



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL MAR DEL PLATA  
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

**Título:** Relevamiento de la calidad fisicoquímica del agua de consumo en la ciudad de Mar del Plata y otros partidos aledaños durante el periodo 2012 - 2016. (Parte 1)

**Autores:** Maggiore, M.; Campins, M.; Rampi, M. G.

**Año:** 2017

# RELEVAMIENTO DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE CONSUMO EN LA CIUDAD DE MAR DEL PLATA Y ALREDEDORES DURANTE EL PERIODO 2012 – 2016 (Parte 1)

Maggiore<sup>1</sup>, Marina A; Rampi<sup>1</sup>, Mariana G. y Campins<sup>1</sup> Macarena.

<sup>1</sup> *Laboratorio de Análisis Industriales Unidad Académica. Mar del Plata  
Universidad Tecnológica Nacional Buque Pesquero Dorrego 281, 7600 Mar del Plata-  
email: mamaggi3@hotmail.com*

## RESUMEN

El agua, además de ser una sustancia imprescindible para la vida, por sus múltiples propiedades, es ampliamente utilizada en distintas actividades, convirtiéndose en uno de los recursos más apreciados en el planeta. El crecimiento de la población a nivel mundial ha incrementado los niveles de contaminación relacionado con el vertido de agua de desecho de origen doméstico e industrial a los cuerpos de agua. En los países en vía de desarrollo las enfermedades diarreicas representan uno de los problemas de salud pública más importantes, con repercusiones que inciden en el ámbito económico, social y político. El Laboratorio de Análisis Industriales de la Universidad Tecnológica Nacional UA Mar del Plata viene recibiendo innumerables muestras de agua de la zona de influencia para la determinación de parámetros microbiológicos de calidad de agua. El objetivo del presente trabajo fue realizar un relevamiento de las muestras de agua ingresadas en el laboratorio en el período 2012-2016 indicando su aptitud. Se utilizaron las siguientes técnicas: Recuento de bacterias aerobias mesófilas (BAM), Recuento de coliformes totales (CT), Recuento de coliformes fecales (CF), Presencia/ausencia de *Escherichia coli* en 100 ml y Presencia/ausencia de *Pseudomonas aeruginosa* en 100 ml de acuerdo al Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater del año 2012. Los resultados obtenidos en este estudio determinaron que en el período analizado ingresaron al laboratorio un total de 870 muestras de las cuales 606 son de red y 264 de pozo. De las muestras de red solo el 13,5 % no presento desde el aspecto bacteriológico aptitud para ser ingeridas. De las 80 muestras no aptas para el consumo el 31,25% se debe a un recuento de aerobios mesófilos mayor a 500 UFC/ml, el 57,5 % y 18,75% se deben a un elevado número de CT y CF respectivamente, el 15 % es debido a la presencia de *E. coli*, mientras que el 28,75 corresponde a la presencia de *P. aeruginosa*. Con respecto a las muestras de agua de pozo el 20,8% no presento aptitud para ser consumida. Los parámetros más relevantes que indicaron la falta de aptitud fueron los CT con un 90,91%, CF y Presencia de *E. coli*, ambos con un 27,3%. Estos resultados muestran lo relevante que es el análisis del agua de consumo con el fin de poder concientizar alguna política pública de sanitización del agua de la comunidad.

**Palabras claves:** Calidad microbiológica, agua de consumo, pozos de provisión

## 1. Introducción

El agua, además de ser una sustancia imprescindible para la vida, por sus múltiples propiedades, es ampliamente utilizada en actividades diarias tales como la

agricultura (70% al 80%), la industria (20%), el uso doméstico (6%), entre otras, convirtiéndose en uno de los recursos más apreciados en el planeta. De ahí la importancia de conservar y mantener la calidad de las fuentes naturales, de manera que se garantice su sostenibilidad y aprovechamiento para las futuras generaciones (ONU, 1992).

Los peligros microbianos derivados del consumo de agua tratada de manera no eficiente se encuentran ampliamente documentados (OMS, 2008). Los riesgos para la salud relacionados con el consumo de agua más frecuente en el mundo son las enfermedades infecciosas de origen gastrointestinales, ocasionadas por agentes patógenos como bacterias, virus y parásitos (como protozoos y helmintos). Las diarreas en menores de cinco años pueden ocasionar la muerte (Westrell, 2004; Galdos Balsategui y col, 2017).

