pelagic ocean chlorophyll: A new assessment integrating multiple satellites, in situ data, and models. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 119:1–13.
- Greve, W., Prinage, S., Zidowitz, H., Nast, J., & Reiners, F. (2005). On the phenology of north sea ichthyoplankton. *ICES J. Mar. Sci.*, 62:1216–1223.
- Grimm, A., Barros, V., & Doyle, M. (2000). Climate variability in southern south america associated with el niño and la niña events. *Journal of Climate*, 13:31–58.
- Guerrero, R. A., Acha, E. M., Framiñan, M. B., & Lasta, C. A. (1997). Physical oceanography of the río de la plata estuary, argentina. *Continental Shelf Research*, 17:727–742.

- Guerrero, R. A. & Piola, A. R. (1997). Masas de agua en la plataforma continental. In: *El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros. Volumen I.*, E. Boschi, ed., pages 107–118. Inst. Nac. de Investigación y Desarrollo Pesquero.
- Gómez, M. I., Piola, A. R., Kattner, G., & Alder, V. A. (2011). Biomass of autotrophic dinoflagellates under weak vertical stratification and contrasting chlorophyll levels in subantarctic shelf waters. *J Plankton Res*, 33:1304–1310.
- Hays, G. C., A. J. R. & Robinson, C. (2005). Climate change and marine plankton. *Trends Ecol. Evol.*, 20:337–344.
- He, X., Bai, Y., Pan, D., Chen, C.-T. A., Cheng, Q., Wang, D., & Gong, F. (2013). Satellite views of the seasonal and interannual variability of phytoplankton blooms in the eastern china seas over the past 14 yr (1998–2011). *Biogeosciences*, 10:4721–4739.
- Henson, S., Dunne, J., & Sarmiento, J. (2009). Decadal variability in north atlantic phytoplankton blooms. *J. Geophys. Res.*, 114:c04013.
- Henson, S., Lampitt, R., & Johns, D. (2012). Variability in phytoplankton community structure in response to the north atlantic oscillation and implications for organic carbon flux. *Limnology and Oceanography*, 57:1591–1601.
- Henson, S., Robinson, I., Allen, J., , & Waniek, J. (2006). Effect of meteorological conditions on interannual variability in timing and magnitude of the spring bloom in the irvinger basin, north atlantic. *Deep Sea Res. Part I*, 53:1601–1615.
- Henson, S. A. & Thomas, A. C. (2007). Interannual variability in timing of bloom initiation in the california current system. *Journal of Geophysical Research*, 112.
- Hu, C., Feng, L., & Lee, Z. (2013). Uncertainties of SeaWiFS and MODIS remote sensing reflectance: Implications from clear water measurements. *Remote Sensing of Environment*, 133:168–182.
- Huot, Y., Babin, M., Bruyant, F., Grob, C., Twardowski, M. S., & Claustre, H. (2007). Relationship between photosynthetic parameters and different proxies of phytoplankton biomass in the subtropical ocean. *Biogeosciences*, 4:853–868.
- Jeffrey, S., Mantoura, R., & Wright, S. e. (1997). *Phytoplankton Pigments in Oceanography: A Guide to Advanced Methods*. SCOR-UNESCO.

- Ji, R., Edwards, M., Mackas, D., Runge, J., & Thomas, A. (2010). Marine plankton phenology and life history in a changing climate: Current research and future directions. *J. Plankton Res.*, 32:1355–1368.
- Kahru, M., Brotas, V., Manzano-Sarabiaz, M., & Mitchell, B. (2011). Are phytoplankton blooms occurring earlier in the arctic? *Global Change Biol.*, 17.
- Kim, H. J., Miller, A. J., McGowan, J., & Carter, M. (2009). Coastal phytoplankton blooms in the southern california bight. *Progr. Oceanogr.*, 82:137–147.
- Knaeps, E., Dogliotti, A. I., Raymaekers, D., Ruddick, K., & Sterckx, S. (2012). In situ evidence of non-zero reflectance in the OLCI 1020nm band for a turbid estuary. *Remote Sensing of Environment*, 120:133–144.
- Koponen, S., Pulliainen, J., Kallio, K., & Hallikainen, M. (2002). Lake water quality classification with airborne hyperspectral spectrometer and simulated meris data. *Remote Sensing of Environment*, 79:51–59.
