



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DPTO. DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

DESARROLLO METODOLOGICO E INFORME CON ANTECEDENTES PARA LA REALIZACION DE LOS ANALISIS DE IMPACTO ECONOMICO Y SOCIAL DE LAS NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD DE AGUAS DE LAS CUENCAS CACHAPOAL, MAIPO Y ELQUI

Volumen N° 1: Desarrollo Metodológico

REALIZADO POR:



Universidad Católica del Norte
ver más allá

S.I.T. N° 279

SANTIAGO, JULIO DE 2012

EQUIPO TECNICO

**Ministro de Obras Públicas
Ing. Laurence Golborne Riveros**

**Director General de Aguas
Abogado Matías Desmadryl**

**Jefe Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos
Ing. Mónica Musalem Jara**

**Inspector Fiscal
Ing. Diego San Miguel Cornejo**

NOMBRE CONSULTORES:

**Jefe de Proyecto
Dr. Rodrigo Sfeir Yazigi**

Profesionales:

**Dr. Ernesto Cortés Pizarro
Mg. Rodrigo Gallardo Núñez
Mg. Niris Cortés Pizarro
Mg. Marcelo Fuentes Rojas
Qca. Marcela Garrido Angel
Ing. Com. Marcelo Olivares Arenas
Ing. Com. Sebastián Esquivel Riveros**

INDICE GENERAL

	Pág.
1. Introducción	1
2. Proyección de los valores de concentración de los parámetros contenidos en los respectivos anteproyectos de norma	3
3. Cambios en el nivel de las concentraciones de los parámetros proyectados a partir de los proyectos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental	4
3.1. Identificación, selección, clasificación y caracterización de los proyectos ingresados al SEIA	4
3.2. Determinación de impactos sobre las concentraciones de los parámetros proyectados	5
4. Desarrollo de un Índice de Aptitud de Uso (IAU) de calidad de Aguas.....	7
4.1. Antecedentes generales.....	7
4.2. Definición de receptores relevantes para los IAU	9
4.3. Selección de parámetros por receptor	9
4.4. Forma de estimar el IAU	11
4.5. Definición de funciones Qi	13
4.6. Estimación de los pesos relativos (Pi) de cada parámetro contenido en un respectivo IAU.....	30
4.7. Estimación del IAU por receptor	41
4.8. Relación entre IAU y productividad.....	44
5. Valoración económica de los impactos de la norma en los receptores.....	45
5.1. Valorización económica de los impactos de la norma en los receptores a través de los IAU	45
5.1.1. Valorización económica del sector agrícola por comuna	46
5.1.2. Valorización económica del sector ganadería por comuna	47
5.1.3. Valorización económica del sector pesca y acuicultura	47

5.1.4. Valorización económica de los sectores agricultura, ganadería y pesca y acuicultura por tramo.....	48
5.1.5. Valorización económica de los sectores ecosistema y biodiversidad y turismo y recreación.....	48
5.1.6. Un ejemplo de valorización económica de los impactos de la norma en un sector y tramo determinado.	49
5.2. Valorización económica de los impactos de la norma en los receptores a través los costos de abatimiento.	53
6. Costos de abatimiento de la norma para los emisores de la cuenca.....	54
6.1. Cuando los emisores están individualizados y sus descargas caracterizadas	54
6.1.1. Adsorción con carbón activados (ACA).....	55
6.1.2. Adsorción con diferentes materiales (ADM).....	55
6.1.3. Arrastre por Aire (Air Stripping).....	55
6.1.4. Biofiltro.....	56
6.1.5. Coagulación y/o Floculación	56
6.1.6. Destilación	56
6.1.7. Electrooxidación	57
6.1.8. Intercambio Iónico.....	57
6.1.9. Lombifiltro.....	58
6.1.10. Oxidación Avanzada Catalítica (POAs)	58
6.1.11. Oxidación con Agua Supercrítica	58
6.1.12. Oxidación con Aire Húmedo	59
6.1.13. Reactor Aeróbico de Lecho Fijo Sumergible (RALFS)	59
6.1.14. Wetlands	59
6.2. Las descargas de los emisores no están caracterizadas o la información no está disponible	60
7. Bibliografía	62

ANEXOS..... 64

ANEXO A: ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS PARA LA
CONSTRUCCION DE IAU 65

Establecimiento de criterios de búsqueda 66

Definición de la búsqueda en base a operadores booleanos. 66

Bibliografía asociada a la construcción de IAU..... 86

ANEXO B: REPORTE EJEMPLO DE VALORIZACION IMPACTOS DE LA
NORMA A TRAVES DE LOS IAU 94

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Determinación de productividades	7
Tabla 2. Parámetros a considerar por receptor	10
Tabla 3. Ecuaciones utilizadas en el cálculo de IAU	11
Tabla 4. Metodologías utilizadas.....	12
Tabla 5. Clasificación de categorías de ICA	13
Tabla 6. Clasificación de ICA predominante en la literatura	13
Tabla 7. Clasificación de ICA según uso	14
Tabla 8. Criterios utilizados para la construcción de los Qi	15
Tabla 9. Valores de parámetros para los distintos factores de Normalización Qi	29
Tabla 10. Parámetros del ICA mínimo y sus correspondientes pesos relativos	30
Tabla 11. Parámetros relevantes de un receptor determinado	31
Tabla 12. Parámetros relevantes de un receptor determinado ordenados por	32
Tabla 13. Puntuación para calificar la relación entre parámetros.....	33
Tabla 14. Calificación de relaciones entre parámetros.....	33
Tabla 15. Estimación del vector propio de la matriz para definición de los Pi	34
Tabla 16. Participantes en taller de expertos para definir Pi	34
Tabla 17. Resumen Pi agricultura.....	35
Tabla 18. Resultados Pi agricultura	35
Tabla 19. Resumen Pi ganadería	36
Tabla 20. Resultados Pi ganadería.....	37
Tabla 21. Resumen Pi pesca y acuicultura	37
Tabla 22. Resultados Pi pesca y acuicultura	38
Tabla 23. Resumen Pi ecosistemas y biodiversidad	38
Tabla 24. Resultados Pi ecosistemas y biodiversidad	39
Tabla 25. Resumen Pi turismo y recreación	39
Tabla 26. Resultados Pi turismo y recreación.....	40
Tabla 27. Parámetros del IAU agrícola que están contenidos en las normas	41
Tabla 28. Parámetros del IAU ganadería que están contenidos en las normas	42

Tabla 29. Parámetros del IAU pesca y acuicultura que están contenidos en las normas	42
Tabla 30. Parámetros del IAU ecosistema y biodiversidad que están contenidos en las normas	43
Tabla 31. Parámetros del IAU turismo y recreación que están contenidos en las normas	43
Tabla 32. Relación entre IAU y productividad.....	44
Tabla 33. Parámetros, Qi estandarizados y Pi	49
Tabla 34. Valor de los parámetros según la norma y sus respectivas proyecciones	50
Tabla 35. Determinación de los Qi por parámetro y año de proyección.....	50
Tabla 36. Determinación de los IAU para la norma y proyecciones.....	50
Tabla 37. Valorización económica del impacto de la norma en un sector determinado	51
Tabla 38. Tecnologías y costos de abatimiento del bromo en residuos líquidos.....	54
Tabla A1. Agricultura.....	68
Tabla A2. Ganadería.....	69
Tabla A3. Pesca y acuicultura	69
Tabla A4. Ecosistema y biodiversidad	70
Tabla A5. Recreación y turismo	70
Tabla A6. Resultados de la búsqueda y revisión bibliográfica por receptor	72

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Función de Qi para concentraciones de amonio.	17
Figura 2. Función de Qi para concentraciones de aceites y grasas.....	17
Figura 3. Función de Qi para concentraciones de arsénico.	17
Figura 4. Función de Qi para concentraciones de cianuro.	18
Figura 5. Función de Qi para concentraciones de cloruro.....	18
Figura 6. Función de Qi para concentraciones de cobre.....	18
Figura 7. Función de Qi para concentraciones de cobre en el receptor.....	19
Figura 8. Función de Qi para concentraciones de coliformes fecales.	19
Figura 9. Función de Qi para concentraciones de coliformes totales.	19
Figura 10. Función de Qi para color.....	20
Figura 11. Función de Qi para valores de conductividad.	20
Figura 12. Función de Qi para concentraciones de cromo hexavalente.	20
Figura 13. Función de Qi para concentraciones de cromo total.	21
Figura 14. Función de Qi para concentraciones de cromo total en el receptor ganadería.....	21
Figura 15. Función de Qi para valores de DBO ₅	21
Figura 16. Función de Qi para valores de DQO.	22
Figura 17. Función de Qi para concentraciones de detergentes.	22
Figura 18. Función de Qi para concentraciones de hidrocarburos totales.....	22
Figura 19. Función de Qi para concentraciones de hierro.....	23
Figura 20. Función de Qi para concentraciones de compuestos fenólicos.	23
Figura 21. Función de Qi para concentraciones de manganeso.	23
Figura 22. Función de Qi para concentraciones de mercurio.	24
Figura 23. Función de Qi para concentraciones de níquel.	24
Figura 24. Función de Qi para concentraciones de nitratos.	24
Figura 25. Función de Qi para concentraciones de oxígeno disuelto.....	25
Figura 26. Función de Qi para valores de pH.....	25
Figura 27. Función de Qi para concentraciones de plomo.	25

Figura 28. Función de Q_i para concentraciones de sodio.....	26
Figura 29. Función de Q_i para concentraciones de sólidos suspendidos totales.	26
Figura 30. Función de Q_i para concentraciones de sulfatos.	26
Figura 31. Función de Q_i para concentraciones de sulfuros.....	27
Figura 32. Función de Q_i para diferencias de temperatura.....	27
Figura 33. Función de Q_i para valores de turbiedad.....	27
Figura 34. Función de Q_i para concentraciones de zinc.....	28
Figura 35. Resultados <i>Pi</i> agricultura.....	36
Figura 36. Resultados <i>Pi</i> ganadería	37
Figura 37. Resultados <i>Pi</i> pesca y acuicultura	38
Figura 38. Resultados <i>Pi</i> ecosistemas y biodiversidad	39
Figura 39. Resultados <i>Pi</i> turismo y recreación	40
Figura 40. IAU proyectado año 1	52
Figura 41. Productividad proyectada con simulación	52
Figura 42. Distribución de probabilidades del VAN.....	53

1. Introducción

El presente documento corresponde al componente Desarrollo Metodológico del Informe Final del proyecto “Desarrollo Metodológico e Informe con Antecedentes para la Realización de los Análisis de Impacto Económico y Social de las Normas secundarias de Calidad de Aguas de las Cuencas Cachapoal, Maipo y Elqui”.

De acuerdo al Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión, las normas secundarias de calidad ambiental son aquellas que establecen los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.

Para determinar las normas secundarias de calidad ambiental, es necesario, junto a la recopilación de antecedentes desarrollar una serie de estudios a través de los cuales se pueda identificar el estado de conservación y explotación en el que se encuentra el medio ambiente, tanto desde una perspectiva global como de sus especies y componentes más relevantes para el desarrollo de las comunidades locales.

Adicionalmente, la Ley 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad y Emisión (D.S. N°93/95 MINSEGPRES) establecen el requisito de evaluación económica y social de los anteproyectos de planes y normas ambientales. La Ley, de manera general, establece que dentro de las etapas de la dictación de normas se debe realizar un “análisis técnico y económico”. El reglamento especifica que dicho análisis debe poner énfasis en “... evaluar los costos y beneficios para la población, ecosistemas o especies directamente afectadas o protegidas; los costos y beneficios a él o los emisores que deberán cumplir la norma; y los costos y beneficios para el Estado como responsable de la fiscalización del cumplimiento de la norma”.

Esto hace que sea necesario realizar un Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) de los respectivos anteproyectos de Norma de Calidad Secundaria de Aguas Continentales Superficiales.

Si bien existen diversos documentos que buscan orientar el desarrollo de los AGIES, tales como CONAMA (2004), Cifuentes (2008a, 2008b), OIKOS (2009), se ha considerado pertinente profundizar dichas propuestas con miras a perfeccionar sus resultados.

La complejidad de los AGIES radica en la necesidad de construir e integrar diversos componentes, teniendo como punto de partida el anteproyecto de norma de calidad

secundaria y las series históricas de monitoreo de los respectivos parámetros contenidos en el anteproyecto de norma. A partir de estos dos elementos se debe determinar el impacto económico y social que podría tener la norma.

Esto hace que sea necesario saber en qué tramos la norma podría llegar a ser vulnerada en el futuro, por lo tanto, a partir de la serie histórica se requiere proyectar las concentraciones de los parámetros. Adicionalmente, las concentraciones futuras no sólo dependen del comportamiento histórico, sino que, además, podrían ser condicionadas por la materialización de futuros proyectos. A partir de esto se configuran los primeros dos requerimientos metodológicos: proyectar las series históricas de concentraciones de parámetros y determinar el impacto que sobre dichas proyecciones podrían tener los proyectos futuros.

Luego, está la necesidad de evaluar los costos y beneficios para la población, ecosistemas o especies directamente afectadas o protegidas. A este grupo objetivo se le conoce como receptores y son quienes de alguna manera utilizan para su aprovechamiento el agua de la cuenca. En este caso se hace necesario identificar los distintos grupos de receptores y determinar para cada uno de ellos un Índice de Aptitud de Uso (IAU) y luego se debe establecer una relación entre IAU y productividad, lo que permitiría valorar económicamente el impacto económico del anteproyecto de norma en los respectivos receptores, configurándose tres nuevos requerimientos metodológicos: construcción de IAU, relaciones con productividad y valorización económica de los impactos. En el caso de algunos receptores puede no ser necesario estimar un IAU, ya que el impacto de la norma es posible de valorar en ellos a través del mecanismo de los costos de abatimiento.

También se deben determinar los costos y beneficios para quienes deben cumplir con la norma, a este grupo se les denomina emisores y son los responsables de los niveles de concentración de los parámetros en la cuenca. Aquí surge un nuevo requerimiento metodológico: evaluar los costos de abatimiento de la norma.

Por último, están los costos y beneficios para el Estado como responsable de la fiscalización del cumplimiento de la norma, aquí es necesario identificar los costos de muestreo y análisis para determinar las concentraciones de los parámetros.

A través de este documento no sólo se realiza una descripción de las diferentes metodologías propuestas que son necesarias integrar en el desarrollo de un AGIES, sino que, además, se van incorporando algunos aspectos bibliográficos cuando es necesario para ir contextualizando o sustentando las respectivas propuestas.

2. Proyección de los valores de concentración de los parámetros contenidos en los respectivos anteproyectos de norma

Para realizar las proyecciones de las concentraciones de los parámetros que están considerados en la norma se propone el método suavizado exponencial (exponential smoothing) debido tanto al elevado número de parámetros a estudiar, como a su reconocido poder de predicción. Se privilegiará utilizar el suavizado exponencial con tendencia lineal y estacionalidad y, en su defecto, suavizado exponencial sin tendencia para aquellos casos en que los valores proyectados sean negativos. Este último, que es un caso especial de modelo ARIMA (0,1,1), se puede estimar de acuerdo con las fórmulas:

$$s_0 = x_0$$
$$s_t = \alpha x_t + (1-\alpha)s_{t-1},$$

donde x_t y s_t son los valores de la serie original y la suavizada, respectivamente, en el momento t , y el factor de suavizado α es tal que $0 < \alpha < 1$.

Los datos disponibles en las series históricas proporcionadas por la Dirección General de Aguas se clasifican por trimestre y de acuerdo a la medición correspondiente. Aquellos trimestres que no cuenten con mediciones (casos perdidos) se completarán automáticamente por el método de interpolación de valores adyacentes.

En caso de observar valores atípicos que pudiesen influir negativamente en las proyecciones, particularmente los que ocurran al final de la serie, se procederá a eliminarlos y tratarlos como casos perdidos.

Las proyecciones se realizan trimestralmente para un horizonte de evaluación de cinco años.

En aquellos casos en que el número de registros históricos sean insuficientes para realizar una proyección estadísticamente confiable se tomarán los promedios trimestrales en de los datos disponibles y se repetirán para los cinco años proyectados. Por último, cuando más del 15% de los registros históricos de un parámetro correspondan a valores asociados al límite de detección, entonces no se realizan proyecciones (Berthouex y Brown, 2002).

