

MORTALIDAD ESTANDARIZADA SEGÚN CAUSAS, EDAD Y GÉNERO EN UNA COMUNA MINERA DEL NORTE DE CHILE ENTRE 2006 Y 2015

STANDARDIZED MORTALITY ACCORDING TO CAUSE OF DEATH, AGE, AND GENDER IN A MINING COMMUNITY IN NORTHERN CHILE, 2006-2015

RESUMEN

Introducción: La comuna de Andacollo fue declarada Zona Saturada por material particulado en el año 2009, desconociéndose si dicha contaminación afecta la salud de sus habitantes o aumenta el riesgo de morir de su población. **Objetivo:** Comparar la mortalidad general y por causas cardiovasculares, respiratorias y neoplasias, según edad y género, de la comuna Andacollo con las tasas nacionales, entre 2006 y 2015. **Materiales y métodos:** Con registros oficiales de defunciones y población, se calcularon tasas de mortalidad general, por causas específicas y según género. Se estandarizó con ajuste directo por edad las tasas comunales, para compararlas con las del país. **Resultados:** Las tasas de mortalidad ajustadas de Andacollo tienden a ser, en promedio, 20% superiores a las nacionales, durante toda la década. Esta diferencia está dada principalmente por un mayor riesgo de morir en hombres, que es 35% mayor para neoplasias, 40% más para enfermedades cardiovasculares y 50% mayor para las enfermedades respiratorias. Estas diferencias de riesgo de morir es mucho menor para las mujeres (promedio 9%) y no se observan en la población joven (20-59 años). **Conclusiones:** Las tasas de mortalidad general y específicas de Andacollo son significativamente superiores a las nacionales, pudiendo descartarse influencia de las condiciones ambientales en el riesgo de morir de su población, dada la heterogeneidad presentada en los riesgos de morir por sexo. El exceso de riesgo de fallecer en hombres mayores podría explicarse por exposiciones laborales antiguas.

Palabras clave: Tasa de mortalidad, enfermedad cardiovascular, enfermedad respiratoria, cáncer, contaminación del aire.

ABSTRACT

Introduction: The Chilean municipality of Andacollo was declared to be a Saturated Zone due to air pollution in 2009. It is unknown if this contamination affects the health of its inhabitants. **Objective:** To compare the general mortality and specific cardiovascular, respiratory, and neoplastic mortality rates in Andacollo with the national mortality rates between the years 2006 and 2015. **Materials and methods:** General and specific mortality rates, by gender, were calculated using official death and population registries. The Andacollo mortality rates were directly standardized by age and then compared with the national rates. **Results:** The adjusted mortality rates of Andacollo tend to be, on average, 20% higher than the national ones, throughout the decade. This difference is mainly due to an increased risk of dying among men, which is 35% higher for cancers, 40% higher for cardiovascular diseases, and 50% higher for respiratory diseases. These differences in risk of dying are much lower for women (average 9%) and are not observed in the younger population (20-59 years of age). **Conclusions:** Andacollo's general and specific mortality rates are significantly higher than national ones, and the influence of environmental conditions on the population's risk of dying can be ruled out, given the heterogeneity presented by sex. The excess risk of death among older men could be explained by previous occupational exposures.

Key words: mortality rate, cardiovascular disease, respiratory disease, cancer, air pollution.

Álvaro Leyton-Hernández
Departamento de Enfermería,
Facultad de Ciencias, Universidad de
La Serena, Chile.
Departamento de Salud Pública,
Facultad de Medicina, Universidad
Católica del Norte, Coquimbo, Chile.

Muriel Ramírez-Santana
Departamento de Salud Pública,
Facultad de Medicina, Universidad
Católica del Norte, Coquimbo, Chile.

mramirez@ucn.cl

Recibido 23-10-2018;
Aceptado 07-06-2019

INTRODUCCIÓN

El estudio se enmarca en la comuna de Andacollo, ciudad minera ubicada en la Región de Coquimbo, la cual está vinculada a la minería del oro desde la década de 1930-1940; siendo de tipo artesanal hasta los años noventa¹. El desarrollo de faenas mineras aledañas a poblaciones conlleva consecuencias positivas relacionadas a otorgar fuentes de trabajo, aunque también puede generar efectos negativos, como la contaminación ambiental debido a las faenas mismas (tronaduras, tránsito de vehículos pesados) y a la permanencia de pasivos mineros contaminantes (relaves contenedores de ácidos y metales pesados)². En efecto, los problemas de contaminación del aire llevaron a que esta comuna fuera declarada Zona Saturada por material particulado PM10 en el año 2009 por la Autoridad Sanitaria y Ambiental, implementándose un Plan de Descontaminación desde el año 2014^{3,4}.