En los países en vías de desarrollo las enfermedades diarreicas representan uno de los problemas de salud pública más importante, con repercusiones que inciden en el ámbito económico, social y político (Isaac – Marquez y col, 1994).

El agua frecuentemente actúa como vehículo de transmisión de microorganismos entéricos. La materia fecal puede accidentalmente alcanzar una fuente de abastecimiento, siendo la forma más común el ingreso a través de los sistemas de pozo ciego a napas profundas.

Tanto el Código Alimentario Argentino (CAA) como la Organización Mundial de la Salud (OMS) en sus Guías recomiendan requisitos de calidad para el agua de consumo humano. En general, la normativa establece que el agua es apta bacteriológicamente para consumo si se encuentra exenta de microorganismos patógenos de origen entérico y parasitario intestinal (Apella y Araujo, 2002).

Los controles rutinarios de la totalidad de los microorganismos hídricos, potencialmente riesgosos para la salud, resultan difíciles de llevar a cabo debido a la gran variedad de bacterias patógenas cultivables, a la complejidad de los ensayos de aislamientos y a la presencia en baja concentración de varias especies altamente agresivas, sin que el orden detallado indique prioridad. Por esta razón, los análisis bacteriológicos apuntan a la búsqueda de microorganismos indicadores de contaminación fecal y se centralizan en la cuantificación de coliformes. Este grupo está integrado por enterobacterias, siendo *Escherichia coli* el indicador universal de contaminación fecal (Apella y Araujo, 2002). El Código Alimentario Argentino establece cuatro parámetros de calidad microbiológica del agua de consumo, los mismos

son: Bacterias aerobias mesófilas (menor a 500 UFC/ml), Coliformes totales (menor a 3 NMP/100 ml), *Pseudomonas aeruginosa* y *E. coli*, ausencia en 100 ml en ambos casos.

El Laboratorio de Análisis Industriales de la UTN UA Mar del Plata, recibe muestras de la ciudad y zonas de influencia.

La ciudad de Mar de Plata se encuentra situada al sur este de la provincia de Buenos Aires. Es una ciudad turística por excelencia, duplicando su población en determinadas etapas del año.

El objetivo del presente trabajo fue realizar un relevamiento de las muestras de agua ingresadas en el laboratorio en el período 2012-2016 indicando su aptitud.

## **2. Materiales y métodos**

Durante el período 2012-2016, ingresaron un total de 870 muestras de agua para consumo, tanto de pozo como de red al Laboratorio de Análisis Industriales de la UTN UA Mar del Plata. En todos los casos se indicó al cliente el modo de toma de muestra y las características del envase recolector destacando principalmente el manejo aséptico del mismo y considerando en aquellas provenientes de red que se le debía agregar una solución de tiosulfato de sodio. Las muestras fueron procesadas inmediatamente después de haber sido ingresadas. Se analizaron los parámetros que exige Código Alimentario Argentino (CAA) para determinar si un agua es apta o no para consumo humano. Los mismos son: Recuento de Bacterias Aerobias Mesofilas (BAM), NMP/100 ml de Coliformes totales (CT), Presencia/ausencia de *Escherichia coli* y Presencia/ausencia de *Pseudomonas aeruginosa* ambos en 100 ml, también se incluyó el NMP/100ml de coliformes fecales (CF).

Los análisis bacteriológicos se realizaron de la siguiente manera:

*Aerobios Mesófilos*: se hizo conteo en placas (agar plate count, Biokar Diagnostic, Francia) previamente fundido y temperado a 45° C. Para el mismo, se tomaron a consideración aquellas placas con 24 h de incubación a 35° C con recuentos entre 25-250 colonias las cuales se expresaron en unidades formadoras de colonias (UFC/ml) tomando a consideración el factor de dilución, según Apha (2012) y el CAA.