- Korb, R. E., Whitehouse, M. J., Atkinson, A., & Thorpe, S. E. (2008). Magnitude and maintenance of the phytoplankton bloom at south georgia: a naturally iron-replete environment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 368:75–91.
- Kutser, T. (2009). Passive optical remote sensing of cyanobacteria and other intense phytoplankton blooms in coastal and inland waters. *International Journal of Remote Sensing*, 30:4401–4425.
- Lampert, L., Queguiner, B., Labasque, T., Pichon, A., & Lebreton, N. (2002). Spatial variability of phytoplankton composition and biomass on the eastern continental shelf of bay of biscay (north-east atlantic ocean).evidence for a bloom of emiliania huxley (prymnesiophyceae) in spring 1998. *Continental Shelf Research*, 22:1225–1247.
- Landsberg, J. H. (2002). The effects of harmful algal blooms on aquatic organisms. *Reviews in Fisheries Science*, 10(2):113–390.
- Lee, Z.-P. e. (2006). Remote sensing of inherent optical properties: Fundamentals, tests of algorithms, and applications. Reports of the International Ocean-Colour Coordinating Group 5, International Ocean-Colour Coordinating Group (IOCCG).
- Lewandowska, A. M., Boyce, D. G., Hofmann, M., Matthiessen, B., Sommer, U., & Worm, B. (2014). Effects of sea surface warming on marine plankton. *Ecology Letters*, 17:614–623.

- Li, J. & Clarke, A. (2004). Coastline direction, interannual flow, and the strong el niño currents along australia's nearly zonal southern coast. *Journal of Physical Oceanography*, 34:2373–2381.
- Li, W. K. W. (2002). Macroecological patterns of phytoplankton in the northwestern north atlantic ocean. *Nature*, 419:154–157.
- Li, W. K. W. & Harrison, W. G. (2008). Propagation of an atmospheric climate signal to phytoplankton in a small marine basin. *Limnol. Oceanogr.*, 53:1734–1745.
- Longhurst, A. (1998). *Ecological Geography of the Sea*. Elsevier.
- Longhurst, A., Sathyendranath, S., Platt, T., & Caverhill, C. (1995). An estimate of global primary production in the ocean from satellite radiometer data. *J Plankton Res*, 17:1245–1271.
- Lutz, V. A., Segura, V., Dogliotti, A. I., Gagliardini, D. A., Bianchi, A. A., & Balestrini, C. F. (2010). Primary production in the argentine sea during spring estimated by field and satellite models. *Journal of Plankton Research*, 32:181–195.
- Lutz, V. A., Subramaniam, A., Negri, R. M., & Carreto, J. I. (2006). Annual variations in bio-optical properties at the “estación permanente de estudios ambientales (epea)” coastal station, argentina. *Continental Shelf Research*, 26:1093–1112.
- Machado, I., Barreiro, M., & Calliari, D. (2013). Variability of chlorophyll-a in the southwestern atlantic from satellite images: Seasonal cycle and enso influences. *Continental Shelf Research*, 53:102–109.
- Mackas, D., Batten, S., & Trudel, M. (2007). Effects on zooplankton of a warmer ocean: Recent evidence from the northeast pacific. *Prog. Oceanogr.*, 75:223–252.
- Mackas, D., Greve, W., Edwards, M., Chiba, S., Tadokoro, K., Eloire, D., Mazzocchi, M., Batten, S., Richardson, A., Johnson, C., Head, E., Conversi, A., & Peluso, T. (2012). Changing zooplankton seasonality in a changing ocean: Comparing time series of zooplankton phenology. *Progress in Oceanography*, 97:31–62.
- Marrari, M. and Signorini, S. R., McClain, C. R., Pajaro, M., Martos, P., Vinas, M. D., Hansen, J., Dimauro, R., Cepeda, G., & Buratti, C. (2013). Reproductive success of the argentine anchovy, *Engraulis anchoita*, in relation to environmental variability at a mid-shelf front (southwestern atlantic ocean). *Fisheries Oceanography*, 22:247–261.

- Matano, R. P. & Palma, E. D. (2008). On the upwelling of downwelling currents. *Journal of Physical Oceanography*, 38:2482–2500.