Entre las patologías relacionadas a la contaminación atmosférica se encuentran las enfermedades cardiovasculares y respiratorias^{2,5-10}. Para el caso específico de esta comuna, no existe monitoreo de PM_{2,5} y a través de estudios ambientales realizados a solicitud de la comunidad organizada, se ha evidenciado que el PM10 del área contiene elementos cancerígenos como es el Arsénico (As), cuyos efectos se han asociado a neoplasias de pulmón, vejiga y piel¹¹⁻¹³. Cabe mencionar que la comuna se abastece de agua potable desde el río Elqui, lejano a la comuna; descartando una exposición a metales pesados cancerígenos por vía de la ingestión¹⁴. No existe registro de morbilidad que permita reconocer daño a la salud de los Andacollinos por causas ambientales. Tampoco existen estudios epidemiológicos que permitan evidenciar asociación entre la contaminación atmosférica y los efectos sobre la salud de su población.

Andacollo tiene una población de poco más de diez mil habitantes y es la cuarta comuna más envejecida de la Región de Coquimbo, con una alta proporción de adultos mayores (13,9%)^{15,16}. Por lo anterior, además de despejar la variable edad a través de estandarización de tasas, se recomienda limpiar los efectos de exposiciones laborales previas en la mortalidad específica por patologías, a través de comparar las tasas según género y en edades menores. El presente estudio pretende responder

la pregunta si existe mayor riesgo de morir en esta comuna a causa de enfermedades relacionadas con la contaminación ambiental. El objetivo planteado fue comparar la mortalidad general, por patologías respiratorias, cardiovasculares y cánceres de la comuna de Andacollo con el país, ajustando por edad y separando por género; además de explorar dichas mortalidades en población adulta joven (de 20 a 59 años).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio ecológico de tendencias de mortalidad bruta y estandarizada de la comuna, considerando la década desde el año 2006 al 2015 y las causas específicas que mayoritariamente se relacionan con contaminación ambiental por MP. Se utilizó el registro de defunciones del Departamento de Estadísticas e Información del Ministerio de Salud de Chile (DEIS) y datos de población proyectada de Censo 2002 del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), de los años 2006 al 2015. Se calcularon tasas de mortalidad general del país y estandarizadas directamente por edad para la comuna de Andacollo, según sexo. Se consideraron defunciones por patologías circulatorias (código CIE-10 Grupo I), enfermedades respiratorias (código CIE-10 Grupo J) y neoplasias (código CIE-10 desde C00 a D48) (17). Para la estandarización directa se utilizó la población nacional como población estándar. Lo mismo se realizó para todas las edades y para población joven (entre 20-59 años). Las tasas estandarizadas de la comuna de Andacollo se compararon con su respectiva tasa nacional, calculando diferencias porcentuales entre las tasas de mortalidad para facilitar la comparación, utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{(\text{Tasa de Mort. Andacollo} - \text{Tasa de Mort. Chile})}{\text{Tasa de Mort. Chile}} \times 100$$

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra la comparación de las tasas de mortalidad general y por las tres grandes causas estudiadas de Chile con las tasas estandarizadas por edad de la comuna de Andacollo. Se observa una tendencia de superioridad de las cifras comunales para toda la década, tanto para la mortalidad general como para las causas estudiadas. Esta diferencia es, en promedio, entre el 20% y 26%, siendo la mayor diferencia en las causas respiratorias (Tabla 3).

En la Tabla 2 se presentan las tasas de mortalidad estandarizadas por edad separadas por género. Tanto en hombres como en mujeres, la mortalidad general y por grupo de enfermedades presenta una tendencia de superioridad de las cifras de la comuna de Andacollo al compararlas con el país. Sin embargo, la diferencia entre Chile y la comuna de Andacollo, expresada como diferencia porcentual, se hace relevante para el sexo masculino. En la Tabla 3 se evidencia que el riesgo de fallecer es mayor

en mujeres de la comuna de Andacollo comparado con Chile en porcentajes que bordean el 9%. No obstante, la diferencia para los hombres muestra un riesgo de morir entre 30% y 50% mayor en Andacollo que en el país; siendo la mayor diferencia para las causas respiratorias.