3. Cambios en el nivel de las concentraciones de los parámetros proyectados a partir de los proyectos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

3.1. Identificación, selección, clasificación y caracterización de los proyectos ingresados al SEIA

Una forma de estimar cambios en las tendencias de las concentraciones de los parámetros proyectados es incorporar el efecto que podrían ocasionar futuros proyectos. Para esto se puede recurrir al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y considerar los proyectos que han sido ingresados a evaluación y cuyas descargas no se han materializado dentro del periodo correspondiente a las series históricas de registro de concentración de parámetros consideradas en el análisis de los anteproyectos de normas. Los proyectos que deben ser considerados son los que se encuentran “Aprobados” o “En Calificación”.

Para poder identificar y seleccionar los proyectos a considerar se propone utilizar los siguientes criterios:

- Localización de los proyectos y sus partes con respecto a los cauces de las subcuencas. Se considera aquellos proyectos que se encuentran a una distancia menor a los 2 km con respecto al eje central del cauce más cercano. Esto hace necesario que los proyectos sean georreferenciados.
- En particular para los proyectos de saneamiento ambiental, el criterio de inclusión es que se encuentren al interior de la cuenca.
- Características y caudales de efluentes que descarguen a las aguas superficiales de la cuenca o infiltren en sus cercanías, considerando el tipo de emisión (infiltración, descarga, recirculación, almacenamiento)

Los antecedentes considerados en la evaluación debe ser información pública que se encuentra en el portal del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, <https://www.e-seia.cl/>, en el sitio de Seguimiento y Fiscalización de Proyectos.

Los proyectos deben clasificarse por sector productivo y se pueden eliminar aquellos que no son generadores de emisiones sobre los cauces, ya sea directa o indirectamente, como los de infraestructura de transporte, infraestructura hidráulica, planificación territorial, infraestructura portuaria e inmobiliarios.

Una vez que los proyectos han sido identificados, seleccionados y clasificados, se debe pasar a su caracterización, considerando aspectos como su código, nombre, ubicación, rubro, fecha de presentación, estado, distancia con el eje del cauce, caudal y concentración máxima de parámetros.

3.2. Determinación de impactos sobre las concentraciones de los parámetros proyectados

Una vez seleccionado y caracterizado los proyectos ingresados al SEIA se deben cuantificar los impactos que estos tendrían sobre la concentración de los parámetros normados. Este análisis se debe realizar por tramos.

Se trabaja asumiendo que los parámetros en la descarga pueden llegar a alcanzar los valores máximos, o mínimos según corresponda, permitidos por el DS 90. Posteriormente, se calcula la contribución de la descarga en base a la evaluación del efecto dilución en el cuerpo receptor, a través de:

$$c_3 = \frac{c_1 Q_1 + c_2 Q_2}{Q_1 + Q_2}$$

Donde:

- c_1 : concentración del parámetro antes del punto de descarga (característica actual del curso receptor).
- Q_1 : caudal del río antes del punto de descarga (característica actual del curso receptor)
- c_2 : concentración del parámetro en el ril de descarga
- Q_2 : caudal del ril de descarga
- c_3 : concentración del parámetro después del punto de descarga (efecto de la descarga en el curso receptor).

Este método es válido para aquellos parámetros que al sumar 2 corrientes que confluyen se puede aplicar el principio conservativo (balance de masa) y corresponde a la mayoría de ellos. Sin embargo, para parámetros como temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, RAS, coliformes, pH dicha ecuación no es válida. La forma de tratar estos casos especiales se describe a continuación:

- Para conductividad eléctrica, por definición, no es aplicable la ecuación de dilución. Se espera que su valor sea inversamente proporcional a la dilución, pero no exactamente por el factor de proporcionalidad dado por la ecuación mencionada. Una situación similar ocurre para RAS.
- En el D.S. 90 se norma cromo hexavalente y no el cromo total, como generalmente ocurre en las NSCA. Se asume que toda descarga de cromo +6 incrementará proporcionalmente (considerando factores de dilución) el cromo total en el curso receptor.

- Similar situación ocurre con el hierro. El D.S. 90 norma hierro disuelto y no hierro total como normalmente lo establecen las NSCA. De la misma forma, se asume que toda la descarga de hierro disuelto incrementará proporcionalmente (considerando factores de dilución) el hierro total en el curso receptor
- pH. El pH de las descargas se asume como el valor extremo permitido por la norma más cercano al valor de pH del tramo: si el pH del tramo es > 7 se toma valor del proyecto igual a 8,5; si el pH del tramo es < 7 se toma valor 6. Esto para considerar el escenario más adverso en que descarga y receptor se potencian con respecto al pH. En este caso la ecuación de dilución se aplica sobre los equivalentes de protones e iones hidroxilo y neutralización de los mismos. Las concentraciones de estos se obtienen previamente aplicando la función “antilog” sobre los valores de pH:

$$[H^+] = \text{antilog} (-\text{pH}).$$

- El oxígeno disuelto (OD) no está normado en el DS 90. Adicionalmente no es factible calcular el efecto de la descarga de los proyectos mediante factor de dilución por cuanto el régimen del fluido y la turbulencia originada en el punto de descarga, determinará principalmente la oxigenación.
- El RAS no está normado en el DS 90. Adicionalmente no es factible calcular el efecto de la descarga de los proyectos mediante factor de dilución por no siempre se dispone de información específica para sodio, calcio y magnesio.

4. Desarrollo de un Índice de Aptitud de Uso (IAU) de calidad de Aguas

4.1. Antecedentes generales

Uno de los aspectos importantes de la evaluación económica y social de las normas secundarias de calidad de agua (NSCA) tiene que ver con el impacto que éstas pueden producir en los receptores de las cuencas, es decir, tanto en el ecosistema como en los sectores productivos que se constituyen en usuarios del agua.

En los primeros anteproyectos de NCSA, el impacto sobre los receptores se evaluó a través de una metodología que a partir de una relación genérica entre rangos de calidad y estandarización de clases de agua (CADEPE-IDEPE, 2003) establecía las productividades sectoriales por medio de un Índice de Calidad de Agua Superficial (ICAS) (Cifuentes, 2008).

Esta metodología se compone fundamentalmente de cuatro pasos:

- a) Identificación y selección de receptores relevantes por tramo
- b) Cambios en las concentraciones proyectadas
- c) Determinación de clases por medio del ICAS
- d) Determinación los cambios en las productividades a partir de los cambios de clases proyectadas (Tabla 1)

Tabla 1. Determinación de productividades

Receptor/Calidad Agua	100-90	90 -70	70 -50	50 - 25
Acuicultura	100,00%	100,00%	77,80%	50,00%
Agricultura	100,00%	84,60%	69,20%	50,00%
Deportes Acuáticos	100,00%	100,00%	77,80%	50,00%
Ganadería	100,00%	100,00%	100,00%	50,00%
Pesca Artesanal	100,00%	100,00%	77,80%	50,00%
Pesca Recreacional	100,00%	100,00%	77,80%	50,00%
Recreación Informal	100,00%	100,00%	77,80%	50,00%
Salud Ecosistemas y Biodiversidad	100,00%	84,60%	69,20%	50,00%
Industrias (potabilización)	100,00%	84,60%	69,20%	50,00%

Fuente: Cifuentes, 2008

Uno de los cuestionamientos metodológicos a la propuesta de Cifuentes (2008) tiene que ver con el hecho de que en la construcción de los ICAS no se discrimina por tipo de receptor, efectuándose la diferenciación sólo a nivel de productividades. De hecho, en la construcción de los ICAS se consideran dos grupos de parámetros para todos los receptores,

obligatorios (oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica, coliformes fecales, demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos) y relevantes (todos los demás parámetros que no tiene condición de excepción, calidad 0 de acuerdo a la Guía CONAMA, 2004).

Esta debilidad en la propuesta metodológica para la construcción de los ICAS llevó a centrar los esfuerzos en la primera etapa de este estudio para mejorar y profundizar el desarrollo de un Índice de Aptitud de Uso (IAU) de calidad de aguas por receptor.

Como una forma de avanzar en la evaluación de los impactos que las NCSA pueden generar en los receptores se propone la construcción de Índices de Aptitud de Uso (IAU) de calidad de aguas por receptor.

Metodológicamente la construcción del IAU es similar a la propuesta de Cifuentes (2008) para la construcción de los ICAS, pero pone los énfasis en las características particulares de cada receptor.

Los pasos que se sugieren para la construcción de un IAU son:

- Definición de receptores relevantes para los IAU
- Forma de estimar el IAU
- Selección de parámetros
- Definición de funciones Q_i
- Estimación de los pesos relativos de cada parámetro (P_i)

En el caso particular de este estudio, cada una de las etapas descritas previamente se desarrolla con el apoyo técnico y la participación activa de los expertos del Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas y del Departamento de Estudios de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Dicha participación y cooperación se materializa a través del desarrollo periódico y sistemático de videoconferencias y talleres de trabajo.

4.2. Definición de receptores relevantes para los IAU

Para definir los receptores relevantes es necesario determinar los usos del agua en la cuenca. En términos generales, los usos más comunes son:

- Ecosistemas acuáticos
- Ecosistemas terrestres
- Agricultura
- Ganadería
- Pesca
- Acuicultura
- Generación Eléctrica
- Agua Potable
- Turismo y recreación
- Agroindustria
- Industria

De acuerdo a las reuniones de trabajo y videoconferencias con los profesionales del Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas y del Departamento de Estudios de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, se determinó que los IAU se estimarían para los sectores *agricultura, ganadería, pesca y acuicultura, ecosistemas y recreación y turismo*.

Mientras que para los rubros generación eléctrica, agua potable, minería e industria en vez de utilizar los IAU, los impactos de la norma se estimarían a través del método de los costos de abatimiento (Fundación Chile, 2010). Esto por tratarse de sectores que están suficientemente documentados sobre el costo que implica para el proceso productivo la presencia y concentración de determinados parámetros.

4.3. Selección de parámetros por receptor

El IAU debe entenderse como una agrupación simplificada de algunos parámetros que actúan como indicadores del deterioro en la calidad de las aguas y que afectan directamente a un receptor determinado.

Esta simplificación permite reducir la enorme cantidad de parámetros medidos y aunque a través de este procedimiento algo de información se sacrifica, se le confiere al índice un carácter práctico. Por otro lado, si el diseño del IAU es adecuado, el valor arrojado puede ser representativo e indicativo del nivel de contaminación y ser comparable con otros índices para enmarcar rangos y detectar tendencias.

En el caso específico de los ICAS (no los IAU), la tendencia es usar el concepto de ICA mínimo, es decir, incorporar como base un número fijo de parámetros, por ejemplo: **coliformes totales, conductividad eléctrica, DBO₅, DQO, fósforos totales, sólidos en suspensión, nitratos, oxígeno disuelto y pH**; o bien: **coliformes fecales, DBO₅, fosfatos, sólidos totales, nitratos, oxígeno disuelto, pH, temperatura, turbidez** (Brown et al., 1970).

Teniendo en consideración que no todos los parámetros afectan de igual modo a los distintos receptores, se hace necesario identificar cuáles son más pertinentes para cada uno de ellos. Para esto es necesario recurrir a un panel de expertos, los que a través de un proceso de discusión y argumentación debiesen converger a la selección de un número determinado de parámetros por receptor.

A partir de un taller preliminar realizado en la ciudad de Coquimbo, donde participan expertos de distintas instituciones regionales, se inicia la identificación de parámetros relevantes por receptor. En esta etapa el rubro agricultura se subdivide en: cereales, leguminosas y tubérculos, cultivos industriales, hortalizas, flores, frutales, viñas y parronales, viveros, semilleros y plantaciones forestales. En relación a los ecosistemas, se diferenciaba entre ecosistemas acuáticos y terrestres. Sin embargo, los resultados que se obtienen en este taller son bastante heterogéneos, pero permitieron tomar algunas decisiones, tales como no subdividir agricultura ni ecosistemas, reducir el número de parámetros a incorporar en los IAU y buscar caminos alternativos para evaluar los impactos de la norma en algunos receptores. De esta forma, los parámetros a considerar en cada uno de los receptores seleccionados se sintetizan en la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros a considerar por receptor

Ecosistemas	Agricultura	Ganadería	Pesca	Recreación y Turismo
Aceites y Grasas	Carbonatos	Amonio	Amonio	Aceites y Grasas
Cobre	Cloruro	Arsénico	Cobre	Cianuro
Cromo Total	Cobre	Cianuro	Coli. Fecales	Coli. Fecales
DBO ₅	Coli. Fecales	Cobre	DBO ₅	Color aparente
Fósforo Total	Cond. Eléctrica	Coli. Fecales	Nitrato	Detergentes (SAAM)
Hierro	DBO ₅	Cromo Total	Ox. Disuelto	Escherichia coli
Níquel	Hierro	Escherichia coli	pH	pH
Nitrógeno Total	Manganeso	Hidrocarburos totales	Sólidos suspendidos	Sólidos suspendidos
Ox. Disuelto	Nitrato	Mercurio	Temperatura	
pH	Ox. Disuelto	pH	Turbiedad	
Temperatura	pH	Plomo	Zinc	
Zinc	Sodio			
	Sulfato			

Fuente: Elaboración propia

4.4. Forma de estimar el IAU

Definido los sectores para los que se estimará el IAU y los parámetros que se deben considerar en cada caso, es importante determinar la forma en que este se calculará, ya que la literatura presenta distintas posibilidades.

El IAU debe entenderse como un valor adimensional obtenido a partir de un número determinado de parámetros procesados mediante ecuaciones, (Pesce and Wulderlin, 2000; Jonnalangada y Mhere 2001; Bordalo *et al.*, 2001; Nives and Giljanovic 1999). Se obtiene un valor final entre 0 (agua muy contaminada) y 100 (agua totalmente limpia). Un índice de calidad entre 50 y 0 implica prácticamente la imposibilidad de utilizar el agua para cualquier uso.

En el cálculo del IAU es importante determinar la fórmula que mejor represente la calidad del agua en una zona determinada. La literatura entrega al menos cinco alternativas que pueden utilizarse para estimar los ICA, las que han sido adaptadas para los IAU (Tabla 3).

Tabla 3. Ecuaciones utilizadas en el cálculo de IAU

METODOLOGIA	ECUACION
IAU Aritmético pesado	$IAUA = \sum_{i=1}^9 w_i q_i$
IAU Multiplicativo pesado	$IAUM = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i}$
IAU Aritmético no pesado	$IAUANP = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 q_i$
IAU Multiplicativo no pesado	$IAUMNP = \left(\prod_{i=1}^9 q_i \right)^{1/9}$
Indice de Harkins	$S_n = \sum_{i=1}^n \frac{(R_{in} - R_{ic})^2}{Var_i}$

Fuente: Landwehr y Deininger, 2000.

Donde:

q_i = valor medido del parámetro i

w_i = peso relativo correspondiente al parámetro i

$$\sum_{i=1}^9 w_i = 1$$

R_{ic} = valor control para el par metro i

R_{in} = posici n de la muestra de agua m con respecto a los valores del par metro i

Var_i = posici n de la varianza obtenida de acuerdo a valores de los constituyentes

La realidad de los cursos de agua de cada país es diferente, siendo conveniente evaluar la metodología a aplicar. Sin embargo, a nivel internacional la tendencia es utilizar el método *aritmético pesado*, tal como se ilustra en la Tabla 4.

Tabla 4. Metodologías utilizadas

INTERNACIONAL	
PAIS	METODO
Puerto Rico (Landwehr y Deininger, 2000)	Multiplicativo No Pesado
México (Vizcaíno 1992)	Aritmético Pesado
Costa Rica (Pérez y Rodríguez, 2008)	Aritmético Pesado
Colombia (Samboni y Escobar, 2007)	Aritmético Pesado
Venezuela (Zulay Rivas, 2003)	Aritmético Pesado
Argentina (Pesce y Wunderlin)	Aritmético Pesado
NACIONAL	
Chillán (Debels, Figueroa y Urrutia, 2005)	Aritmético Pesado
Huasco, Limarí y Choapa (INIA, 2009)	Aritmético Pesado

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tendencia internacional observada, se propone para evaluar los impactos de las NSCA utilizar el método *aritmético pesado*:

$$IAU = \sum_{i=1}^n Q_i P_i$$

Donde:

- Q_i se obtiene se obtiene a partir de una función que transforma el valor analítico de cada parámetro en un valor adimensional en escala de 0 a 100 (siendo 100 la mejor calidad de agua).
- P_i (peso específico) se obtiene a partir de una función que pondera la influencia de cada parámetro en el IAU.