- McClain, C. R. & Meister, G. e. (2012). Mission requirements for future ocean-colour sensors. Reports of the International Ocean-Colour Coordinating Group 13, International Ocean-Colour Coordinating Group (IOCCG).
- Moore, T. S., Dowell, M. D., & Franz, B. A. (2012). Detection of coccolithophore blooms in ocean color satellite imagery: A generalized approach for use with multiple sensors. *Remote Sensing of Environment*, 117:249–263.
- Morel, A. (1980). In-water and remote measurement of ocean color. *Boundary-Layer Meteorology*, 18:177–201.
- Morel, A. (1988). Optical modeling of the upper ocean in relation to its biogenous matter content (case i waters). *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 93:10749–10768.
- Morel, A. & Berthon, J. F. (1989). Surface pigments, algal biomass profile, and potential production of the euphotic layer: relationship investigated in view of remote sensing applications. *Limnology and Oceanography*, 34:1545–1562.
- Moreno, D. V., Marrero, J. P., Morales, J., García, C. L., Úbeda, M. J., Rueda, M. J., & Llinás, O. (2012). Phytoplankton functional community structure in argentinian continental shelf determined by hplc pigment signature. *Estuar Coast Shelf Sci*, 100:78–81.
- Negri, R. M., Silva, R. I., & Balestrini, C. F. (2007). *Emiliania huxleyi* y otros cocolitofóridos en el mar argentino. *Sociedad argentina de Botánica*, 42:185.
- Negri, R. N., Carreto, J. I., Benavides, H. R., Akselman, R., & Lutz, V. A. (1992). An unusual bloom of *gyrodinium* cf. *aureolum* in the argentine sea: community structure and conditioning factors. *J Plankton Res*, 14:261–269.
- O'Reilly, J. E. & 24 Coauthors (2000). Seawifs postlaunch calibration and validation analyses, part 3. NASA Tech. Memo. 2000–206892 11, NASA Goddard Space Flight Center.
- O'Reilly, J. E., Maritorena, S., Mitchell, B. G., Siegel, D., Carder, K. L., Garver, S., Kahru, M., & McClain, C. (1998). Ocean color chlorophyll algorithms for SeaWiFs. *Journal of Geophysical Research*, 103:24937–24953.

- PACE Mission Science Definition Team (2012). A report of the pre-aerosol, clouds, and ocean ecosystem (pace) mission science definition team. Technical report, NASA.
- Palma, E. D., Matano, R. P., & Piola, A. R. (2004). A numerical study of the southwestern atlantic shelf circulation: 1. barotropic response to tidal and wind forcing. *Journal of Geophysical Research*, 109:C08014.
- Palma, E. D., Matano, R. P., & Piola, A. R. (2008). A numerical study of the southwestern atlantic shelf circulation: stratified ocean response to local and offshore forcing. *Journal of Geophysical Research*, 113:c11010.
- Paparazzo, F. E. (2003). *Evolución de nutrientes inorgánicos en aguas oceánicas y su relación con la biomasa fitoplanctónica*. PhD thesis, UNPSJB.
- Parker, G., Paterlini, C. M., & Violante, R. A. (1997). El fondo marino. In: *El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros. Volumen 1.*, E. Boschi, ed., pages 65–87. Inst. Nac. de Investigación y Desarrollo Pesquero.
- Piola, A., Romero, S., & Zajaczkovski, U. (2008). Space-time variability of the plata plume inferred from ocean color. *Continental Shelf Research*, 28:1556–1567.
- Piola, A. R. & Gordon, A. L. (1989). Intermediate waters in the southwest south atlantic. *Deep Sea Res.*, 36:1–16.
- Piola, A. R. & Rivas, A. L. (1997). Corrientes en la plataforma continental. In: *El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros. Volumen 1.*, E. Boschi, ed., pages 119–132. Inst. Nac. de Investigación y Desarrollo Pesquero.
- Platt, T., Fuentes-Yaco, C., & Frank, K. (2003). Spring algal bloom and larval fish survival. *Nature*, 423:398–399.
- Platt, T., Hoepffner, N., Stuart, V., & Brown, C. e. (2008). Why ocean colour? the societal benefits of oceancolour technology. Reports of the International Ocean-Colour Coordinating Group 7, International Ocean-Colour Coordinating Group (IOCCG).