En la figura 1 se puede observar que las tasas de mortalidad ajustadas en población joven (20-59 años) no difieren entre Andacollo y Chile.

DISCUSIÓN

Primeramente, cuando la población es relativamente pequeña y más envejecida, como es el caso de Andacollo, el estudio refuerza la necesidad de realizar las comparaciones de tasas con el debido ajuste por edad. Al comparar las tasas ajustadas, las cifras encontradas son similares a las contenidas en el diagnóstico de salud de la comuna realizado recientemente por el Ministerio de Salud de Chile (MINSAL)¹⁸. En dicho estudio se presentan

Tabla 1. Tasas crudas y estandarizadas de mortalidad general y por causas específicas, por cien mil habitantes, Chile y Andacollo, años 2006 a 2015.

	Año 2006	Año 2007	Año 2008	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015
Tasa Mort. Gral. Chile	524,36	563,47	540,35	544,92	573,83	550,46	565,85	565,86	572,19	573,83
Tasa Mort. Gral. Andacollo	712,50	534,46	549,55	628,01	687,10	592,78	749,73	699,92	669,72	630,75
Tasa Mort. Gral. Estandarizada Andacollo	616,55	666,59	640,00	647,41	685,57	660,16	683,68	684,69	698,33	702,52
Tasa Mort. por Enf. Cardiovasculares, Chile	127,22	157,79	148,66	147,15	159,05	149,19	155,8	156,88	158,12	157,28
Tasa Mort. por Enf. Cardiovasculares, Andacollo	166,56	165,87	174,02	109,22	72,33	107,78	124,96	124,04	185,05	113,89
Tasa Mort. estandarizada por Enf. Cardiovasculares, Andacollo	149,03	192,37	181,8	180,48	196,06	184,45	194,12	195,37	198,9	199,21
Tasa Mort. por Neoplasias, Chile	127,24	130,19	130,79	134,13	135,57	136,84	139,71	139,67	140,37	143,08
Tasa Mort. por Neoplasias, Andacollo	166,56	147,44	128,23	227,54	126,57	98,80	169,58	186,05	211,49	166,45
Tasa Mort. estandarizada por Neoplasias, Andacollo	149,05	152,98	154,48	158,59	160,51	162,58	166,63	166,48	168,8	172,04
Tasa Mort. por Enf. Respiratorias Chile	47,46	57,12	50,03	52,93	58,55	52,76	58	58,24	58,63	55,17
Tasa Mort. por Enf. Respiratorias Andacollo	111,04	73,72	64,11	145,63	126,57	152,69	124,96	186,05	52,87	96,36
Tasa Mort. estandarizada por Enf. Respiratorias Andacollo	58,56	70,97	62,05	65,71	73,4	66,67	74,08	74,59	75,82	71,56