4.5. Definición de funciones Q_i

En la literatura se pueden encontrar diferentes clasificaciones e interpretaciones para la calidad del agua en términos de ICA, tal como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 5. Clasificación de categorías de ICA

RANGO	CALIDAD DEL AGUA
$100 \geq ICA > 85$	Excelente
$85 \geq ICA > 75$	Buena
$75 \geq ICA > 65$	Regular
$65 \geq ICA > 60$	Deficiente
$60 \geq ICA$	Mala

Fuente: Rivas, Z. (2003)

Tabla 6. Clasificación de ICA predominante en la literatura

RANGO	CALIDAD DEL AGUA
$100 = ICA$	Excelente
$100 > ICA \geq 85$	Muy buena
$85 > ICA \geq 75$	Buena
$75 > ICA \geq 65$	Utilizable
$65 > ICA \geq 50$	Mala (limitaciones en su uso)
$50 > ICA$	Pésima (graves limitaciones en su uso)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Clasificación de ICA según uso

ICA	Agua Potable	Recreo	Pesca y Vida Acuática	Industria Agrícola	Navegación	Transporte Desechos Tratados
100	Aceptable No requiere purificación	Aceptable para todo tipo de deporte acuático	Aceptable Para todo tipo de organismo	Aceptable No requiere purificación	Aceptable para todo tipo de navegación	Aceptable para todo tipo de transporte de desechos tratados
90	Requiere ligera purificación			Sin tratamiento para la mayoría de cultivos		
80	Mayor necesidad de tratamiento	Aceptable, pero No recomendable	Excepto especies muy sensibles	Requiere ligera purificación para cultivos sensibles		
70						
60	Dudoso	Dudoso para contacto directo	Dudoso para especies sensibles	Requiere ligera purificación para cultivos sensibles	Sin tratamiento	
50						
40		Inaceptable	Sin contacto con el agua	Sólo para organismos muy resistentes	Con tratamiento para la mayor parte de los cultivos	Contaminado
30	Muestras obvias de contaminación		Inaceptable	Uso muy restringido	Contaminado	
20	Inaceptable			Inaceptable		
10	Inaceptable					
0			Inaceptable			

Fuente: Guzmán y Merino, 1992; Montoya et al, 1997

Sin embargo, como una forma de mejorar y profundizar la metodología utilizada en Chile hasta la fecha, se hace necesario realizar una exhaustiva revisión bibliográfica. En el Anexo A está debidamente documentada la revisión bibliográfica que se llevó a cabo en el marco del presente estudio.

A partir de la revisión bibliográfica realizada y de los antecedentes disponibles, se combinaron distintos criterios para construir las funciones Q_i . Estos criterios se pueden apreciar en la Tabla 8.

Tabla 8. Criterios utilizados para la construcción de los Q_i

Nº	PARÁMETRO	RECEPTOR	Función Matemática	100	60	0
1	Aceites y Grasas	E. acuáticos, S. del ecosistema, generación eléctrica, recreación, industria, I. Agropecuaria, agua potable, minería.	Lineal		NCh 1333	Guía CONAMA para la peor clase de calidad
2	Amonio	Pesca artesanal, acuicultura, ganadería	Lineal	Guía CONAMA para la mejor clase de calidad		Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000
3	Arsénico	Industria, I. Agropecuaria, ganadería	Lineal	Guía CONAMA para la mejor clase de calidad	NCh 1333	
4	Cianuro	Industria, I. Agropecuaria, agua potable, recreación, ganadería	Polinómica		NCh 1333	Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000
5	Cloruros	Agricultura	Polinómica		NCh 1333	Pesce S. F. y Wunderlin D,
6	Cobre	E. acuáticos, pesca artesanal, S. del ecosistema, acuicultura, agricultura	Logarítmica		NCh 1333	NCh 409
7	Cobre	Ganadería	Lineal	NCh 1333	NCh 409	
8	Coliformes Fecales	Recreación, agricultura, acuicultura, pesca artesanal	Polinómica		NCh 1333	Guía CONAMA para la peor clase de calidad
9	Coliformes Totales	I. agropecuaria, agua potable, ganadería	Polinómica		Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000	Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000
10	Color aparente	Recreación, agua potable	Lineal	Guía CONAMA para buena calidad	NCh 1333	
11	Conductividad Eléctrica	Industria, I. Agropecuaria, agricultura	Logarítmica	NCh 1333		Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000
12	Cromo hexavalente	Industria, I. agropecuaria, agua potable	Lineal	Guía CONAMA para buena calidad/2	NCh 409, 84	
13	Cromo total	Ecosistemas acuáticos, S. del ecosistema	Lineal	Guía CONAMA para buena calidad	NCh 1333	
14	Cromo total	Ganadería	Lineal	Guía CONAMA para buena	NCh 409	
15	DQO	Agua potable	Polinómica	Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000		Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000
16	DBO ₅	Pesca artesanal, acuicultura, agricultura, ecosistemas acuáticos	Lineal	Guía CONAMA para la mejor clase de calidad		Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000
17	Detergentes	Generación eléctrica, recreación, minería	Polinómica		NCh 409	Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000

Nº	PARÁMETRO	RECEPTOR	Función Matemática	100	60	0
18	Hidrocarburos totales	Ganadería, minería, generación eléctrica	Lineal	Guía CONAMA para la mejor clase de calidad		Guía CONAMA para la peor clase de calidad
19	Hierro	E. acuáticos, S. del ecosistema, agricultura	Lineal	Guía CONAMA para la mejor clase de calidad	NCh 1333	
20	Índice de fenol	Agua potable	Lineal	Guía CONAMA para la mejor clase de calidad	NCh 409	
21	Manganeso	Agricultura	Lineal	Guía CONAMA para la mejor clase de calidad	NCh 1333	
22	Mercurio	Industria, ganadería	Lineal	Guía CONAMA para la mejor clase de calidad	NCh 409	
23	Níquel	Ecosistemas acuáticos, S. del ecosistema	Lineal	Guía CONAMA para la mejor clase de calidad	NCh 1333	
24	Nitratos	Agricultura, acuicultura, pesca artesanal	Lineal		NCh 409	Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000
25	Oxígeno Disuelto	Ecosistemas acuáticos, pesca artesanal, S. del ecosistema, acuicultura, agricultura, agua potable	Lineal	Guía CONAMA para la mejor clase de calidad		Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000
26	pH	Todos los receptores	Parabólica	Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000		Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000
27	Plomo	Industria, ganadería	Lineal	Guía CONAMA para buena de calidad	NCh 1333	
28	Sodio	Agricultura	Logarítmica	Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000		Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000
29	Sólidos Suspendidos	Pesca artesanal, acuicultura, generación eléctrica, recreación, industria	Lineal	Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000		Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000
30	Sulfatos	Agricultura	Logarítmica		NCh 1333	Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000
31	Sulfuros	Industria	Lineal	Guía CONAMA para la mejor clase de calidad		Guía CONAMA para la peor clase de calidad
32	Temperatura	Ecosistemas acuáticos, pesca artesanal, S. del ecosistema, acuicultura	Polinómica	Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000		Pesce S. F. y Wunderlin D, 2000
33	Turbiedad	Pesca artesanal, acuicultura	Lineal	NCh 409	NCh 1333	
34	Zinc	Ecosistemas acuáticos, pesca artesanal, S. del ecosistema, acuicultura	Lineal	Guía CONAMA para la mejor clase de calidad	NCh 1333	

De esta manera, las funciones Q_i para los respectivos parámetros quedan determinadas por:

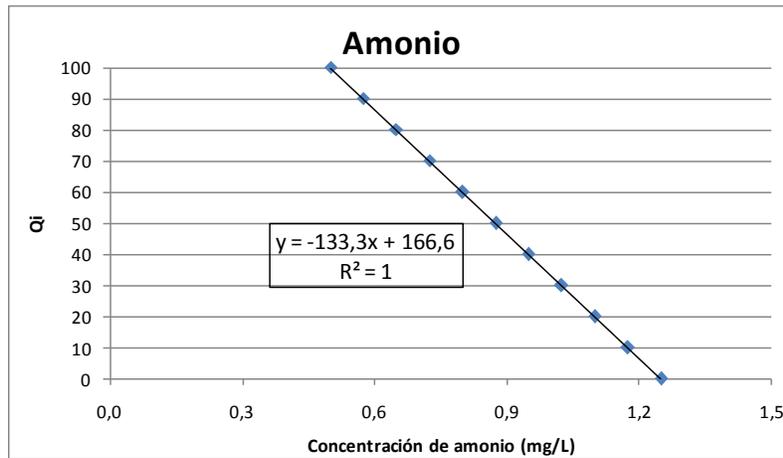


Figura 1. Función de Q_i para concentraciones de amonio.

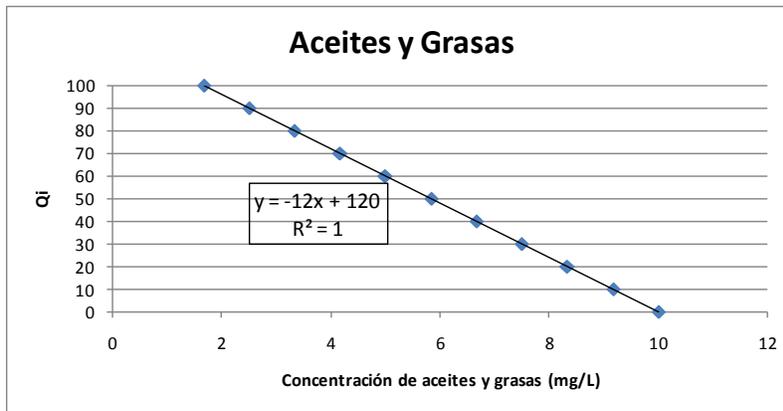


Figura 2. Función de Q_i para concentraciones de aceites y grasas.

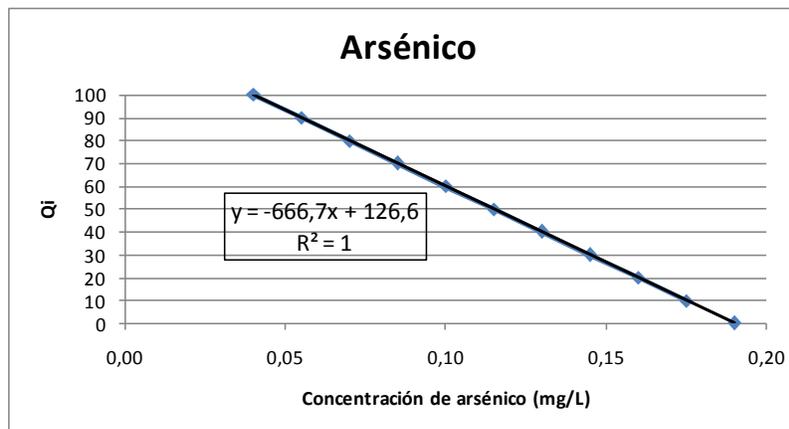


Figura 3. Función de Q_i para concentraciones de arsénico.

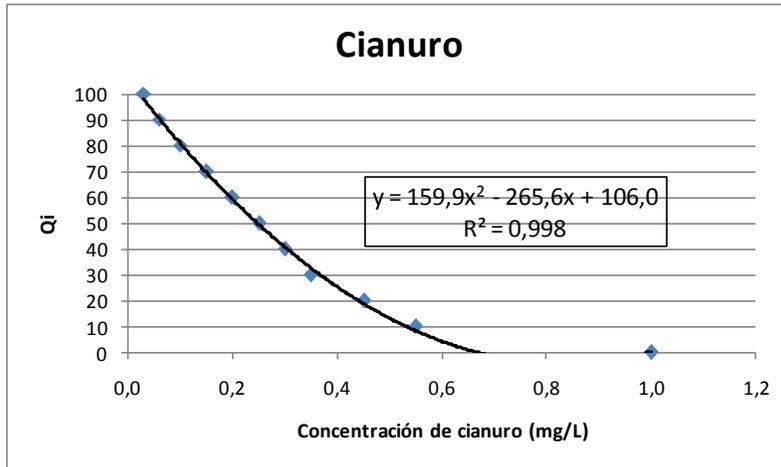


Figura 4. Função de Qi para concentrações de cianuro.

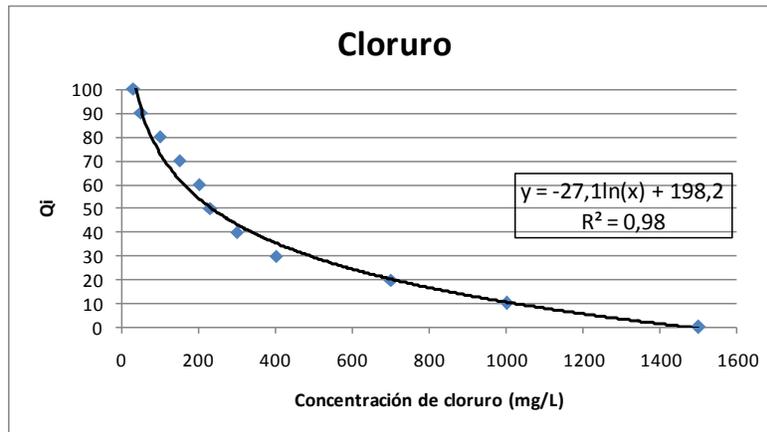


Figura 5. Função de Qi para concentrações de cloruro.

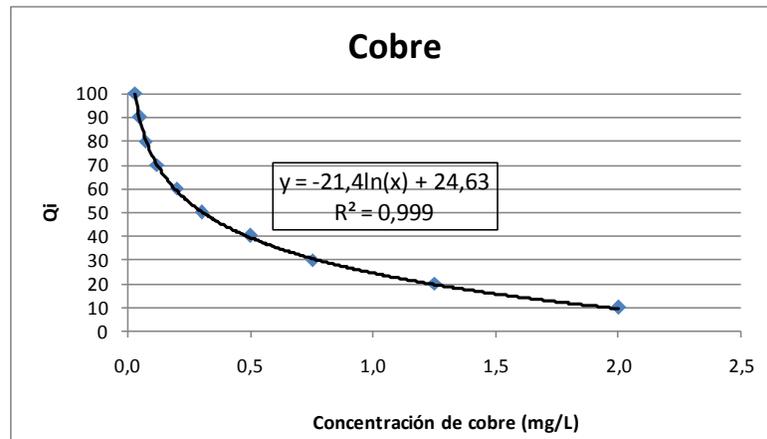


Figura 6. Função de Qi para concentrações de cobre.

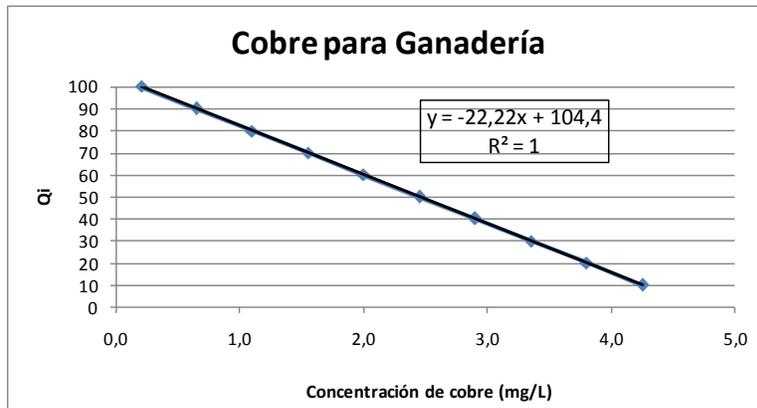


Figura 7. Función de Qi para concentraciones de cobre en el receptor ganadería.

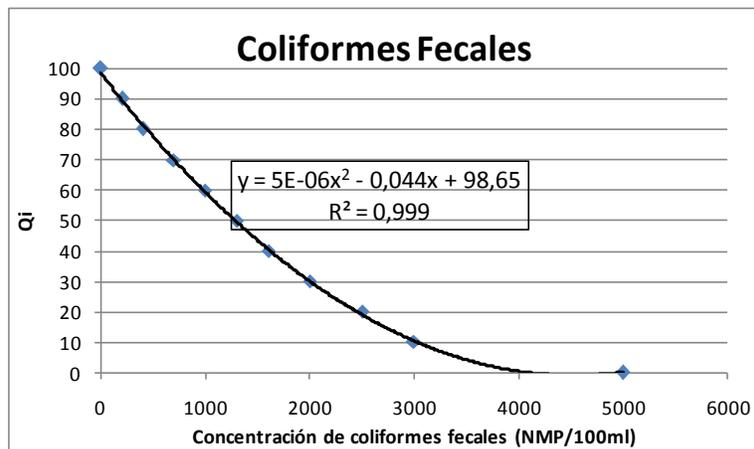


Figura 8. Función de Qi para concentraciones de coliformes fecales.