- Platt, T., White III, G., Zhai, L., Sathyendranath, S., & Roy, S. (2009). The phenology of phytoplankton blooms: Ecosystem indicators from remote sensing. *Ecol. Model.*, 220:3057–3069.

- Podesta, G. P. (1997). Utilización de datos satelitarios en investigaciones oceanográficas y pesqueras en el océano atlántico sudoccidental. In: *El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros. Volumen 1.*, E. Boschi, ed., pages 195–222. Inst. Nac. de Investigación y Desarrollo Pesquero.
- Polovina, J. J., Howell, E., Kobayashi, D. R., & Seki, M. P. (2001). The transition zone chlorophyll front, a dynamic global feature defining migration and forage habitat for marine resources. *Progress in Oceanography*, 49:469–483.
- Polovina, J. J., Howell, E. A., & Abecassis, M. (2008). Ocean's least productive waters are expanding. *Geophysical Research Letters*, 35(3):L03618.
- R Core Team (2014). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing.
- Racault, M.-F., Le Quéré, C., Buitenhuis, E., Sathyendranath, S., & Platt, T. (2012). Phytoplankton phenology in the global ocean. *Ecological Indicators*, 14:152–163.
- Rivas, A., Dogliotti, A., & Gagliardini, D. (2006). Seasonal variability in satellite-measured surface chlorophyll in the patagonian shelf. *Continental Shelf Research*, 26:703–720.
- Rivas, A. L. (2006). Quantitative estimation of the influence of surface thermal fronts over chlorophyll concentration at the patagonian shelf. *Journal of Marine Systems*, 63:183–190.
- Rivas, A. L. & Piola, A. R. (2002). Vertical stratification at the shelf off northern patagonia. *GeoCont. Shelf Res.*, 22:1549–1558.
- Rodrigues, R. M. & Williams, P. J. (2002). Inorganic nitrogen assimilation by picoplankton and whole plankton in a coastal ecosystem. *Limnol. Oceanogr.*, 47:1608–1616.
- Roerink, G. J., Menenti, M., & Verhoef, W. (2000). Reconstructing cloudfree NDVI composites time series using analysis of fourier. *Int. J. Remote Sens.*, 21(9):1911–1917.
- Rolinski, S., Horn, H., Petzoldt, T., & Paul, L. (2007). Identifying cardinal dates in phytoplankton time series to enable the analysis of long-term trends. *Oecologia*, 153:907–1008.
- Romero, S., Piola, A., Charo, M., & Garcia, C. (2006). Chlorophyll-a variability off patagonia based on SeaWiFS data. *Journal of Geophysical Research*, 111.
- Sabatini, M., Akselman, R., Reta, R., Negri, R., Lutz, V., Silva, R., Segura, V., Gil, M., Santinelli, N., Sastre, A., Daponte, M., & Antacli, J. (2012). Spring plankton communities in the

- southern patagonian shelf: Hydrography, mesozooplankton patterns and trophic relationships. *Journal of Marine Systems*, 94:33–51.
- Sabatini, M. & Martos, P. (2002). Mesozooplankton features in a frontal area off northern patagonia (argentina) during spring 1995 and 1998. *Scientia Marina*, 66:215–232.
- Sabatini, M., Reta, R., & Matan, R. (2004). Circulation and zooplankton biomass distribution over the southern patagonian shelf during late summer. *Continental Shelf Research*, 24:1359–1373.
- Sapiano, M., Brown, C., Schollaert, U., & Vargas, M. (2012). Establishing a global climatology of marine phytoplankton phenological characteristics. *J. Geophys. Res.*, 117:C08026.
- Saraceno, M., Provost, C., & Piola, A. R. (2005). On the relationship of satellite retrieved surface temperature fronts and chlorophyll-a in the western south atlantic. *J. Geophys. Res.*, 110:C11016.
- Saraceno, M., Provost, C., Piola, A. R., Gagliardini, A., & Bava, J. (2004). Brazil malvinas frontal system as seen from nine years of advanced very high resolution radiometer data. *J. Geophys. Res.*, 109:C05027.
- Sarmiento, J. L. & Gruber, N. (2002). Sinks for anthropogenic carbon. *Phys. Today*, 55:30–36.