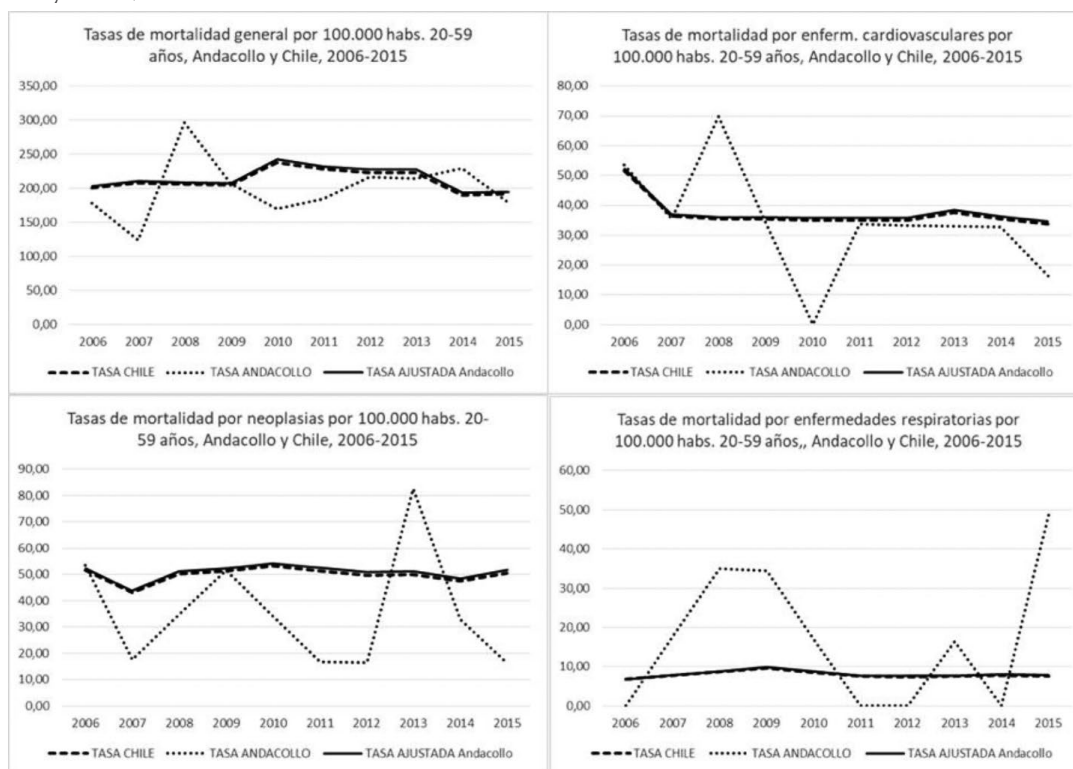
Tabla 2. Comparación entre tasas crudas y estandarizadas de mortalidad general y por causas específicas, por cien mil habitantes hombres y mujeres, de la comuna de Andacollo y Chile, años 2006 a 2015.

	Año 2006	Año 2007	Año 2008	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015
Tasa Mort. Gral. Hombres, Chile.	568,69	608,84	588,13	593,77	618,34	591,70	600,04	606,44	612,07	613,81
Tasa Mort. Gral. Hombres, Andacollo.	777,63	553,51	568,91	656,81	706,27	684,07	894,45	745,21	581,81	718,42
Tasa Mort. Gral. Estandarizada Hom- bres, Andacollo	739,94	798,67	769,49	782,78	823,64	791,01	810,96	819,68	834,42	838,77
Tasa Mort. Gral. Mujeres, Chile.	480,88	518,98	493,51	497,03	530,19	510,04	532,33	526,09	533,12	534,67
Tasa Mort. Gral. Mujeres, Andacollo.	647,43	515,46	530,26	599,35	667,99	501,88	605,63	654,75	757,58	543,10
Tasa Mort. Gral. Estandarizada Muje- res, Andacollo.	515,84	559,08	533,69	537,16	575,04	556,15	582,72	577,74	590,79	594,84
Tasa Mort. por Enf. Cardiovasculares Hombres, Chile.	152,32	161,95	155,51	151,88	162,77	154,71	159,79	163,38	160,74	159,68
Tasa Mort. por Enf. Cardiovasculares Hombres, Andacollo.	148,12	147,60	146,82	145,96	90,55	144,01	125,22	124,20	141,04	105,13
Tasa Mort. Estandarizada por Enf. Cardiovasc. Hombres, Andacollo	209,93	224,82	216,04	211,53	229,30	217,60	227,45	231,13	230,07	229,58
Tasa Mort. por Enf. Cardiovasculares Mujeres, Chile.	168,85	153,65	141,95	142,53	155,56	143,79	151,89	150,50	154,31	154,93
Tasa Mort. por Enf. Cardiovasculares Mujeres, Andacollo.	184,98	184,09	201,13	72,65	54,16	71,70	124,69	123,87	229,03	122,63
Tasa Mort. Estandarizada por Enf. Cardiovasc. Mujeres, Andacollo.	180,29	166,60	154,52	155,08	169,95	157,95	167,59	166,73	172,78	174,52
Tasa Mort. por Neoplasias Hombres, Chile.	132,68	135,64	135,50	140,67	144,25	143,98	146,23	146,70	148,94	151,52
Tasa Mort. por Neoplasias Hombres, Andacollo.	148,12	147,60	165,17	218,94	144,88	162,02	178,89	106,46	158,67	192,75
Tasa Mort. Por Estandarizada Neopla- sias Hombres, Andacollo.	175,57	179,67	180,80	188,77	193,38	194,67	198,59	199,49	204,13	207,61
Tasa Mort. por Neoplasias Mujeres, Chile.	121,91	124,85	126,17	127,71	127,06	130,52	133,32	132,40	131,99	134,82
Tasa Mort. por Neoplasias Mujeres, Andacollo.	184,98	147,28	91,42	236,11	108,32	35,85	160,31	265,44	264,27	140,15
Tasa Mort. Estandarizada por Neopla- sias Mujeres, Andacollo.	131,11	134,77	136,82	138,28	137,83	142,18	145,52	144,59	145,29	148,28
Tasa Mort. por Enf. Respiratorias Hombres, Chile	47,99	57,63	51,32	55,47	59,80	53,67	57,20	58,55	59,91	56,31
Tasa Mort. por Enf. Respiratorias Hombres, Andacollo.	111,09	110,70	91,76	182,45	144,88	180,02	178,89	283,89	52,89	122,66
Tasa Mort. Estandarizada por Enf. Respiratorias Hombres, Andacollo.	70,18	84,76	74,75	81,03	89,09	80,69	88,04	89,85	92,69	87,00
Tasa Mort, por Enf. Respiratorias Mujeres, Chile.	46,21	56,65	48,76	50,45	57,33	51,87	58,79	57,94	57,39	54,05
Tasa Mort, por Enf. Respiratorias Mujeres, Andacollo.	110,99	36,82	36,57	108,97	108,32	125,47	71,25	70,78	52,85	70,08
Tasa Mort, Estandarizada por Enf. Respiratorias Mujeres, Andacollo.	49,66	61,23	52,86	54,76	62,49	57,00	64,96	64,40	64,44	61,08