*Coliformes*: para la cuantificación de bacterias coliformes totales y fecales se aplicó el método de Tubos múltiples (NMP) (Apha 2012). De esta forma, se inoculó 10 ml de la muestra madre en serie de 3 tubos que contenían caldo laurilsulfato triptosa (Biokar Diagnostic, Francia) a doble concentración con la campanita de Durham en posición invertida. Se incubaron a 35° C por un lapso de 48 h. Transcurrido el periodo de incubación, se consideró positiva aquella muestra que presentó turbidez y producción de gas en el interior de la campana de Durham. Para la cuantificación de coliformes totales, las muestras positivas fueron repicadas en caldo bilis verde brillante (Merck, Alemania) a 35° C por 48 h. Posterior al periodo de incubación, las muestras positivas (turbiedad y producción de gas) se repicaron en caldo EC (Biokar Diagnostic, Francia) a 44,5° C por 24 h, cuantificando de esta forma el NMP de coliformes fecales según Apha (2012).

*Escherichia coli*: de la prueba confirmativa en caldo EC se tomaron inóculos de los tubos positivos y se replicaron en caldo triptofano (Biokar Diagnostic, Francia). Los mismos se incubaron a 44.5° C por 24 h. Transcurrido el periodo de incubación, los tubos fueron sometidos a una identificación presuntiva, mediante la prueba bioquímica de producción de indol. Para la confirmación se clonaron en agar tripteina soya (Biokar Diagnostic, Francia) y se les realizó las pruebas de rojo de metilo (RM), Voges Proskauer (VP) y metabolización de citrato (C), conocido como IMViC y el TSI, según Apha (2012) y Mac Faddin (2003).

*Pseudomonas aeruginosa*: se inoculó 100 ml de la muestra madre en un frasco que contenía 100 ml de caldo tripteina soya (Biokar Diagnostic, Francia) a doble concentración a 35° C por 24-48 h. Posterior al periodo de incubación se tomó un inóculo con un ansa y se sembró en una placa con agar cetrimida (Biokar Diagnostic, Francia) a 35° C por 24-48 h. Posterior al periodo de incubación, las muestras positivas presentaban colonias con coloración verde oscuro (característicos a sus pigmentos piocianina y fluoreceina) según Apha (2012).

### **3. Resultados y discusión**

Los resultados obtenidos en este estudio determinaron que del total de 870 muestras que ingresaron al laboratorio, 606 (70%) proviene de red y 264 (30%) de pozo.

### 3.1 Muestras de red

De las muestras de red, durante el periodo de estudio, solo 80 (13,5 %) resultaron ser no aptas para consumo humano (gráfico 1). Estos resultados fueron similares a los expuestos por Monteverde y col. (2013) donde observaron porcentajes bajos de muestras de red que resultaron ser no aptas para el consumo.

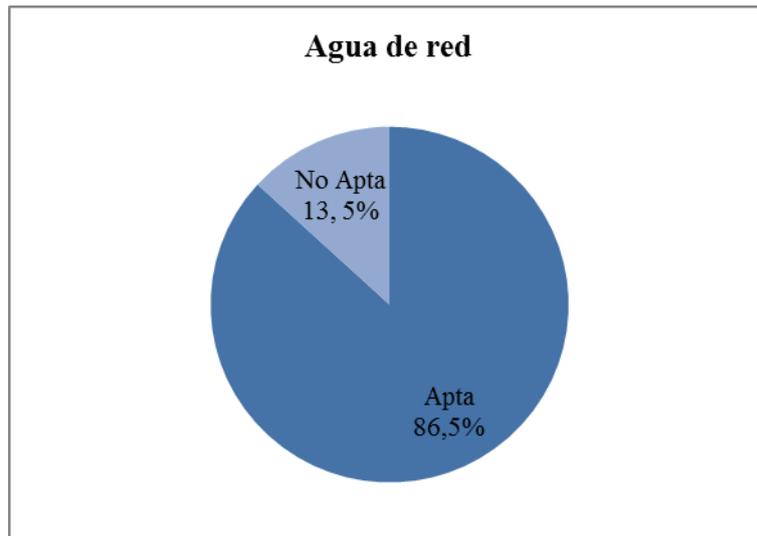


Gráfico N° 1 Porcentaje de agua potable y no potable en las muestras de agua de red ingresadas al laboratorio.