- Sathyendranath, S., Platt, T., Horne, E. P. W., Harrison, W. G., Ulloa, O., Outerbridge, R., & Hoepffner, N. (1991). Estimation of new production in the ocean by compound remote sensing. *Nature*, 353:129–133.
- Sathyendranath, S. e. (2000). Remote sensing of ocean colour in coastal and other optically-complex waters. Reports of the International Ocean-Colour Coordinating Group 3, International Ocean-Colour Coordinating Group (IOCCG).
- Schloss, I., Ferreyra, G. A., Ferrario, M. E., Almandoz, G., Codina, R., Bianchi, A. A., Balestrini, C. F., & Poisson, A. (2007). Role of plankton communities in pco₂ sea-air exchange in the southwestern atlantic ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 332:93–106.
- Segura, V., Lutz, V., Dogliotti, A., Silva, R., Negri, R., Akselman, R., & Benavides, H. (2013). Phytoplankton types and primary production in the argentine sea. *Marine Ecology Progress Series*, 491:15–31.

- Sellner, K., Doucette, G., & Kirkpatrick, G. (2003). Harmful algal blooms: causes, impacts and detection. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 30:383–406.
- Sharples, J., Ross, O., Scott, B., Greenstreet, S., & Fraser, H. (2006). Interannual variability in the timing of stratification and the spring bloom in the north-western north sea. *Cont. Shelf Res.*, 26:733–751.
- Sharples, J. & Simpson, J. H. (2009). Shelf sea and shelf slope fronts. In: *Encyclopedia of Ocean Sciences (Second Edition)*, J. H. Steele, K. K. Turekian, & S. A. e. Thorpe, ed., pages 4499–4508.
- Siegel, D., Behrenfeld, M., Maritorena, S., McClain, C., Antoine, D., Bailey, S., Bontempi, P., Boss, E., Dierssen, H., Doney, S., Eplee, R., Evans, R., Feldman, G., Fields, E., Franz, B., Kuring, N., Mengelt, C., Nelson, N., Patt, F., Robinson, W., Sarmiento, J., Swan, C., Werdell, P., Westberry, T., Wilding, J., & Yoder, J. (2013). Regional to global assessments of phytoplankton dynamics from the SeaWiFS mission. *Remote Sensing of Environment*, 135:77–91.
- Siegel, D. A., Doney, S. C., & Yoder, J. A. (2002). The north atlantic spring phytoplankton bloom and sverdrup's critical depth hypothesis. *Science*, 296:730–733.
- Siegel, H., Ohde, T., Gerth, M., Lavik, G., & Leipe, T. (2007). Identification of coccolithophore blooms in the {SE} atlantic ocean off namibia by satellites and in-situ methods. *Continental Shelf Research*, 27(2):258–274.
- Siegenthaler, U. & Sarmiento, J. (1993). Atmospheric carbon dioxide and the ocean. *Nature*, 365:119–125.
- Signorini, S. R., Garcia, V. M., Piola, A. R., Evangelista, H., McClain, C. R., Garcia, C. A., & Mata, M. M. (2009). Further studies on the physical and biogeochemical causes for large interannual changes in the patagonian shelf spring-summer phytoplankton bloom biomass.
- Signorini, S. R., Garcia, V. M. T., Piola, A. R., Garcia, C. A. E., Mata, M. M., & McClain, C. R. (2006). Seasonal and inter-annual variability of calcite in the vicinity of the patagonian shelf break (38°s – 52°s). *Geophys. Res. Lett.*, 33:L16610.
- Silva, R. I., Negri, R., & Lutz, V. (2009). Summer succession of ultra-phytoplankton at the epea coastal station (northern argentina). *J Plankton Res*, 31:447–458.

- Sirjacobs, D., Alvera-Azcárate, A., Barth, A., Lacroix, G., Park, Y., Nechad, B., Ruddick, K., & Beckers, J.-M. (2011). Cloud filling of ocean colour and sea surface temperature remote sensing products over the southern north sea by the data interpolating empirical orthogonal functions methodology. *Journal of Sea Research*, 65(1):114–130.