Tabla 3. Diferencia porcentual promedio para la década de tasas de mortalidad estandarizadas de Andacollo, en relación con tasas de mortalidad de Chile, por causas específicas, por cien mil habitantes hombres y mujeres, años 2006 a 2015.

Tasa	Porcentaje de Diferencia de Tasas Chile – Andacollo (ajustada)
Mortalidad general	19,9%
Mortalidad por enfermedades cardiovasculares (ECV)	23,2%
Mortalidad por neoplasias	18,7%
Mortalidad por enfermedades respiratorias	26,2%
Mortalidad general hombres	33,4%
Mortalidad general mujeres	9,0%
Mortalidad por ECV hombres	40,7%
Mortalidad por ECV mujeres	9,8%
Mortalidad por neoplasias hombres	34,8%
Mortalidad por neoplasias mujeres	8,8%
Mortalidad enf. respiratorias hombres	50,1%
Mortalidad enf. respiratorias mujeres	9,8%

Figura 1. Tasas de mortalidad general y por causa en población joven (20-59 años) de Andacollo (cruda y ajustada) y Chile, años 2006 al 2015.



tasas medias de mortalidad (TMM) quinquenales, observándose que la TMM comunal ajustada por edad para el quinquenio 2010-2014 llega a 6,1 por 1.000 habitantes, mientras que las cifras calculadas nacional fue de 5,1 por 1.000 habitantes¹⁸. Es decir, el resultado se equipara con el del presente estudio, señalando superioridad del riesgo de morir en la comuna minera comparado con el país. Sin embargo, en el estudio del MINSAL no se realiza separación por sexo.

En relación a la mortalidad específica por causas, el mismo diagnóstico antes comentado, informa una TMM por enfermedades respiratorias de la comuna de Andacollo del quinquenio 2010-2014 que casi duplica los valores nacionales (Andacollo 81 por 100.000 habitantes, versus Chile 47 por 100.000 habitantes¹⁸). En nuestro estudio, las tasas de mortalidad por enfermedades respiratorias de la comuna estudiada superan al país, aportando que la diferencia está dada mayormente por una superioridad en el riesgo de morir de los hombres. El mencionado informe determina que la mortalidad ajustada por enfermedades cardiovasculares y neoplasias de la comuna no presenten diferencias con la del país¹⁸. Lo anterior difiere de lo encontrado en nuestro estudio, en que la superioridad del riesgo de fallecer en Andacollo por estas causas es, en promedio, cercano al 20% respecto del país durante la década estudiada. Cabe comentar que esta diferencia se debería, principalmente, al mayor riesgo de morir de los hombres, según los resultados obtenidos.