De acuerdo al CAA, de las muestras no aptas para consumo el 31,25% se debe a un recuento de aerobios mesófilos mayor a 500 UFC/ml, el 57,5 % y 18,75% se deben a un elevado número de CT y CF respectivamente, el 15 % es debido a la presencia de *E. coli*, mientras que el 28,75 corresponde a la presencia de *P. aeruginosa* (gráfico N° 2).

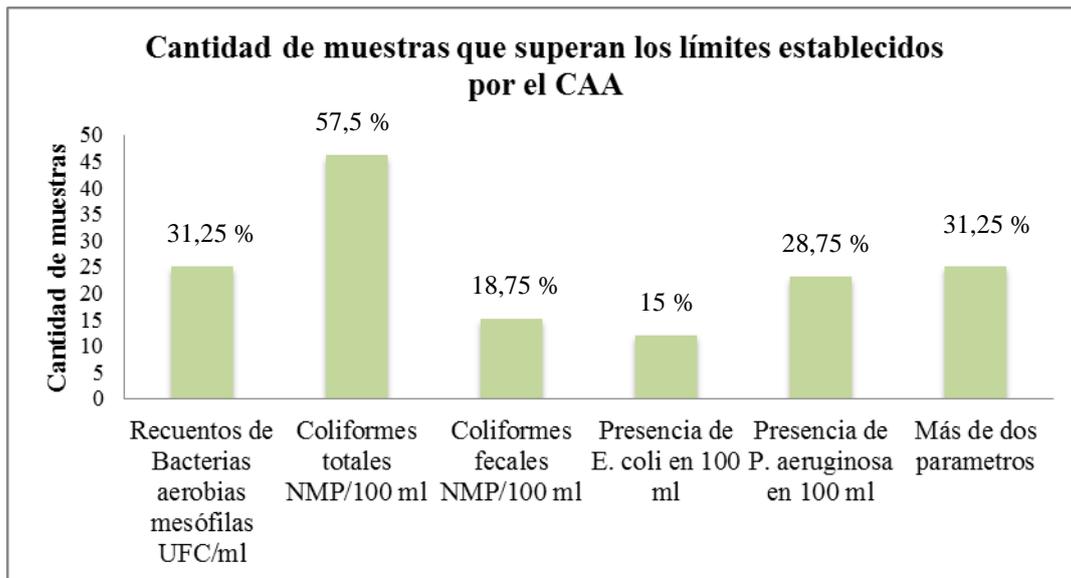


Gráfico N° 2. Cantidad de muestras que supera el límite estipulado por el CAA para los distintos parámetros

En 25 muestras que equivalen al 31,25 % se observó que presentaban más de un parámetro con valores superiores a lo establecido por el CAA (Gráfico N° 2).

Es importante destacar que ciertos parámetros pueden indicar el origen de la contaminación. Parámetros como BAM y *P. aeruginosa* representan contaminación ambiental mientras que los coliformes fecales y *E. coli* indican contaminación fecal. En las muestras no aptas para el consumo podemos observar que el 97,5 % presentan un origen ambiental mientras que solo el 20 % tienen un origen fecal. Es necesario destacar que en todos los casos donde hubo contaminación fecal también se presentó contaminación ambiental.

Con respecto a la procedencia de las muestras no aptas para consumo el 55 % de los casos son de la localidad de Mar del Plata, mientras que el 41,25 % y el 3,75 % corresponden a las localidades de Miramar ubicada en la provincia de Buenos Aires y Termas de Rio Hondo de la Provincia de Santiago del Estero, respectivamente (Gráfico N° 3).