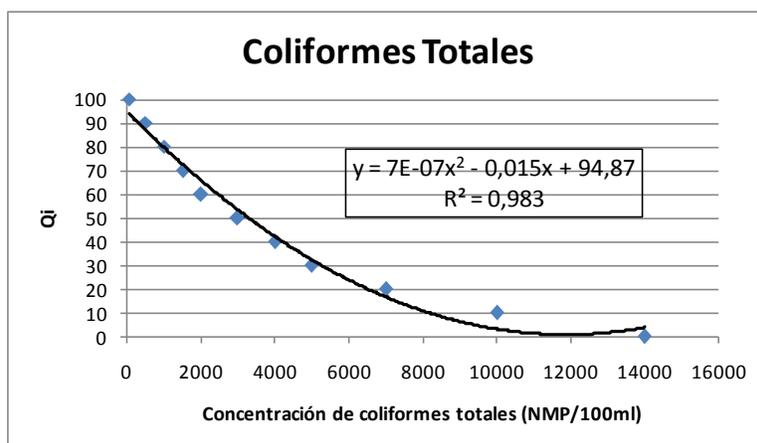


Figura 9. Función de Qi para concentraciones de coliformes totales.

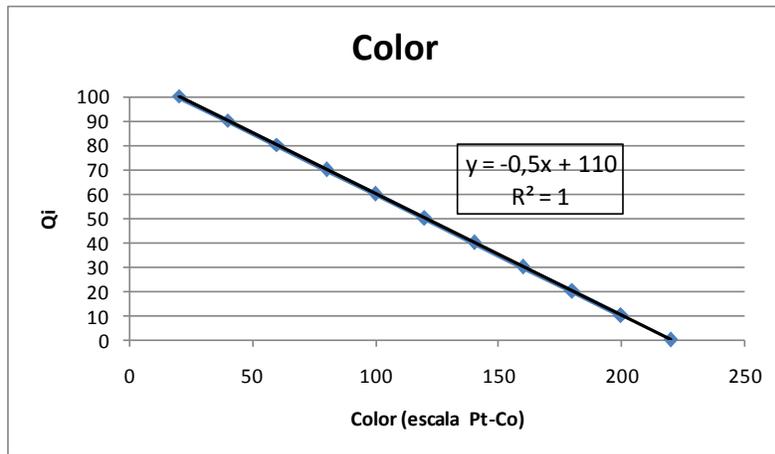


Figura 10. Função de Qi para color.

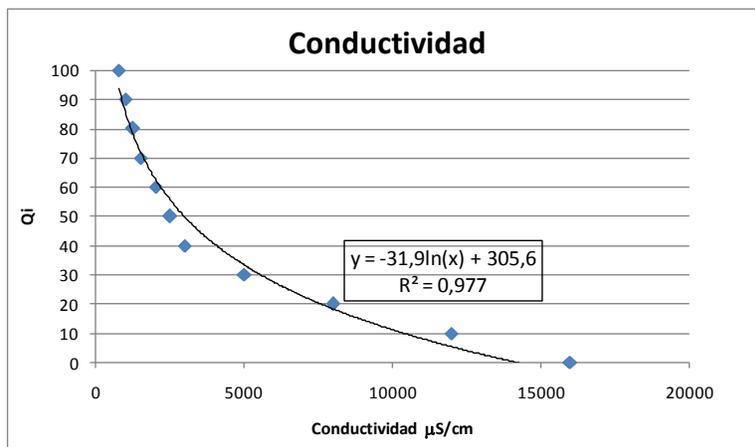


Figura 11. Função de Qi para valores de condutividade.

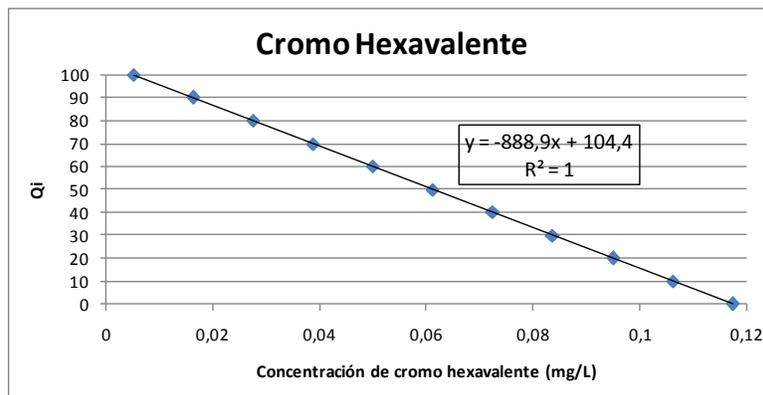


Figura 12. Função de Qi para concentrações de cromo hexavalente.

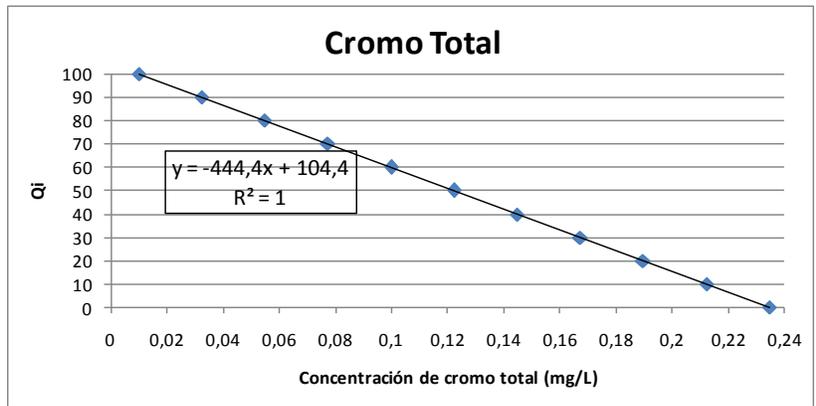


Figura 13. Función de Qi para concentraciones de cromo total.

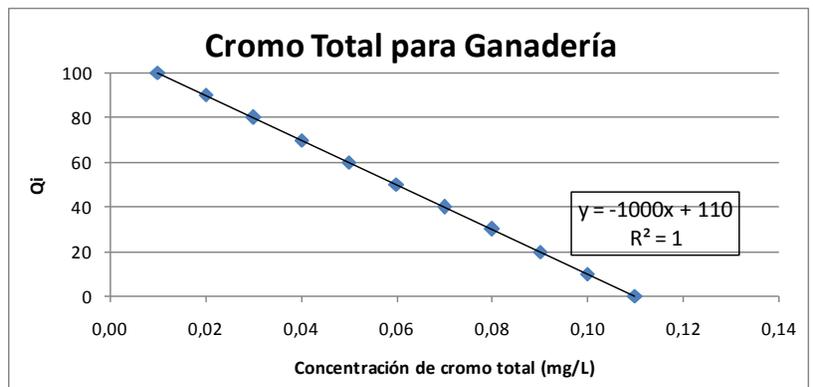


Figura 14. Función de Qi para concentraciones de cromo total en el receptor ganadería.

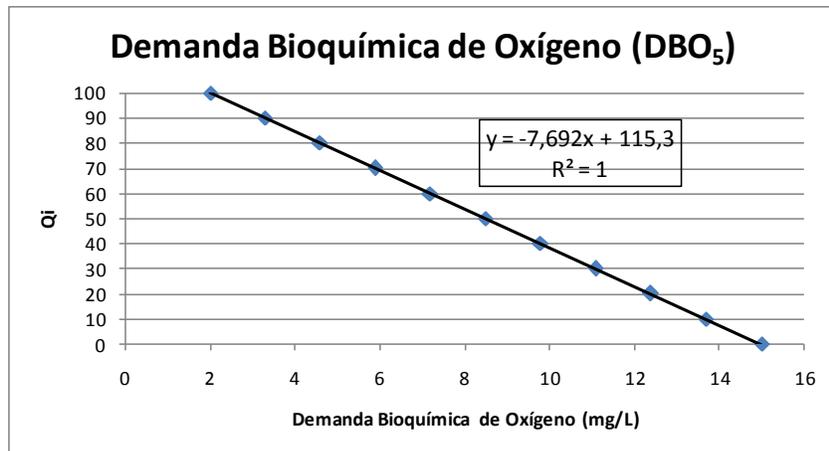


Figura 15. Función de Qi para valores de DBO₅.

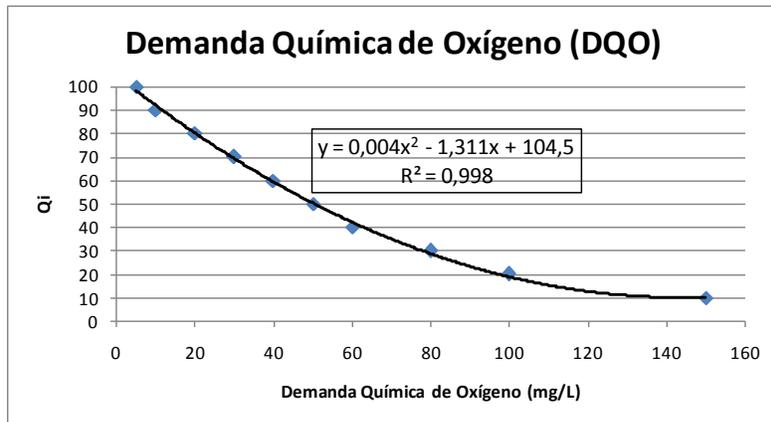


Figura 16. Función de Qi para valores de DQO.

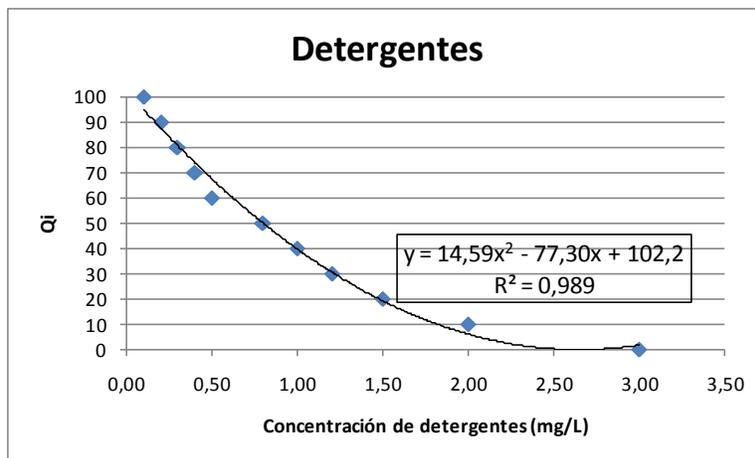


Figura 17. Función de Qi para concentraciones de detergentes.

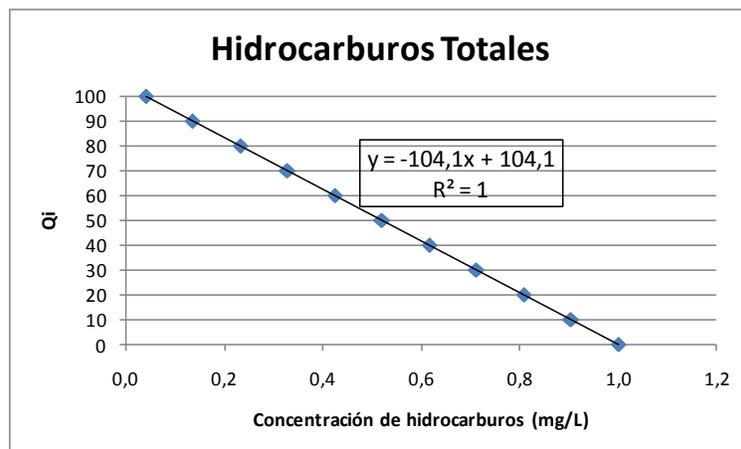


Figura 18. Función de Qi para concentraciones de hidrocarburos totales.

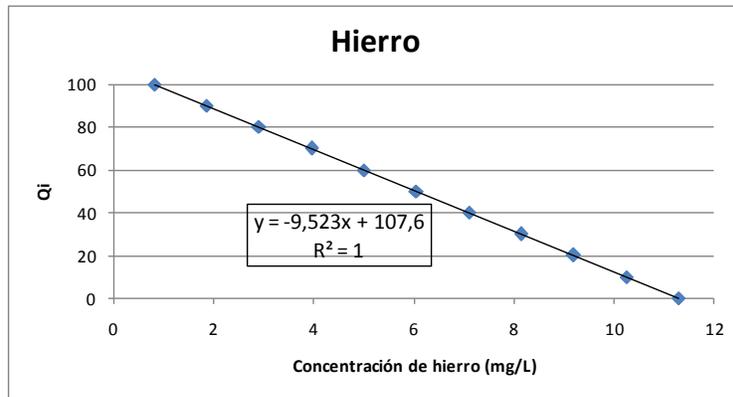


Figura 19. Función de Q_i para concentraciones de hierro.

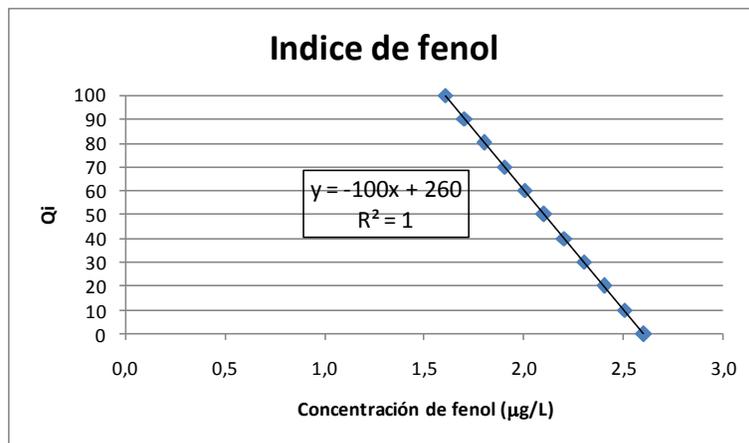


Figura 20. Función de Q_i para concentraciones de compuestos fenólicos.

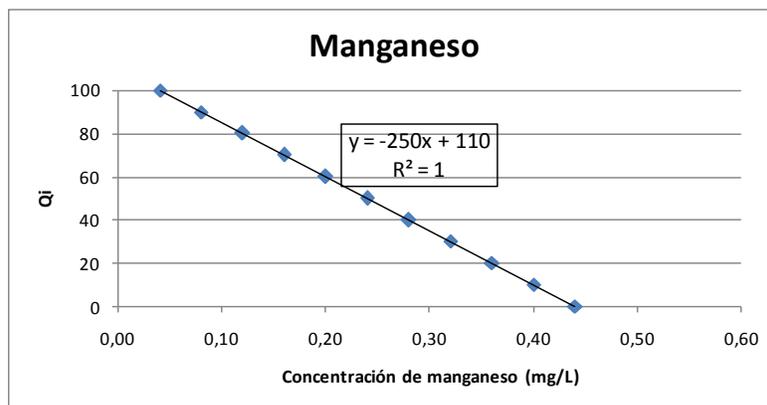


Figura 21. Función de Q_i para concentraciones de manganeso.

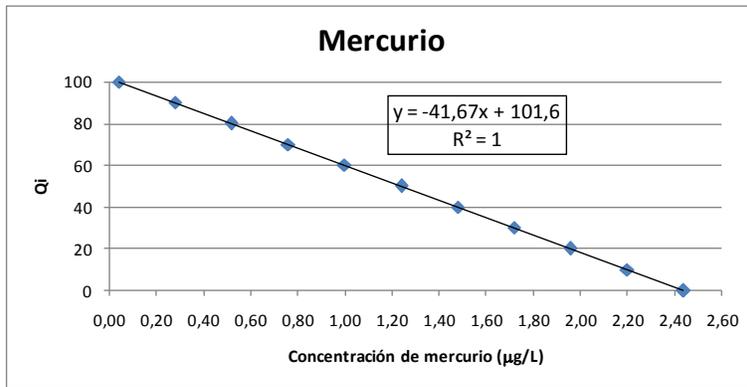


Figura 22. Función de Q_i para concentraciones de mercurio.

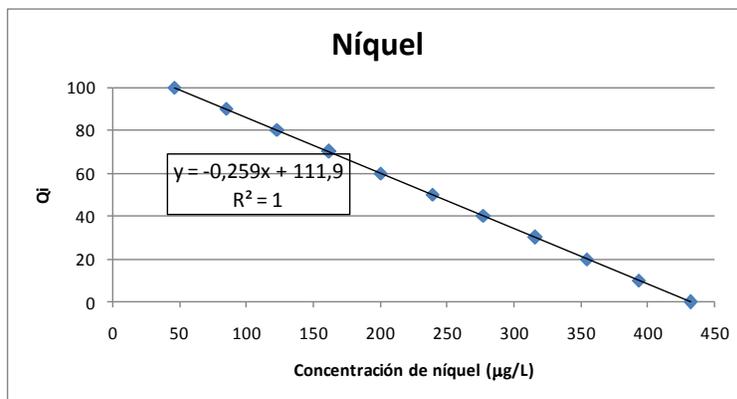


Figura 23. Función de Q_i para concentraciones de níquel.