Existe poca evidencia de investigación similar en Chile, encontrándose un par de publicaciones en que se asocia la mortalidad por infarto agudo de miocardio y cánceres de pulmón y vejiga con el consumo de agua con alto contenido de Arsénico (As) en la Región de Antofagasta, comparado con Valparaíso^{19,20}. Las tasas descritas en dichos estudios no son comparables con el presente, dado que se trata de cálculos de mortalidad específica por causa (no gran grupo, como en este caso) y en que la condición de contaminación de base no sería la misma. Los estudios mencionados dan a conocer el efecto crónico de ingesta de agua con alto contenido de As, mientras que en Andacollo la fuente de contaminación sería el aire (material particulado con As). Como se mencionó previamente, el abastecimiento de agua potable de la comuna de Andacollo es el Río Elqui, lejano a las faenas mineras

locales. Respecto de la exposición ambiental, se esperaría que los riesgos fueran homogéneos entre la población expuesta, situación que no está representada en nuestros resultados, toda vez que los riesgos de fallecer resultaron siempre muy superiores en hombres, no así en las mujeres. Estos resultados descartarían la hipótesis de exposición ambiental.

Finalmente, al observar que las tasas de mortalidad general en población adulta joven (20-59 años), no presentan diferencias entre Chile y Andacollo. Con ello, podemos concluir que el exceso de mortalidad general observado estaría dado por una mayor mortalidad en la población adulta mayor de sexo masculino. Una explicación plausible sería la existencia de exposición laboral en hombres durante décadas pasadas. El informe de diagnóstico de salud de la comuna elaborado por el MINSAL apoya esta hipótesis al señalar que la mortalidad por causas pulmonares "externas" (J60-J70); vale decir, neumoconiosis; supera las cifras de la región y del país (Andacollo 25, Región 3 y Chile 2 por 100.000 habitantes)¹⁸. Estas neumoconiosis podrían ser efecto de exposiciones laborales pasadas, en hombres mayores que trabajaron en faenas de minería artesanal (pirquineros); probablemente durante décadas, en condiciones deficientes de seguridad e higiene laboral. La explicación anterior se basa en el alto número de pirquineros o mineros artesanales registrados incluso actualmente como empresas menores en la comuna²¹. El exceso de riesgo de fallecer por neoplasias y enfermedades cardiovasculares no podría, sin embargo, explicarse por esta situación; a pesar de que la exposición a sílice podría también intervenir en el riesgo de presentar (y fallecer) por cáncer de pulmón. Se hace necesario estudiar más profundamente estas causas de mortalidad. Por otra parte, al tratarse de un estudio ecológico, no es posible comprobar asociación, al no poder controlar variables relacionadas a riesgo de exposiciones individuales.

A modo de conclusión, la mortalidad general de Andacollo supera a la nacional durante toda la década estudiada, mayormente influenciada por un mayor riesgo de fallecer que presenta la población masculina mayor de 60 años. No hay evidencia de que el riesgo de muerte por causas específicas en la comuna se deba a factores relacionados a contaminación atmosférica.

Financiamiento:

El presente artículo reporta el trabajo realizado por el primer autor, como tesis para obtener el grado de Magister en Salud Pública, Mención Gestión en Salud de la Universidad Católica del Norte. El trabajo fue realizado sin financiamiento.

Conflictos de interés:

Los autores nos declaramos libres de conflictos de interés en relación con este manuscrito.

Agradecimientos:

Los autores agradecemos el apoyo del Departamento de Estadísticas e Información de Salud del Ministerio de Salud de Chile, al haber proporcionado los registros estadísticos de mortalidad para realizar el estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. I. Municipalidad de Andacollo. Comuna de Andacollo [Internet]. Web page. 2017 [cited 2017 Sep 30]. Available from: <http://www.andacollochile.cl/portal/index.php/comuna/resena-historica>
2. Cáceres D. Evaluación de los efectos agudos en la función pulmonar por exposición a material particulado fino (MP2.5) en niños que viven próximos a una playa masivamente contaminada con relaves mineros, Chañaral, Chile [Internet]. 2015. Available from: https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2015/hdl_10803_333059/ddcl-1de1.pdf
3. Ministerio Secretaría general de la Presidencia. Decreto 8, año 2009. Zona Saturada [Internet]. Chile: Biblioteca del Congreso nacional de Chile; 2009. Available from: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Decreto 8-06-ABR-2009.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Decreto%208-06-ABR-2009.pdf)
4. Ministerio del Medio Ambiente de Chile. Resolución excenta N°857. Plan descontaminación atmosférica para la localidad de Andacollo. 857 Chile: Ministerio de Medio Ambiente; 2013.
5. Collart P, Coppieters Y, Mercier G, Massamba Kubuta V, Leveque A. Comparison of four case-crossover study designs to analyze the association between air pollution exposure and acute myocardial infarction. *Int J Environ Health Res.* 2015;25(6):601–13.
6. Brown DM, Hutchison L, Donaldson K, Stone V, Brown DM, Hutchison L, et al. The effects of PM10 particles and oxidative stress on macrophages and lung epithelial cells : modulating effects of calcium-signaling antagonists The effects of PM 10 particles and oxidative stress on macrophages and lung epithelial cells : modulating eff. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol.* 2007;292(March 2007):1444–51.
7. Gavidia T, Pronczuk J, Sly PD. Impactos ambientales sobre la salud respiratoria de los niños: carga global de las enfermedades respiratorias pediátricas ligada al ambiente. *Rev Chil Enfermedades Respir [Internet].* 2009;25(2):99–108. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&%5Cnpi-d=S0717-73482009000200006
8. Zanobetti A, Franklin M, Koutrakis P, Schwartz J. Fine particulate air pollution and its components in association with cause-specific emergency admissions. *Environ Health.* 2009;8:58.
9. Ruiz-Rudolph P, Arias N, Pardo S, Meyer M, Mesías S, Galleguillos C, et al. Impact of large industrial emission sources on mortality and morbidity in Chile: A small-areas study. *Environ Int.* 2016;92–93:130–8.
10. Tenias JM, Ballester F. Evidencias sobre la relación entre la contaminación atmosférica y las enfermedades del sistema circulatorio. *Gac Sanit.* 2002;16(Supl 2):12–28.
11. Melak D, Ferreccio C, Kalman D, Parra R, Acevedo J, Pérez L, et al. Arsenic methylation and lung and bladder cancer in a case-control study in northern Chile. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2014;274(2):225–31.
12. Londoño Franco LF, Londoño Muñoz PT, Muñoz García FG. Los Riesgos De Los Metales Pesados En La Salud Humana Y Animal. *Biotecnología en el Sect Agropecu y Agroindustrial [Internet].* 2016;14(2):145. Available from: <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/articulo/view/1707>
13. Centro Nacional de Medio Ambiente. Diagnóstico de calidad del aire y medidas de contaminación, Andacollo. 2011;0.
14. Aguas del Valle. Aguas del valle s.a. [Internet]. [cited 2019 May 22]. Available from: <https://portal.aguasdelvalle.cl/oficina-virtual/oficinas-atencion-clientes/elqui/andacollo/>
15. Moreno E, Miles J. Adultos Mayores por Regiones, Comunas y Porcentajes [Internet]. Instituto Nacional de estadísticas, INE. Santiago de Chile; 2003. Available from: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_sociales_culturales/adultosmayores/pdf/mayorescenso2002.pdf
16. Gobierno Regional Coquimbo. Población andacollo [Internet]. [cited 2019 May 22]. Available from: <https://www.gorecoquimbo.cl/andacollo/gorecoquimbo>

- bo/2015-05-08/161703.html
17. Organización Panamericana de la Salud. Clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud (10ma revisión) CIE X [Internet]. International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems - ICD-10. Washington D.C.; 2015. Available from: <http://ais.paho.org/classifications/Chapters/pdf/Volume2.pdf>
 18. Departamento de Epidemiología M de S de C. Diagnóstico de Salud de la Comuna de Andacollo 2017. Santiago de Chile; 2007.
 19. Yuan Y, Marshall G, Ferreccio C, Steinmaus C, Selvin S, Liaw J, et al. Acute myocardial infarction mortality in comparison with lung and bladder cancer mortality in arsenic-exposed region II of Chile from 1950 to 2000. *Am J Epidemiol.* 2007;166(12):1381–91.
 20. Marshall G, Ferreccio C, Yuan Y, Bates MN, Steinmaus C, Selvin S, et al. Fifty-Year study of lung and bladder cancer mortality in Chile related to arsenic in drinking water. *J Natl Cancer Inst.* 2007;99(12):920–8.
 21. Servicio Nacional de Geología y Minería. Anuario de la Minería de Chile 2017 [Internet]. Anuario. Santiago de Chile; 2017. Available from: https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2018/06/Anuario_2017.pdf