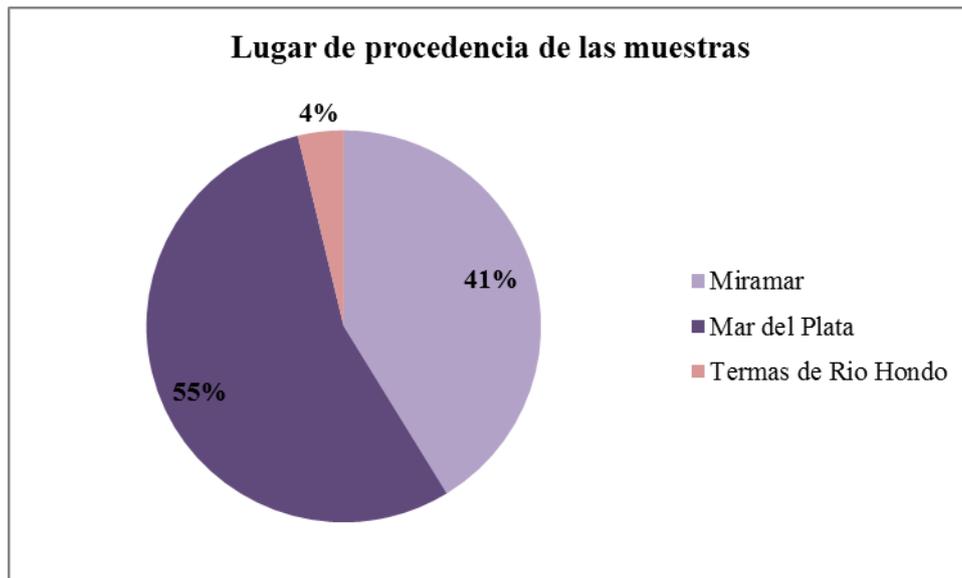


Gráfico N° 3. Procedencia de las muestras ingresadas.

### 3.2 Agua de Pozo

Con respecto a las muestras de agua de pozo el 20,8% no presentó aptitud para ser consumida (Gráfico N° 4). Se observan similitudes con los resultados obtenidos por Marin y col (2002), donde observaron bajos valores de contaminación en muestras de agua de pozo en la ciudad de Villa María Prov. de Córdoba.

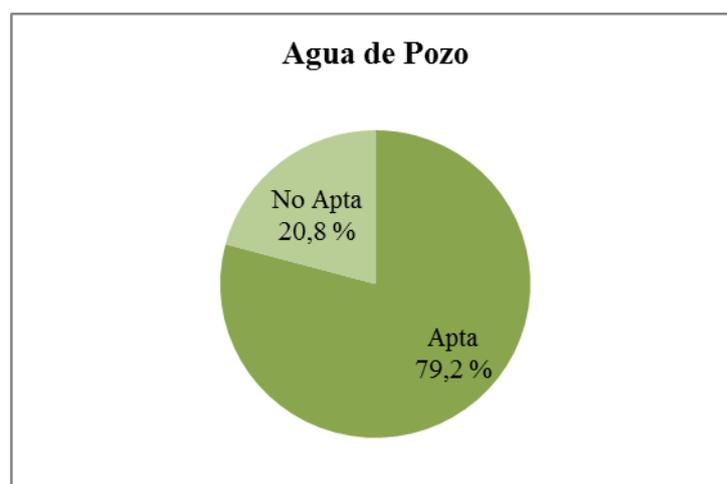


Gráfico N° 4 Porcentaje de agua potable y no potable en las muestras de agua de pozo ingresadas al laboratorio.

Los parámetros más relevantes que indicaron la falta de aptitud fueron los CT con un 90,91%, CF y Presencia de *E. coli*, ambos con un 27,3%. El recuento de bacterias aerobias mesófilas solo dió valores elevados al límite establecido por el CAA

en 14 de las 55 muestras no aptas para el consumo lo que equivale al 25,45 % de las mismas. Con respecto a la presencia de *P. aeruginosa*, fue el parámetro que se observó en menor cantidad, con solo 6 muestras que representan el 10,9 % (Gráfico N° 5).