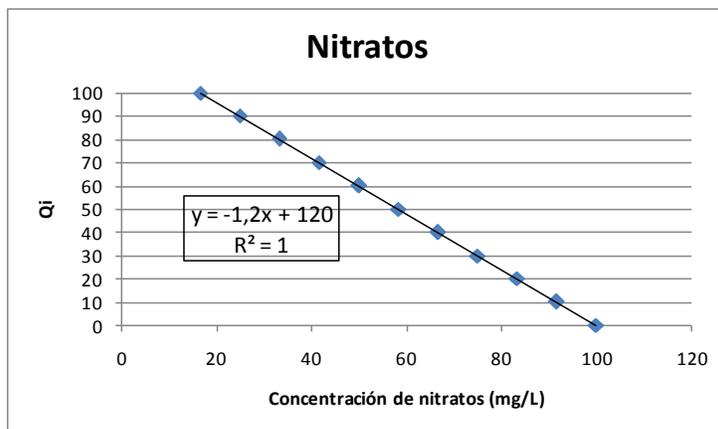


Figura 24. Función de Q_i para concentraciones de nitratos.

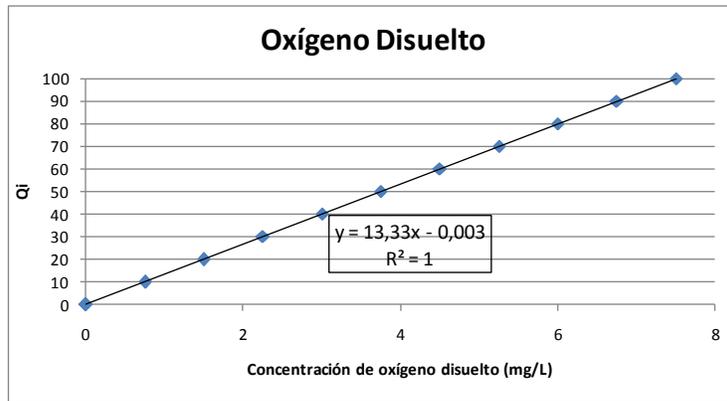


Figura 25. Função de Q_i para concentrações de oxígeno disuelto.

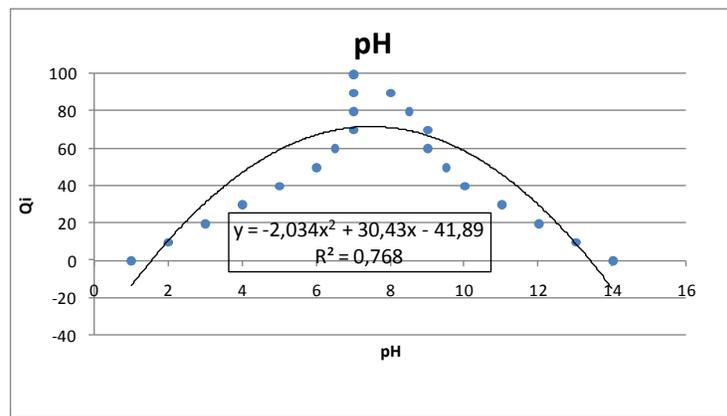


Figura 26. Função de Q_i para valores de pH.

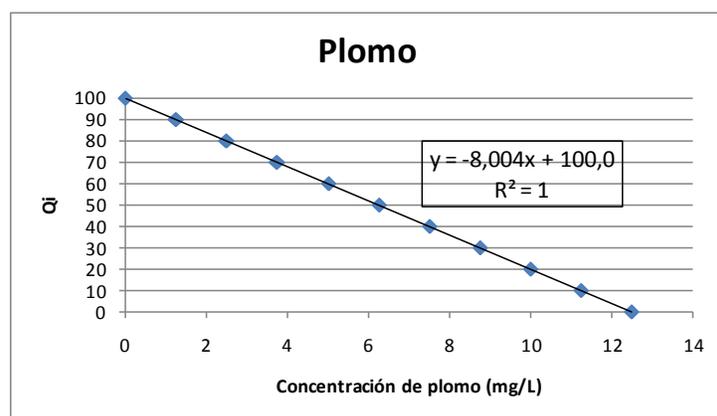


Figura 27. Função de Q_i para concentrações de plomo.

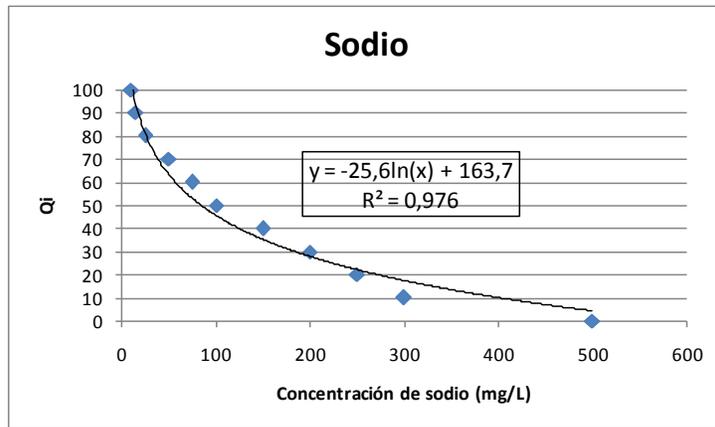


Figura 28. Función de Qi para concentraciones de sodio.

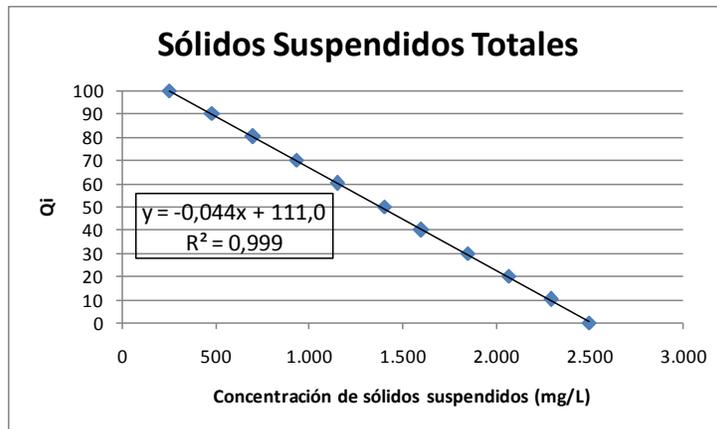


Figura 29. Función de Qi para concentraciones de sólidos suspendedos totales.

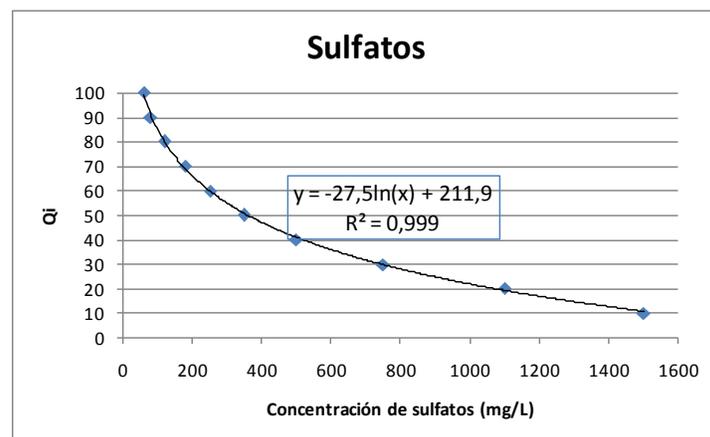


Figura 30. Función de Qi para concentraciones de sulfatos.

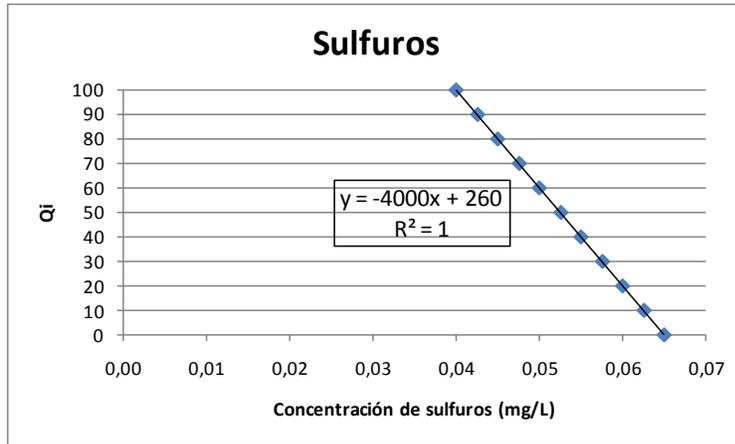


Figura 31. Función de Qi para concentraciones de sulfuros.

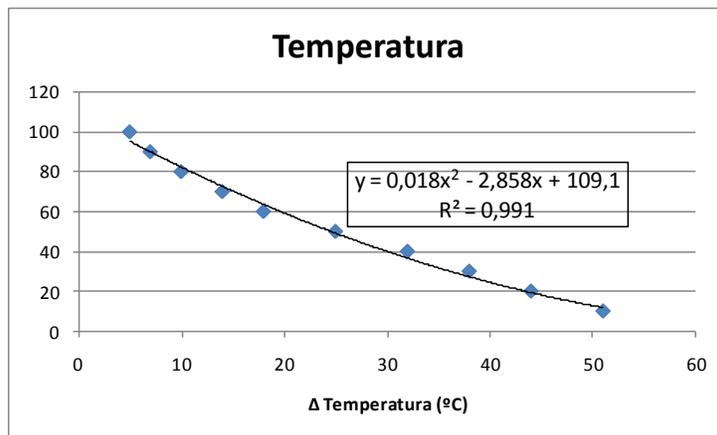


Figura 32. Función de Qi para diferencias de temperatura.

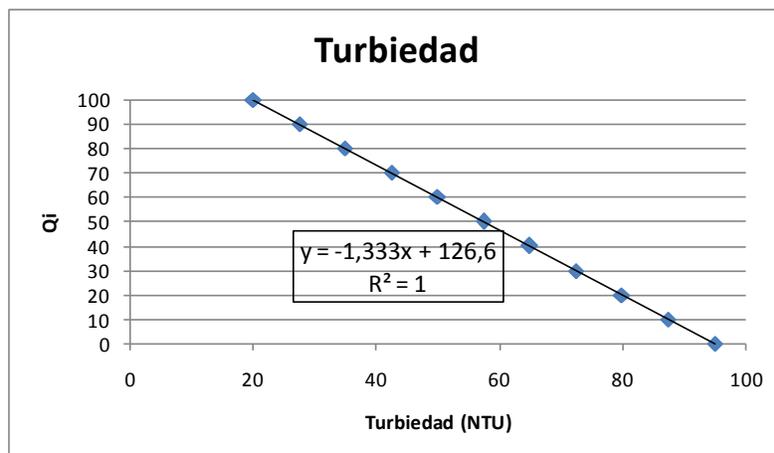


Figura 33. Función de Qi para valores de turbiedad.

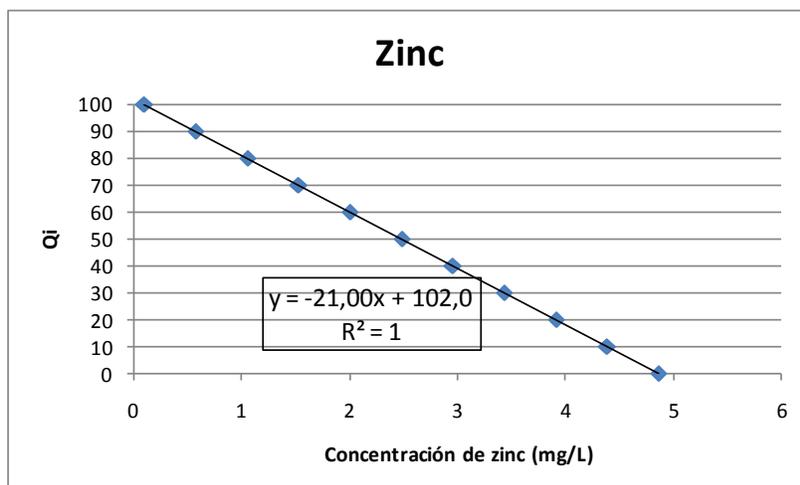


Figura 34. Función de Q_i para concentraciones de zinc.

A partir de estos antecedentes, en la Tabla 9 se presentan los valores Q_i normalizados para cada parámetro en función de sus respectivas concentraciones, estos se construyeron a partir de las funciones Q_i que se presentan de la Figura 1 a la Figura 33.

Tabla 9. Valores de parámetros para los distintos factores de Normalización Q_i

Nº	Parámetro	Factor de Normalización (Qi)											
		100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	
		Unidad	Valores Analíticos a										
1	Amonio	mg/L	0,50	0,57	0,65	0,72	0,80	0,87	0,95	1,02	1,10	1,17	1,25
2	Aceites y Grasas	mg/L	1,67	2,5	3,33	4,17	5	5,83	6,67	7,5	8,33	9,17	10
3	Arsénico	mg/L	0,040	0,055	0,070	0,085	0,100	0,115	0,130	0,145	0,160	0,175	0,190
4	Cianuro	mg/L	0,03	0,06	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,45	0,55	1,00
5	Cloruros	mg/L	30	50	100	150	200	230	300	400	700	1000	1500
6	Cobre	mg/L	0,03	0,05	0,07	0,12	0,2	0,3	0,5	0,75	1,25	2	>2
7	Cobre	mg/L	0,20	0,65	1,10	1,55	2,00	2,45	2,90	3,35	3,80	4,25	4,70
8	Coliformes Fecales	NMP/100ml	0	200	400	700	1000	1300	1600	2000	2500	3000	5000
9	Coliformes Totales	NMP/100ml	50	500	1000	1500	2000	3000	4000	5000	7000	10000	14000
10	Color	Escala Pt-Co	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220
11	Conductividad	µS/cm	750	1000	1250	1500	2000	2500	3000	5000	8000	12000	16000
12	Cromo (VI)	mg/L	0,005	0,016	0,027	0,039	0,050	0,061	0,072	0,084	0,095	0,106	0,117
13	Cromo total	mg/L	0,01	0,03	0,05	0,08	0,10	0,12	0,14	0,17	0,19	0,21	0,23
14	Cromo total	mg/L	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11
15	DBO ₅	mg/L	2	3	5	6	7	8	10	11	12	14	15
16	DQO	mg/L	5	10	20	30	40	50	60	80	100	150	>150
17	Detergentes	mg/L	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	3,0
18	Hidrocarburos totales	mg/L	0,04	0,14	0,23	0,33	0,42	0,52	0,62	0,71	0,81	0,90	1,00
19	Hierro	mg/L	0,80	1,85	2,90	3,95	5,00	6,05	7,10	8,15	9,20	10,25	11,30
20	Índice de fenol	µg/L	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
21	Manganeso	mg/L	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,24	0,28	0,32	0,36	0,4	0,44
22	Mercurio	mg/L	0,04	0,28	0,52	0,76	1,00	1,24	1,48	1,72	1,96	2,20	2,44
23	Níquel	mg/L	46	85	123	162	200	239	278	316	355	393	432
24	Nitrato	mg/L	17	25	33	42	50	58	67	75	83	92	100
25	OD	mg/L	7,5	6,8	6,0	5,3	4,5	3,8	3,0	2,3	1,5	0,8	0,0
26	pH		7	8	8,5	9	6,5	6-9,5	5-10	4-11	3-12	2-13	1-14
27	Plomo	mg/L	0,0025	1,25	2,50	3,75	5,00	6,25	7,50	8,75	10,00	11,24	12,49
28	Sodio	mg/L	10	15	25	50	75	100	150	200	250	300	500
29	Sólidos suspendidos	mg/L	250	480	700	930	1150	1400	1600	1850	2070	2298	2500
30	Sulfatos	mg/L	60	80	120	180	250	350	500	750	1100	1500	>1500
31	Sulfuro	mg/L	0,040	0,043	0,045	0,048	0,050	0,053	0,055	0,058	0,060	0,063	0,065
32	Temperatura	Δ °C	5	7	10	14	18	25	32	38	44	51	>51
33	Turbiedad	NTU	20	27	35	42	50	57	65	72	80	87	95
34	Zinc	mg/L	0,096	0,57	1,05	1,52	2,00	2,48	2,95	3,43	3,90	4,38	4,86

4.6. Estimación de los pesos relativos (P_i) de cada parámetro contenido en un respectivo IAU

En términos generales, en la literatura se encuentra bastante desarrollado el concepto de ICA mínimo, siendo los parámetros más recurrentes y sus respectivos pesos relativos los que se encuentran en las Tabla 10.