- Solari, L. C., Gabellone, N. A., Claps, M. C., Casco, M. A., Quaíni, K. P., & Neschuk, N. C. (2014). Phytoplankton chlorophyte structure as related to ENSO events in a saline lowland river (salado river, buenos aires, argentina). *Ecology and Evolution*, 4:918–932.
- Strom, S. L., Olson, M. B., Macri, E. L., & Mordy, C. W. (2006). Cross-shelf gradients in phytoplankton community structure, nutrient utilization, and growth rate in the coastal gulf of alaska. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 328:75–95.
- Subramaniam, A., Brown, C. W., Hood, R. R., Carpenter, E. J., & Capone, D. (2002). Detecting trichodesmium blooms in seawifs imagery. *Deep-Sea Research II*, 49:107–121.
- Sören Gebbert, pers. com. personal communication.
- Taylor, M. (2014). *Package sinkr*.
- Thomalla, S. J., Fauchereau, N., Swart, S., & Monteiro, P. M. S. (2011). Regional scale characteristics of the seasonal cycle of chlorophyll in the southern ocean. *Biogeosciences*, 8:2849–2866.
- Torrecilla, E., Stramski, D., Reynolds, R. A., Millán-Núñez, E., & Piera, J. (2011). Cluster analysis of hyperspectral optical data for discriminating phytoplankton pigment assemblages in the open ocean. *Remote Sensing of Environment*, 11:2578–2593.
- Vargas, M., Brown, C. W., & Sapiano, M. R. P. (2009). Phenology of marine phytoplankton from satellite ocean color measurements. *Geophysical Research Letters*, 36.
- Visser, M. & Both, C. (2005). Shifts in phenology due to global climate change: The need for a yardstick. *Proc. Roy. Soc. B.*, 272:2561–2569.
- White, M. A., De Beurs, K. M., Didan, K., Inouye, D. W., Richardson, A. D., Jensen, O. P., O’Keefe, J., Zhang, G., Nemani, R. R., Van Leewen, W. J. D., Brown, J. F., De Wit, A., Schaepman, M., Lin, X., Dettinger, M., Bailey, A. S., Kimball, J., Schwartz, M. D., Baldocchi, D. D., Lee, J. T., & Lauenroth, W. K. (2009). Intercomparison, interpretation, and assessment of spring phenology in north america estimated from remote sensing for 1982–2006. *Global Change Biology*, 15(10):2335–2359.

- Williams, G. N., Dogliotti, A., Zaidman, P., Solis, M., Narvarte, M., González, R., Esteves, J., & Gagliardini, D. (2013). Assessment of remotely-sensed sea-surface temperature and chlorophyll-a concentration in san matías gulf (patagonia, argentina). *Continental Shelf Research*, 52:159–171.
- Wiltshire, K., Malzahn, A., Wirtz, K., Greve, W., Janisch, S., Mangelsdorf, P., Manly, B. F. J., & Boersma, M. (2008). Resilience of north sea phytoplankton spring bloom dynamics: An analysis of long-term data at helgoland roads. *Limnol. Oceanogr.*, 53:1294–1302.
- Yoder, J. & Kennelly, M. (2003). Seasonal and enso variability in global ocean phytoplankton chlorophyll derived from 4 years of seawifs measurements. *Global Biogeochemical Cycles*, 17.
- Yorio, P., Bertellotti, M., Garcia Borboroglu, P., Carribero, A., Giaccardi, M., Lizurume, M. E., Boersma, D., & Quintana, F. (1998). Distribución reproductiva y abundancia de las aves marinas de chubut. parte i: de península valdés a islas blancas.. In: *Atlas de la distribución reproductiva de aves marinas en el litoral patagónico argentino.*, P. Yorio, E. Frere, P. Gandini, & G. Harris, ed., pages 39–74. Fundación Patagonia Natural - Wildlife Conservation Society.
- Yáñez, E., Catasti, V., Barbieri, M. A., & Böhm, G. (1996). Relaciones entre la distribución de recursos pelágicos pequeños y la temperatura superficial del mar registrada con satélites NOAA en la zona central de chile. *Investigaciones marinas*, 24:107–122.
- Zhai, L., Platt, T., Tang, C., Sathyendranath, S., & Walls, R. (2011). Phytoplankton phenology on the scotian shelf. *ICES J. Mar. Sci.*, 68:781–791.