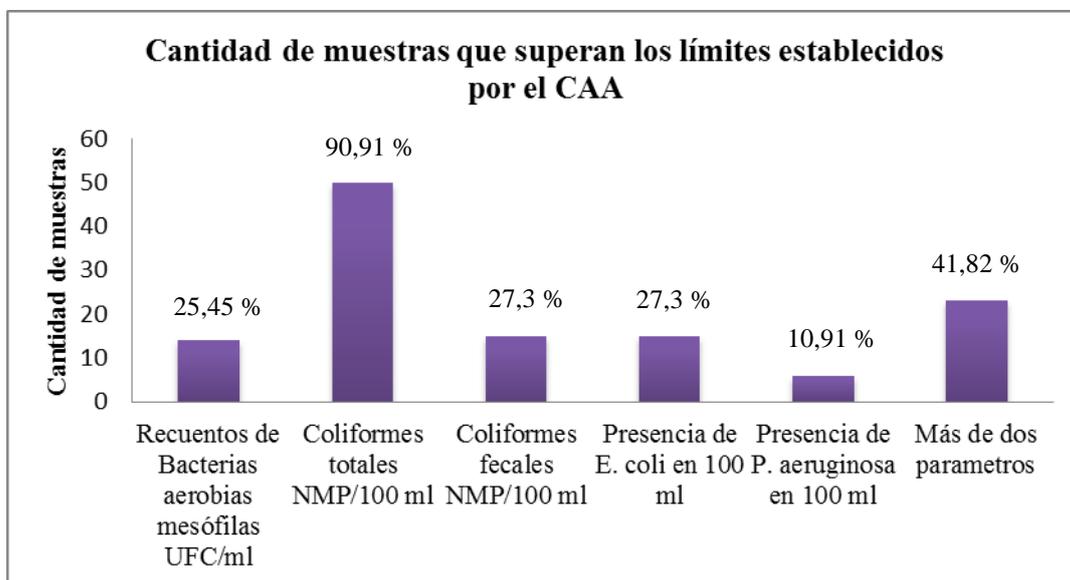


Gráfico N° 5. Cantidad de muestras que supera el límite estipulado por el CAA para el distinto parámetro

En 23 muestras que equivalen al 41,82 % se observó que presentaban más de un parámetro con valores superiores a lo establecido por el CAA (Gráfico N° 5).

Con respecto al origen de la contaminación en este tipo de agua, la totalidad de las muestras no aptas presentaron contaminación ambiental, mientras que solo el 29,1 % presentó contaminación fecal. Esto puede deberse a una contaminación externa correspondiente a alguna descarga que contamina la napa de agua o construcción defectuosa y mal mantenimiento del encamisado de los pozos (Saralegui y col 2012). Como mencionamos para agua de red, en esta ocasión ocurrió lo mismo, en todas las muestras que presentaron contaminación fecal también se obtuvo crecimiento de aquellos parámetros que indican contaminación ambiental.

En cuanto al origen de las muestras, en esta ocasión el mismo presentó más variación comparado con las muestras provenientes de red. Es de señalar que nuevamente la procedencia principal fue de la localidad de Mar del Plata con el 72,73 % de las muestras, le siguen las localidades de Trenque Lauquen y Miramar, ambas situadas en la provincia de Buenos Aires, con un 12,73 % y 10,91 % respectivamente. Con solo 1,82 % de las muestras participaron las localidades de Santa Clara del Mar y Gral. Madariaga (Gráfico N° 6).