Tabla 10. Parámetros del ICA mínimo y sus correspondientes pesos relativos

PARAMETROS	P_i
Oxígeno Disuelto	0,17
Coliformes fecales	0,15
Ph	0,12
DBO ₅	0,10
Nitratos	0,10
Fosfatos	0,10
Temperatura	0,10
Turbiedad	0,08
Sólidos disueltos totales	0,08

Fuente: Elaboración propia

Generalmente en los trabajos que se utiliza alguna de las propuestas de ICA mínimo y no se cuenta con información de alguno de los parámetros relevantes, su peso relativo se puede distribuir proporcionalmente entre los parámetros presentes.

El ICA mínimo puede ser modificado a través de la incorporación de parámetros complementarios cuando los $Q_i < 60$, es decir, si tiene una influencia negativa alta dentro de la calidad del agua, en cuyo caso deberá realizarse una nueva distribución de pesos relativos. Si algún parámetro tiene un $Q_i = 0$ se considera que el agua está contaminada.

Entendiendo que a través del estudio se busca mejorar la metodología utilizada hasta el momento en Chile y que por sobre el concepto de ICA se introduce el de IAU, lo que permite poner la mirada en los receptores, se estima que así como se consideró pertinente identificar un conjunto de parámetros relevantes para cada receptor, también se debiese estimar el peso relativo de los parámetros dentro del IAU para cada receptor.

Para esto se propone utilizar el Método Analítico Jerárquico (Saaty, 2008), ya que de esta manera es posible asignarle el peso relativo a los parámetros en función de sus respectivas relevancias basados en el vector propio de una matriz.

Si bien existen distintas estrategias para su aplicación, aquí se describe aquella que permite garantizar que se cumpla con el supuesto de transitividad en la relación de importancia que se va estableciendo entre los parámetros.

Una vez que los parámetros relevantes han sido seleccionados por receptor, la asignación de pesos relativos se hace en tres etapas.

a) Ordenar los parámetros por relevancia en la matriz de valoración

Si bien es cierto que los parámetros seleccionados para cada receptor debiesen ser todos importantes y que los efectos que generan tienen directa relación con el valor de concentración alcanzado, en esta etapa los parámetros se introducen en la matriz a través de una tabla de doble entrada (matriz simétrica) que reconoce la importancia genérica que tiene cada parámetro sobre el receptor de acuerdo a un contexto definido, independientemente del nivel de concentración.

Por ejemplo, para un receptor determinado, se han identificado 5 parámetros relevantes, los que figuran en la columna 1 de la Tabla 11.

Tabla 11. Parámetros relevantes de un receptor determinado

PARAMETROS						
Parámetro 1		1				
Parámetro 2			1			
Parámetro 3				1		
Parámetro 4					1	
Parámetro 5						1

Posteriormente, en la columna dos estos parámetros se ordenan por relevancia, Tabla 12. En el ejemplo que se ilustra el experto ha considerado que el parámetro 3 es el más importante de todos para el receptor que se está analizando en función del contexto definido. Luego le sigue el parámetro 5, posteriormente el parámetro 1, después el parámetro 4 y finalmente el parámetro 2.

Tabla 12. Parámetros relevantes de un receptor determinado ordenados por relevancia

PARAMETROS		Parámetro 3	Parámetro 5	Parámetro 1	Parámetro 4	Parámetro 2
Parámetro 1	Parámetro 3	1				
Parámetro 2	Parámetro 5		1			
Parámetro 3	Parámetro 1			1		
Parámetro 4	Parámetro 4				1	
Parámetro 5	Parámetro 2					1

b) Calificar la relación entre parámetros

Una vez que los parámetros han sido ordenados entonces se pasa a calificar la relación que existe entre ellos. Debido a que se ha configurado una matriz simétrica, los valores de la diagonal se califican con 1, ya que se está comparando un parámetro consigo mismo. Por tratarse de una matriz simétrica, basta que se califiquen las relaciones que se dan sobre la diagonal, pues las que están bajo corresponderían a los inversos multiplicativos.

En la Tabla 13 se presentan las puntuaciones y sus respectivas aplicaciones, las que debe tener en consideración el experto antes de realizar la calificación.

Tabla 13. Puntuación para calificar la relación entre parámetros.

Importancia	Definición	Explicación
1	Igualmente importantes	Los dos parámetros contribuyen igualmente en la determinación de la aptitud de uso del agua en el contexto que se explicita para cada rubro o receptor.
2	Débilmente más importante	Esta valor de importancia es la más baja posible de asignar.
3	Moderadamente más importante	La experiencia y/o los criterios permiten diferenciar que un parámetro es moderadamente más importante en la determinación de la aptitud de uso del agua que el otro parámetro, en el contexto que se explicita para cada rubro o receptor.
4	Moderadamente más importante (+)	Valor de importancia un poco más alto que 'Moderadamente más Importante'.
5	Fuertemente más importante	La experiencia y/o los criterios permiten diferenciar que un parámetro es fuertemente más importante en la determinación de la aptitud de uso del agua que el otro parámetro, en el contexto que se explicita para cada rubro o receptor.
6	Fuertemente más importante (+)	Valor de importancia un poco más alto que 'Fuertemente más importante'.
7	Fuertemente más importante (++)	Un parámetro es muy fuertemente más importante en la determinación de la aptitud de uso del agua que el otro parámetro, en el contexto que se explicita para cada rubro o receptor.
8	Fuertemente importante (+++)	Valor de importancia un poco más alto que 'Fuertemente más importante (++)'
9	Extremadamente más importante	Existe evidencia que permite afirmar que un parámetro es extremadamente más importante que el otro en la determinación de la aptitud de uso del agua en el contexto que se explicita para cada rubro o receptor. Esta valor de importancia es la más alta posible de asignar.

Fuente: Saaty, 2008

En la Tabla 14 se presenta un ejemplo de puntuación, aquí el experto solo ha calificado las relaciones que se dan sobre la diagonal.

Tabla 14. Calificación de relaciones entre parámetros

PARAMETROS		Parámetro 3	Parámetro 5	Parámetro 1	Parámetro 4	Parámetro 2
Parámetro 1	Parámetro 3	1	9	8	7	2
Parámetro 2	Parámetro 5	1/9	1	6	5	3
Parámetro 3	Parámetro 1	1/8	1/6	1	4	3
Parámetro 4	Parámetro 4	1/7	1/5	1/4	1	2
Parámetro 5	Parámetro 2	1/2	1/3	1/3	1/2	1

c) **Obtener los pesos relativos de cada uno de los parámetros**

Para obtener los pesos relativos de cada uno de los parámetros en el IAU (P_i), se calcula el vector propio de la matriz, Tabla 15.

Tabla 15. Estimación del vector propio de la matriz para definición de los P_i

PARAMETROS		Parámetro 3	Parámetro 5	Parámetro 1	Parámetro 4	Parámetro 2	Parámetro	Pi
Parámetro 1	Parámetro 3	465,21	1037,44	1839,64	3025,51	3008,99	Parámetro 3	0,56
Parámetro 2	Parámetro 5	155,23	411,51	741,89	1082,28	989,84	Parámetro 5	0,20
Parámetro 3	Parámetro 1	65,76	187,99	383,29	556,19	483,63	Parámetro 1	0,10
Parámetro 4	Parámetro 4	35,71	94,03	206,59	316,66	282,46	Parámetro 4	0,06
Parámetro 5	Parámetro 2	54,40	117,92	258,10	450,01	428,94	Parámetro 2	0,08

En el marco del presente estudio, para la definición de los P_i se realizó un taller de expertos en la ciudad de Santiago con la participación de profesionales del Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas, del Ministerio del Medio Ambiente y de la Universidad Católica del Norte. Dos de los expertos que figuran en la Tabla 16 (Niris Cortés y Marcela Garrido), si bien no participaron en el taller de Santiago hicieron llegar por mail sus respectivas calificaciones.

Tabla 16. Participantes en taller de expertos para definir P_i

Nombre	Profesion	Institucion
Arnold Quadflieg	Geólogo, Dr.	Ministerio del Medio Ambiente
Cecilia Andrea Aburto Schweitzer	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables	Ministerio del Medio Ambiente
Ernesto Cortés Pizarro	Ingeniero Civil Químico	Universidad Católica del Norte
Heriberto Antonio Moya Gutierrez	Químico	Dirección General de Aguas
Hernan Latuz Abarzua	Ingeniero en Recursos Naturales	Ministerio del Medio Ambiente
Marcela Garrido Angel	Química	Universidad Católica del Norte
Maria Alejandra Palma Sanchez	Químico Ambiental/ Lic en Ciencias Ambientales	DGA depto de Conservacion
Marysol Azocar	Bióloga	DGA depto de Conservacion
Mónica Musalem Jara	Ingeniera Civil Hidráulica	Dirección General de Aguas
Niris Cortés Pizarro	Bióloga Marina	Universidad Católica del Norte

En las tablas siguientes se presentan los resultados por experto (no individualizados) y promedio de P_i por sector relevante. También se presentan las tablas con los respectivos promedios ordenados ascendentemente y sus correspondientes figuras.

Tabla 17. Resumen P_i agricultura

Parámetro	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Parámetro	Promedio Agricultura
Carbonatos	0,21	0,05	0,02	0,07	0,03			0,02	0,03	0,03	Carbonatos	0,06
Cloruro	0,06	0,03	0,01	0,18	0,02			0,12	0,15	0,14	Cloruro	0,09
Cobre	0,04	0,20	0,20	0,04	0,04			0,03	0,04	0,05	Cobre	0,08
Coli. Fecales	0,02	0,13	0,20	0,17	0,23			0,08	0,08	0,09	Coli. Fecales	0,13
Cond. Eléctrica	0,04	0,01	0,09	0,16	0,07			0,07	0,18	0,18	Cond. Eléctrica	0,10
DBO5	0,06	0,10	0,03	0,01	0,04			0,06	0,01	0,01	DBO5	0,04
Hierro	0,07	0,11	0,09	0,02	0,11			0,03	0,02	0,02	Hierro	0,06
Manganeso	0,07	0,05	0,09	0,04	0,07			0,03	0,06	0,06	Manganeso	0,06
Nitrato	0,22	0,16	0,09	0,03	0,08			0,25	0,04	0,04	Nitrato	0,11
Ox. Disuelto	0,05	0,07	0,02	0,01	0,06			0,02	0,01	0,01	Ox. Disuelto	0,03
pH	0,05	0,03	0,11	0,09	0,17			0,03	0,18	0,18	pH	0,10
Sodio	0,05	0,04	0,02	0,07	0,03			0,04	0,15	0,15	Sodio	0,07
Sulfato	0,05	0,02	0,02	0,11	0,04			0,22	0,03	0,03	Sulfato	0,07
Suma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	-	1,00	1,00	1,00	Suma	1,00

Tabla 18. Resultados P_i agricultura

Parámetro	Pi Agricultura
Ox. Disuelto	0,03
DBO5	0,04
Hierro	0,06
Manganeso	0,06
Carbonatos	0,06
Sulfato	0,07
Sodio	0,07
Cobre	0,08
Cloruro	0,09
Cond. Eléctrica	0,10
pH	0,10
Nitrato	0,11
Coli. Fecales	0,13

Figura 35. Resultados P_i agricultura

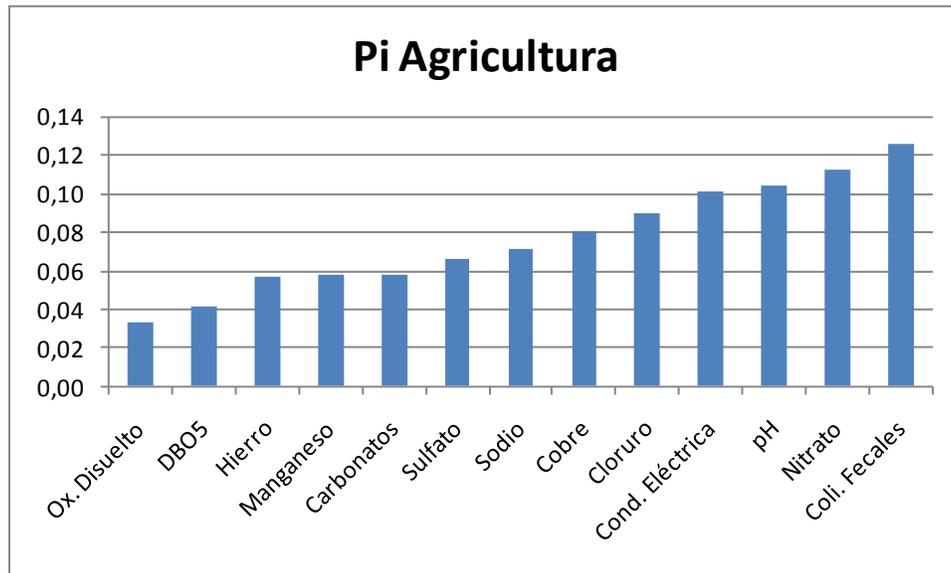


Tabla 19. Resumen P_i ganadería

Parámetro	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Parámetro	Promedio Ganadería
Amonio	0,07	0,02	0,02	0,23	0,07	0,03			0,04	0,05	Amonio	0,07
Arsénico	0,06	0,22	0,23	0,08	0,26	0,13			0,07	0,13	Arsénico	0,15
Cianuro	0,06	0,21	0,24	0,22	0,16	0,20			0,22	0,21	Cianuro	0,19
Cobre	0,06	0,07	0,06	0,03	0,03	0,03			0,01	0,01	Cobre	0,04
Coli. Fecales	0,24	0,04	0,02	0,02	0,05	0,07			0,02	0,02	Coli. Fecales	0,06
Cromo Total	0,05	0,06	0,13	0,04	0,12	0,04			0,13	0,08	Cromo Total	0,08
Escherichia coli	0,24	0,06	0,02	0,01	0,05	0,09			0,03	0,03	Escherichia coli	0,07
Hidrocarburos totales	0,08	0,04	0,02	0,10	0,03	0,09			0,22	0,08	Hidrocarburos totales	0,08
Mercurio	0,05	0,18	0,14	0,06	0,10	0,17			0,13	0,21	Mercurio	0,13
pH	0,03	0,01	0,03	0,18	0,02	0,06			0,04	0,05	pH	0,05
Plomo	0,05	0,08	0,09	0,04	0,11	0,08			0,07	0,13	Plomo	0,08
Suma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	-	1,00	1,00	Suma	1,00

Tabla 20. Resultados P_i ganadería

Parámetro	Pi Ganadería
Cobre	0,04
pH	0,05
Coli. Fecales	0,06
Escherichia coli	0,07
Amonio	0,07
Cromo Total	0,08
Hidrocarburos totales	0,08
Plomo	0,08
Mercurio	0,13
Arsénico	0,15
Cianuro	0,19