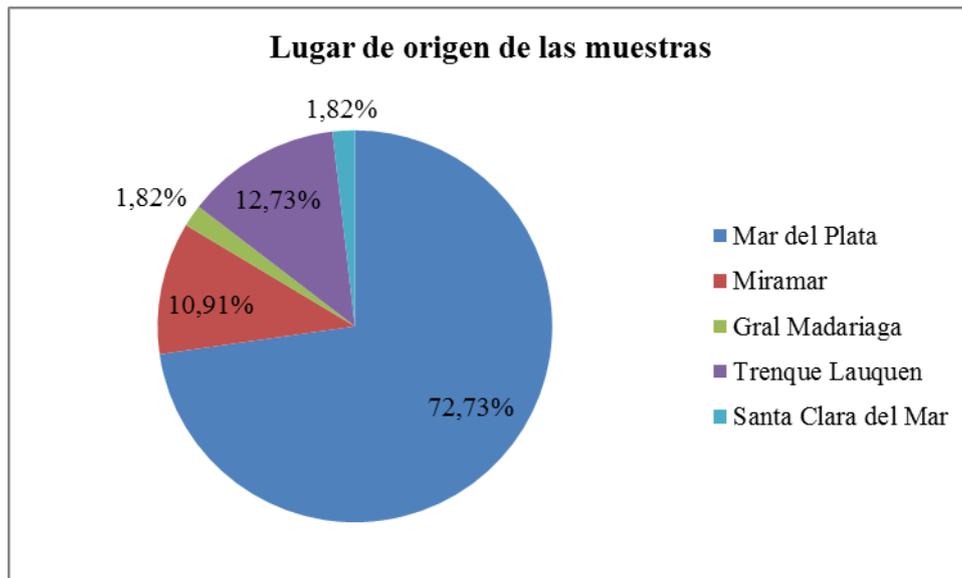


Gráfico N° 6. Origen de las muestras ingresadas.

#### 4. Conclusiones

- Los coliformes totales fueron los que presentaron mayor desarrollo en las muestras de agua no apta de ambos tipos.
- En aguas de red la segunda causa de no aptitud del agua se debe a las bacterias aeróbicas mesófilas. Esto puede deberse a roturas del sistema de cañerías o tanques sucios.
- En las muestras de agua de pozo bajó notablemente la cantidad de muestras con presencia de *P. aeruginosa* en comparación con las muestras de agua de red.
- Estos resultados muestran lo relevante que es el análisis del agua de consumo con el fin de poder concientizar alguna política pública de sanitización del agua de la comunidad.

#### 5. Referencias

Apella M. C. y Araujo P. Z. 2002. Microbiología de agua. Conceptos básicos Centro de Referencia para Lactobacilos y Universidad Nacional de Tucumán. <http://www.ine.es/normativa/leyes/incinor.htm>.

AWWA, APHA, WEF. 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th edición.

Código Alimentario Argentino (CAA). 2007. Artículo 982, Agua Potable. Capítulo XII, Bebidas hídricas, agua y agua gasificada. Actualizado.

Galdos-Balzategui A., Carmona de la Torre J., Sánchez-Pérez H. J., Morales-López J. J., Torres-Dosal A. y Gómez-Urbina S. 2017. Evaluación cuantitativa del riesgo microbiológico por consumo de agua en San Cristóbal de Las

Casas, Chiapas, México. Tecnología y Ciencias del Agua, vol. VIII, núm. 1, pp. 133-153 Instituto Mexicano de Tecnología del Agua Morelos, México.

Issac-Marquez A. P., Lezama-Dávila C. M., Ku-Pech P. P. y Tamay-Segovia P. 1994. Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche. Salud Pública Mex. 36:655-661.

Mac Faddin-Jean M. A. C. 2003. Pruebas Bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica. Panamericana. Tercera Edición Argentina.

Marin G., Moyano S., Brussa D., Debernardi A., Pegoraro L. y Farias M. 2002. Calidad del agua de pozos de provisión a la ciudad de Villa María - Córdoba, argentina. Aspectos parciales. Congreso Internacional 2002 de Aguas Subterráneas y Desarrollo Humano. ISBN: 987-544-063-9. Vol (1): 384-390

Monteverde M., Cipponeri M., Angelaccio C. y Gianuzzi L. 2013. Origen y calidad del agua para consumo humano: salud de la población residente en el área de la cuenca Matanza-riachuelo del Gran Buenos Aires. Salud colectiva. Buenos Aires. 9 (1): 53-63

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2012. Evaluación de métodos para el tratamiento doméstico del agua: metas sanitarias y especificaciones de eficiencia microbiológica. Organización Mundial de la Salud. Recuperado de: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/2011/household\\_water/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/household_water/es/).

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 1992. Departamento de Economía y Asuntos Sociales: División para el Desarrollo Sostenible. Agenda 21. <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/agenda21spchapter18.htm>.

Saralegui A., Palacios O., Maury A. M., Alvarez, L., Botbol L., Baez F., Montañó G. y Vázquez C. 2012. Calidad Microbiológica del Agua de Consumo en Virrey del Pino, La Matanza, Provincia de Buenos Aires. *Ciencia*, Vol. 7, N° 26:37-43.

Westrell, T. 2004. Microbial risk assessment and its implications for risk management in urban water systems (84 pp.). Linköping, Switazarland: Linköping Studies in Arts and Science, Linköping University.