Figura 36. Resultados P_i ganadería

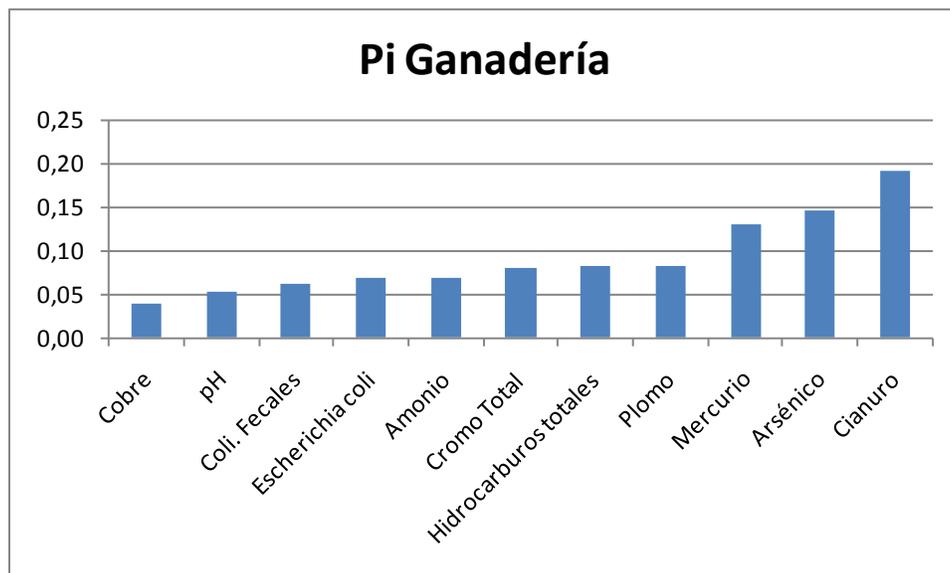


Tabla 21. Resumen P_i pesca y acuicultura

Parámetro	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Parámetro	promedio Pesca y Ac
Amonio	0,10	0,05	0,03	0,11	0,25	0,10	0,08		0,06	0,06	Amonio	0,09
Cobre	0,06	0,03	0,07	0,01	0,05	0,07	0,06		0,02	0,02	Cobre	0,04
Coli. Fecales	0,04	0,07	0,08	0,02	0,10	0,14	0,24		0,21	0,20	Coli. Fecales	0,12
DBO5	0,04	0,10	0,17	0,03	0,05	0,10	0,12		0,07	0,08	DBO5	0,09
Nitrato	0,07	0,04	0,04	0,04	0,13	0,11	0,05		0,07	0,08	Nitrato	0,07
Ox. Disuelto	0,19	0,19	0,20	0,20	0,08	0,08	0,12		0,30	0,29	Ox. Disuelto	0,18
pH	0,06	0,07	0,15	0,19	0,04	0,15	0,08		0,10	0,11	pH	0,11
Sólidos suspendidos	0,05	0,13	0,02	0,08	0,02	0,05	0,09		0,04	0,03	Sólidos suspendidos	0,06
Temperatura	0,23	0,21	0,17	0,22	0,10	0,12	0,02		0,06	0,07	Temperatura	0,13
Turbiedad	0,07	0,08	0,02	0,09	0,02	0,06	0,08		0,04	0,04	Turbiedad	0,05
Zinc	0,10	0,03	0,04	0,01	0,15	0,02	0,06		0,02	0,02	Zinc	0,05
Suma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	1,00	1,00		1,00

Tabla 22. Resultados P_i pesca y acuicultura

Parámetro	Pi Pesca y Acui
Cobre	0,04
Zinc	0,05
Turbiedad	0,05
Sólidos suspendidos	0,06
Nitrato	0,07
DBO5	0,09
Amonio	0,09
pH	0,11
Coli. Fecales	0,12
Temperatura	0,13
Ox. Disuelto	0,18

Figura 37. Resultados P_i pesca y acuicultura

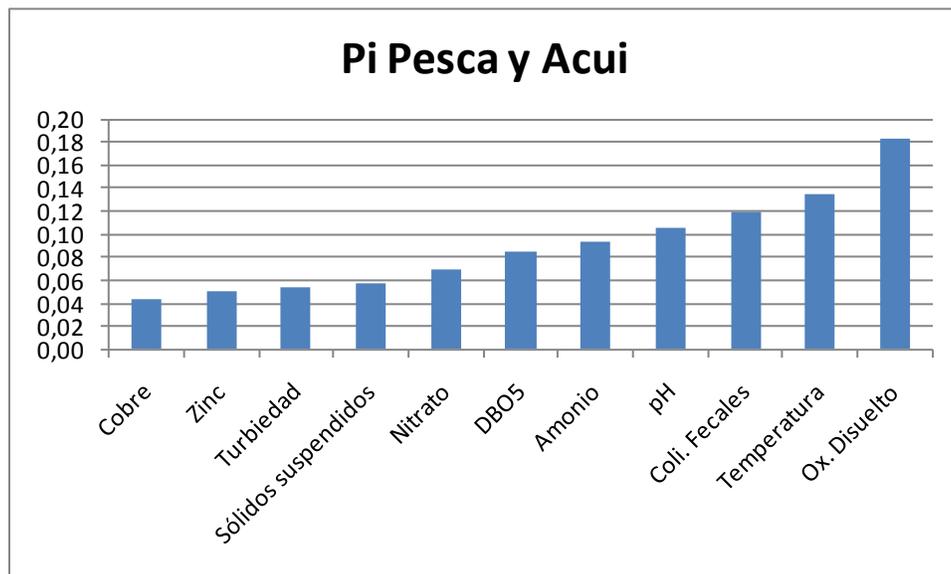


Tabla 23. Resumen P_i ecosistemas y biodiversidad

Parámetro	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Parámetro	Promedio Ecosistemas
Aceites y Grasas	0,05	0,06	0,02	0,18	0,22	0,18	0,05	0,21	0,17	0,12	Aceites y Grasas	0,13
Cobre	0,05	0,02	0,04	0,01	0,03	0,06	0,03	0,04	0,03	0,03	Cobre	0,03
Cromo Total	0,05	0,03	0,10	0,01	0,05	0,04	0,04	0,25	0,04	0,04	Cromo Total	0,07
DBO5	0,03	0,10	0,12	0,06	0,04	0,12	0,01	0,07	0,17	0,18	DBO5	0,09
Fósforo Total	0,21	0,16	0,05	0,08	0,18	0,09	0,06	0,04	0,07	0,07	Fósforo Total	0,10
Hierro	0,05	0,05	0,03	0,01	0,02	0,04	0,09	0,04	0,02	0,02	Hierro	0,04
Níquel	0,05	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,10	0,04	0,04	0,05	Níquel	0,04
Nitrógeno Total	0,24	0,16	0,06	0,07	0,20	0,09	0,09	0,10	0,07	0,07	Nitrógeno Total	0,12
Ox. Disuelto	0,12	0,12	0,21	0,21	0,07	0,08	0,24	0,03	0,11	0,14	Ox. Disuelto	0,13
pH	0,04	0,06	0,10	0,16	0,07	0,14	0,14	0,02	0,17	0,16	pH	0,11
Temperatura	0,04	0,20	0,21	0,19	0,07	0,09	0,08	0,11	0,07	0,08	Temperatura	0,11
Zinc	0,08	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,08	0,04	0,03	0,03	Zinc	0,04
Suma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Suma	1,00

Tabla 24. Resultados P_i ecosistemas y biodiversidad

Parámetro	Pi Ecosistemas
Cobre	0,03
Zinc	0,04
Hierro	0,04
Níquel	0,04
Cromo Total	0,07
DBO5	0,09
Fósforo Total	0,10
pH	0,11
Temperatura	0,11
Nitrógeno Total	0,12
Aceites y Grasas	0,13
Ox. Disuelto	0,13

Figura 38. Resultados P_i ecosistemas y biodiversidad

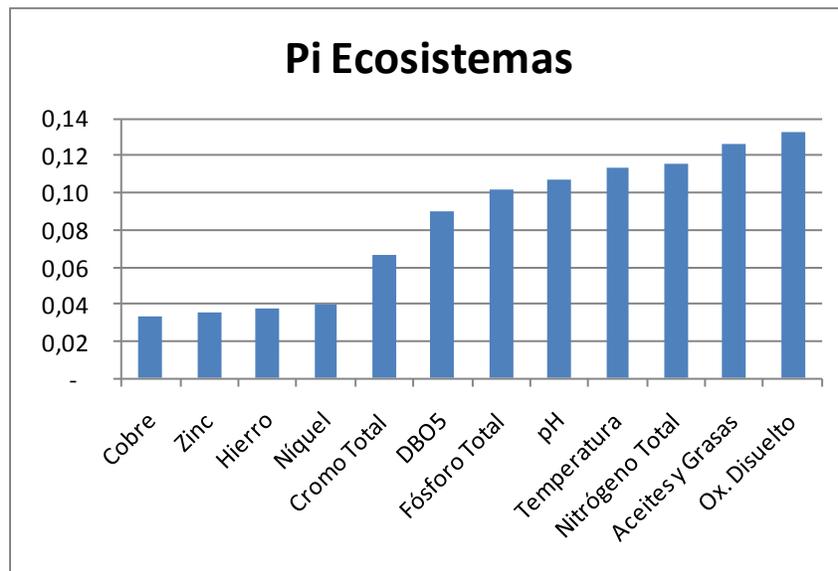


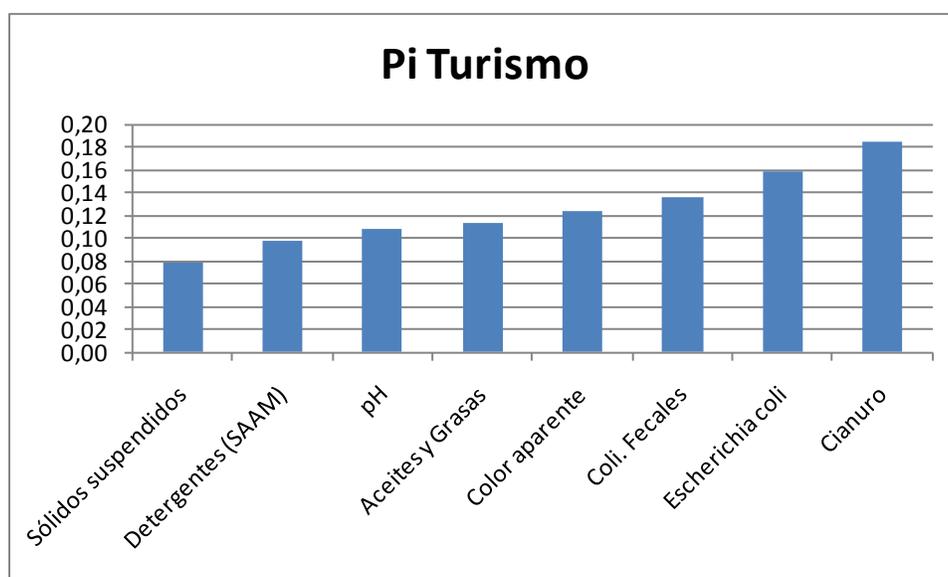
Tabla 25. Resumen P_i turismo y recreación

Parámetro	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Parámetro	Promedio Recreación
Aceites y Grasas	0,04	0,15	0,10	0,19	0,28	0,06	0,09	0,10	0,07	0,06	Aceites y Grasas	0,11
Cianuro	0,06	0,07	0,03	0,02	0,16	0,31	0,28	0,39	0,26	0,26	Cianuro	0,18
Coli. Fecales	0,24	0,19	0,23	0,04	0,06	0,14	0,06	0,19	0,11	0,11	Coli. Fecales	0,14
Color aparente	0,13	0,26	0,07	0,20	0,19	0,04	0,23	0,03	0,04	0,04	Color aparente	0,12
Detergentes (SAAM)	0,12	0,15	0,09	0,20	0,07	0,09	0,05	0,07	0,07	0,06	Detergentes (SAAM)	0,10
Escherichia coli	0,34	0,11	0,34	0,03	0,04	0,18	0,06	0,16	0,17	0,17	Escherichia coli	0,16
pH	0,04	0,03	0,09	0,09	0,03	0,14	0,12	0,02	0,26	0,26	pH	0,11
Sólidos suspendidos	0,03	0,05	0,05	0,22	0,17	0,04	0,11	0,03	0,04	0,04	Sólidos suspendidos	0,08
Suma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Suma	1,00

Tabla 26. Resultados P_i turismo y recreación

Parámetro	Pi Turismo
Sólidos suspendidos	0,08
Detergentes (SAAM)	0,10
pH	0,11
Aceites y Grasas	0,11
Color aparente	0,12
Coli. Fecales	0,14
Escherichia coli	0,16
Cianuro	0,18

Figura 39. Resultados P_i turismo y recreación



4.7. Estimación del IAU por receptor

Tal como se señaló precedentemente el IAU queda determinado por:

$$IAU = \sum_{i=1}^n Q_i P_i$$

Por lo tanto, siguiendo con el ejemplo metodológico planteado precedentemente, sería:

$$IAU = Q_{par\ 3} * 0,56 + Q_{par\ 5} * 0,20 + Q_{par\ 1} * 0,10 + Q_{par\ 3} * 0,06 + Q_{par\ 2} * 0,08$$

Sin embargo, no todas las normas incorporan el conjunto de parámetros que han sido seleccionados para cada receptor relevante. La presencia o ausencia de estos parámetros en las respectivas normas se puede apreciar en las tablas siguientes:

Tabla 27. Parámetros del IAU agrícola que están contenidos en las normas

Agricultura	Cachapoal	Maipo	Elqui
Carbonatos	no	no	no
Cloruro	si	si	si
Cobre	si	si	si
Coli. Fecales	si	no	no
Cond. Eléctrica	si	si	si
DBO5	si	no	no
Hierro	si	si	si
Manganeso	si	si	si
Nitrato	no	no	si
Ox. Disuelto	si	si	si
pH	si	si	si
Sodio	no	no	no
Sulfato	si	si	si

Tabla 28. Parámetros del IAU ganadería que están contenidos en las normas

Ganadería	Cachapoal	Maipo	Elqui
Amonio	si	no	no
Arsénico	si	si	si
Cianuro	si	no	no
Cobre	si	si	si
Coli. Fecales	si	no	no
Cromo Total	si	si	no
Escherichia coli	no	no	no
Hidrocarburos totales	no	no	no
Mercurio	no	no	no
pH	si	si	si
Plomo	si	si	si

Tabla 29. Parámetros del IAU pesca y acuicultura que están contenidos en las normas

Pesca y Acuicultura	Cachapoal	Maipo	Elqui
Amonio	si	no	no
Cobre	si	si	si
Coli. Fecales	si	no	no
DBO5	si	no	no
Nitrato	no	no	si
Ox. Disuelto	si	si	si
pH	si	si	si
Sólidos suspendidos	si	no	no
Temperatura	no	no	si
Turbiedad	no	no	no
Zinc	si	si	no

Tabla 30. Parámetros del IAU ecosistema y biodiversidad que están contenidos en las normas

Ecosistemas y Biodiversidad	Cachapoal	Maipo	Elqui
Aceites y Grasas	si	no	no
Cobre	si	si	si
Cromo Total	si	si	no
DBO5	si	no	no
Fósforo Total	no	no	no
Hierro	si	si	si
Níquel	si	no	si
Nitrógesi Total	no	no	no
Ox. Disuelto	si	si	si
pH	si	si	si
Temperatura	no	no	si
Zinc	si	si	no

Tabla 31. Parámetros del IAU turismo y recreación que están contenidos en las normas

Recreación y Turismo	Cachapoal	Maipo	Elqui
Aceites y Grasas	si	no	no
Cianuro	si	no	no
Coli. Fecales	si	no	no
Color aparente	no	no	no
Detergentes (SAAM)	si	no	no
Escherichia coli	no	no	no
pH	si	si	si
Sólidos suspendidos	si	no	no

Debido a que las normas en estudio no consideran todos los parámetros que se han definido como relevantes para receptor, se propone que al estimar los IAU se le confiera una incertidumbre equivalente al peso que tendría el conjunto de parámetros ausentes y para realizar la evaluación económica de los impactos de la norma se utilice el método de simulación de Montecarlo haciendo que los Q_i fluctúen con una distribución uniforme entre 0 y 100 en el caso de los parámetros ausentes.

4.8. Relación entre IAU y productividad

Los antecedentes que se obtienen a partir de la revisión bibliográfica y que sirven de base para definir las funciones Q_i , no permiten establecer una relación entre el IAU y la productividad del receptor. Sin embargo, varios trabajos han buscado establecer una relación entre el valor del ICA y la calidad del agua o las restricciones en su uso (Tablas 5, 6 y 7) y sólo se encontró un trabajo que establece una relación entre el ICA y la productividad. Sin embargo, no quedan suficientemente claro los criterios utilizados para realizar dicha vinculación (Tabla 1).

Por otra parte, en los trabajos revisados, las relaciones establecidas entre ICA y productividad o ICA y restricciones en su uso, se sustentan en un ICA único, cuya relación funcional varía de acuerdo al receptor.

En el marco del presente estudio, para cada receptor relevante se ha construido un IAU específico que está condicionado por las funciones Q_i y la relevancia de los parámetros que lo componen, no existiendo antecedentes suficientes que permitan realizar para cada receptor relevante una diferenciación entre la relación del IAU y la productividad.

Considerando los criterios de productividad propuestos por Cifuentes (2008) (Tabla 1) y las restricciones en el uso del agua de acuerdo a su calidad (Tabla 7), se propone construir una función de tendencia lineal, pero que considere que a partir de un $IAU \geq 75$ la productividad es del 100% y que para un $IAU \leq 25$ la productividad es del 50%. En este último caso se está asumiendo que por muy mala que sea la calidad del agua siempre tendrá algún grado y/o tipo de uso.

De esta manera, independiente del receptor, la relación entre IAU y productividad está determinada por la Tabla 32

Tabla 32. Relación entre IAU y productividad

IAU	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
Productividad	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	50%	50%	50%	50%	50%

5. Valoración económica de los impactos de la norma en los receptores

La valoración económica de la norma en los receptores se establece a través de dos mecanismos, por una parte están los sectores para los cuales se construyeron los IAU (agricultura, ganadería, pesca y acuicultura, ecosistema y biodiversidad y recreación y turismo) y por otra parte están los sectores para los cuales se conocen sus costos de abatimiento (generación eléctrica, agua potable, minería e industria).

5.1. Valorización económica de los impactos de la norma en los receptores a través de los IAU

En este caso se propone realizar una evaluación económica basada en el criterio del VAN para un horizonte de 5 años, período de proyección de los datos. En relación a la tasa de descuento, dado el carácter social de la norma se recomienda utilizar la tasa social de descuento informada por MIDEPLAN (6%).

La lógica de la evaluación es contrastar la situación con norma versus la situación sin norma a través de un flujo diferencial. Esto significa realizar los siguientes pasos:

- Asignar un valor económico al receptor por tramo. Para esto se pueden utilizar métodos de valoración directa (valores de mercado). Por ejemplo, valor económico de la producción en el caso de la agricultura, ganadería y pesca y acuicultura, o bien utilizar métodos de valoración indirecta (valores sustitutos de mercado) para ecosistemas y biodiversidad. En el caso de turismo y recreación se puede utilizar el método de valoración directa o el método de valoración indirecta, dependiendo del tipo de información disponible o de las características propias de las actividades desarrolladas.
- Estimar a través de la relación IAU – productividad, el cambio en la valorización que se puede producir a partir de la norma. Cuando la valorización proyectada es menor que la valorización del escenario de la norma, entonces esta última estaría generando un beneficio positivo. En caso de que la valorización proyectada sea mayor o igual a la que se obtiene en el escenario de la norma, entonces la norma no estaría generando beneficios.

Una de las dificultades metodológicas radica en que los parámetros que conforman los respectivos IAU no necesariamente están contenidos en la norma (Tabla 27 a la Tabla 31), lo que conlleva un grado de incertidumbre equivalente al peso relativo del conjunto de los Q_i asociados a los parámetros ausentes. Para esto se propone utilizar mecanismos de simulación que asignen valores entre 0 y 100 a los Q_i ausentes de acuerdo a una distribución uniforme.

5.1.1. Valorización económica del sector agrícola por comuna

La valorización económica del sector agrícola se realiza mediante la agregación de la producción por especie a nivel comunal en base a la información estadística del Censo Agropecuario realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas¹, la cual permite conocer el total de cultivos en las comunas asociadas a cada tramo. Dicha agregación, se lleva a cabo para la totalidad de las comunas que forman parte de las respectivas cuencas.

Considerando que las estadísticas de las especies agrícolas corresponden al total de hectáreas cultivadas, mediante el uso de boletines INIA y la consulta a expertos², se consideran los rendimientos promedio de cada especie para poder estimar la producción total asociada a los cultivos. Para el caso de las cuencas analizadas, se utiliza: “*Nuevas Fichas Hortícolas Centro-Sur*” INIA, 2003; “*El Choclo: La Hortaliza más cultivada de Chile*”, Estudio INE-ODEPA, Julio 2010; y el *Informe Anual Agropecuario*, INE, 2009.

Una vez que se dispone de la producción estimada para cada cultivo y comuna, se valoriza en base a la información de precios de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), la cual es publicada de manera mensual en base a los precios promedio de ferias mayoristas de Santiago. De esta forma, el valor de la producción de cada cultivo se obtiene de la siguiente forma:

$$VC_i = SP_i * RP_i * P_i$$

Donde:

VC_i : Valor del cultivo especie i.

SP_i : Superficie total plantada (há) de la especie i según Censo Agropecuario.

RP_i : Rendimiento promedio estimado del cultivo i.

P_i : Precio promedio (ODEPA) del cultivo i.

Considerando que las estadísticas disponibles corresponden al censo agropecuario del año 2007, su proyección se realiza en base a la tasa promedio de crecimiento anual del PIB agropecuario-silvícola para el período 2003-2008, la que corresponde a un 5,3%³

¹ Para el caso del presente estudio se considera la información correspondiente al VII Censo Agropecuario año 2007.

² Para el presente estudio se consideró la información proporcionada por el Sr. Francisco Meza, Director Regional de INIA Región de Coquimbo.

³ Últimas cifras regionales disponibles, Banco Central de Chile.

5.1.2. Valorización económica del sector ganadería por comuna

Para valorizar económicamente el sector ganadería se realiza una agregación de la producción por especie a nivel comunal en base a la información del Censo Agropecuario, lo que permite conocer el total de ganado en las comunas asociadas a cada tramo. Dicha agregación, se lleva a cabo para la totalidad de las comunas que forman parte de la cuenca.

Luego, y una vez que se dispone de la producción estimada sobre cada especie y comuna, se valoriza en base a la información de precios de las ferias de ganado más cercana a las respectivas cuencas, como por ejemplo, la Feria de Melipilla, según Tattersall Agrícola.⁴

Como la información disponible está en cabezas de ganado, el valor de la producción ganadera por especie se estima:

$$VG_i = NC_i * P_i$$

Donde:

VG_i : Valor de la especie i.

NC_i : Número de cabezas de la especie i.

P_i : Precio promedio por cabeza por la especie i.

5.1.3. Valorización económica del sector pesca y acuicultura

Para valorizar económicamente el sector pesca y acuicultura se deben utilizar las cifras de desembarque, captura o extracción, según corresponda, del Servicio Nacional de Pesca, las que están contenidas en sus respectivos anuarios.

Para estimar los precios promedio se puede recurrir a los informes de precio de la Subsecretaría de Pesca, Informes técnicos de SERNAPESCA o terminales pesqueros.

Generalmente en el caso de los productos hidrobiológicos de agua dulce los desembarques o capturas están expresados en toneladas y los precios en pesos por kilo. Esto requiere convertir alguna de los dos componentes a la unidad de medida del otro, por lo tanto, la valorización de pesca y acuicultura queda determinada por:

$$VP_i = EK_i * P_i$$

Donde:

VP_i : Valor de la especie i.

EK_i : Kilos de la especie i.

P_i : Precio promedio por kilo de la especie i.

⁴ Venta de ganado, más información en: www.tattersall-ganado.cl

5.1.4. Valorización económica de los sectores agricultura, ganadería y pesca y acuicultura por tramo.

Considerando que la valorización de los sectores agrícola, ganadero y pesca y acuicultura se realiza en función de las comunas que forman parte de la cuenca, es necesario asignar la producción de cada comuna al tramo correspondiente, a fin de identificar los impactos económicos que podría tener la implementación de las normas secundarias en cada uno de los tramos normados.

En el caso de la agricultura y la ganadería la asignación por tramo se realiza considerando la longitud de cada trayecto y su importancia relativa dentro de los límites de cada comuna. Lo anterior, se realiza de la siguiente manera:

- Se identifica mediante georreferenciación la longitud (metros) de cada tramo y las comunas por las cuales pasa.
- Se le asigna proporcionalmente a cada tramo que pasa por una comuna el valor de la producción comunal en función de la longitud total los cursos de agua utilizados para el riego en la comuna.

Para la pesca y acuicultura la asignación por tramos debiese realizarse en función de los lugares específicos donde se desarrolla esta actividad.

5.1.5. Valorización económica de los sectores ecosistema y biodiversidad y turismo y recreación.

En general, para estos sectores se propone utilizar métodos de valoración indirecta (valores sustitutos de mercado), para lo cual se puede recurrir a estudios previos realizados en sectores que puedan ser homologables.

En el caso específico del sector ecosistema y biodiversidad se propone utilizar como valor referencial los obtenidos por Fundación Terram (Espinosa y Arqueros, 2000), quienes siguiendo la metodología propuesta por Costanza et al (1998) establecen que para Chile el valor de la biodiversidad asociada a lagos y ríos es de US\$ 8.113,6 há/año.

Debido a lo complejo que resulta medir la relación entre cuerpo de agua y ecosistema circundante o área de influencia, se propone medir el valor del ecosistema y biodiversidad asociado al cuerpo de agua.

De acuerdo al estudio referenciado, el valor del ecosistema y biodiversidad asociado 1 m² de un cuerpo de agua es de US\$ 0,81136 año. Considerando una tasa de cambio de \$480, el valor aproximado sería de \$ 390 m²/año.

Para estimar la superficie del cuerpo de agua se debe considerar la longitud del tramo y el promedio de su ancho. Por lo tanto, la forma de estimar el valor económico asociado a ecosistemas y biodiversidad está determinado por:

$$VEB_i = LT * AT * P$$

Donde:

VEB: Valor económico del ecosistema y biodiversidad.

LT: Largo del tramo (m).

AT: Ancho promedio del tramo (m).

P: Valor económico por m²/año (\$390 m²/año)

Tal como se señaló anteriormente, uno de los inconvenientes de esta proposición es que no captura el valor de la relación entre el cuerpo de agua y su área de influencia, y tampoco considera aspectos como caudal o profundidad.

5.1.6. Un ejemplo de valorización económica de los impactos de la norma en un sector y tramo determinado.

Para ejemplificar la metodología se valorizará el impacto económico de la norma en un sector genérico dentro de un tramo determinado. El IAU de este sector está compuesto por 13 parámetros, cuyos *Q_i* estandarizados y sus respectivos *P_i* se pueden apreciar en la Tabla 33. En la presentación de la tabla se han obviado los *Q_i* de aquellos parámetros que formando parte del IAU no han sido normados.

Tabla 33. Parámetros, *Q_i* estandarizados y *P_i*

Parámetro	Qi estandarizados											Pi
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	
Parámetro 1												0,058
Parámetro 2	30	50	100	150	200	230	300	400	700	1.000	1.500	0,090
Parámetro 3	0,03	0,05	0,07	0,12	0,20	0,30	0,50	0,75	1,25	2,00	>2	0,081
Parámetro 4												0,126
Parámetro 5	750	1.000	1.250	1.500	2.000	3.000	4.000	5.000	8.000	12.000	16.000	0,101
Parámetro 6												0,042
Parámetro 7	0,8	1,85	2,9	3,95	5	6,05	7,1	8,15	9,2	10,25	11,3	0,057
Parámetro 8	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,24	0,28	0,32	0,36	0,4	0,44	0,058
Parámetro 9												0,113
Parámetro 10	7,5	6,8	6	5,3	4,5	3,8	3	2,3	1,5	0,8	0	0,033
Parámetro 11	6,5<x≤7	7<x≤8	8<x≤8,5	8,5<x≤9	6,5<x≤6	6<x≤5	5<x≤4	4<x≤3	3<x≤2	2<x≤1	X<1	0,105
Parámetro 12					9<x≤9,5	9,5<x≤10	10<x≤11	11<x≤12	12<x≤13	13<x≤14	x=14	0,071
Parámetro 13	60	80	120	180	250	350	500	750	1.100	1.500	>1.500	0,066

En la Tabla 34 se presenta el valor de los respectivos parámetros de acuerdo a la norma y las proyecciones para cinco años.

Tabla 34. Valor de los parámetros según la norma y sus respectivas proyecciones

Parámetro	UNIDAD	Norma	Proyecciones				
			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Parámetro 1							
Parámetro 2	mg/l	300	138,16	159,28	158,10	150,86	143,63
Parámetro 3	mg/l	0,05	0,02	0,04	0,05	0,05	0,05
Parámetro 4							
Parámetro 5	μS/cm	1600	1.194,30	1.164,76	1.141,65	1.139,75	1.137,86
Parámetro 6							
Parámetro 7	mg/l	15	16,35	16,95	17,34	19,01	20,69
Parámetro 8	mg/l	0,7	0,51	0,52	0,57	0,61	0,66
Parámetro 9							
Parámetro 10	mg/l	10	8,94	8,48	8,33	8,08	7,84
Parámetro 11	Unid.	6,0-8,5	8,19	8,16	8,16	8,17	8,18
Parámetro 12							
Parámetro 13	mg/l	360	322,27	320,24	318,47	323,25	328,03

La Tabla 35 contiene los Q_i de cada uno de los parámetros normados asociados tanto a la norma como a las proyecciones. Con estos Q_i y los P_i de la Tabla 33 se obtiene la Tabla 36, la que contiene los IAU de la norma y de las proyecciones.

Tabla 35. Determinación de los Q_i por parámetro y año de proyección

Parámetros	Q_i					
	Norma	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Parámetro 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Parámetro 2	40,00	70,00	60,00	60,00	60,00	70,00
Parámetro 3	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	80,00
Parámetro 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Parámetro 5	60,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Parámetro 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Parámetro 7	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Parámetro 8	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Parámetro 9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Parámetro 10	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Parámetro 11	50,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Parámetro 12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Parámetro 13	40,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00

Tabla 36. Determinación de los IAU para la norma y proyecciones

	IAU					
	Norma	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
IAU	29,22	37,73	36,83	36,83	36,83	36,92

A partir de la relación que se establece en la Tabla 32 entre IAU y productividad se construyen las dos primeras filas de la Tabla 37. La tercera fila corresponde a la proyección de la valorización de la producción del sector, esta se estima de acuerdo a los epígrafes anteriores (5.1.1. a 5.1.5). La cuarta fila corresponde a la valorización de la producción de acuerdo a los parámetros de la norma. Sin embargo, cuando la productividad proyectada es superior a la que se lograría en los valores de la norma, entonces se considera como valorización de la producción la proyectada. De esta manera se está representando que la norma no estaría causando un efecto en la valorización de la producción del receptor.

Tabla 37. Valorización económica del impacto de la norma en un sector determinado

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Productividad proyectada	60%	60%	60%	60%	60%
Productividad de norma	50%	50%	50%	50%	50%
Valorización producción proyectada	173.224.769	182.405.682	192.073.183	202.253.061	212.972.474
Valorización de la producción de norma	173.224.769	182.405.682	192.073.183	202.253.061	212.972.474
Valorización diferencial	0	0	0	0	0
VAN (6%)	0				

En caso de que la productividad de la norma fuese superior a la productividad proyectada, entonces si habría un impacto en la valorización económica de la producción y en dicho caso ambos valores serían diferentes. Para estimar la valorización de la producción en el escenario de cumplimiento de norma se puede recurrir a la regla de tres simples, por lo tanto se tendría que:

$$VPN_i = \frac{VPP_i * PN_i}{PP_i}$$

Donde:

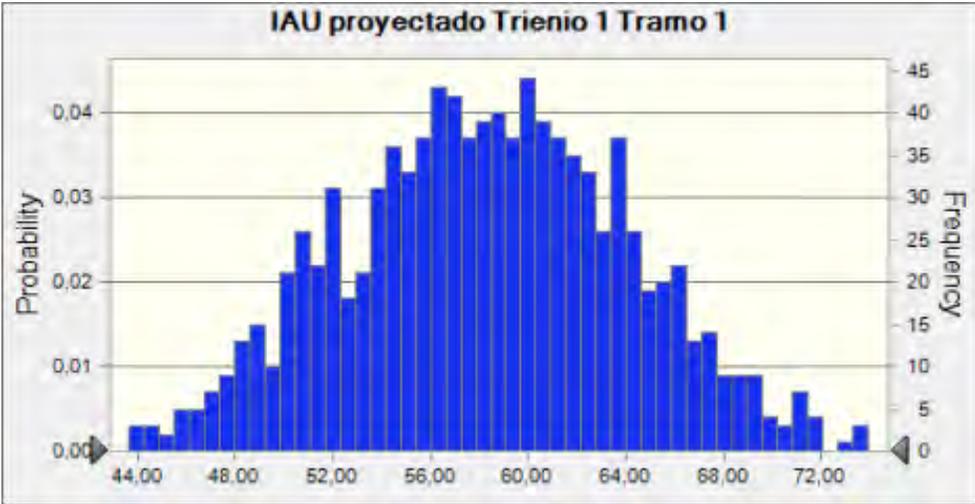
- VPN_i : Valorización de la producción en escenario de cumplimiento de norma en el año i
- VPP_i : Valorización de la producción proyectada en el año i
- PN_i : Productividad en escenario de cumplimiento de norma en el año i
- PP_i : Productividad proyectada en el año i

Al no establecerse una valorización diferencial (fila 5 Tabla 37), el VAN del impacto económico de la norma en este receptor es cero. Sin embargo, este resultado tiene asociado un 41% de incertidumbre, correspondiente a la suma de los P_i de los parámetros que formando parte del IAU no están normados.

No obstante, si a cada uno de los parámetros contenidos en el IAU y que no son considerados en la norma se le asigna un Q_i con distribución uniforme entre los valores 0 y 100, entonces a través de una simulación su puede disminuir dicha incertidumbre. Por

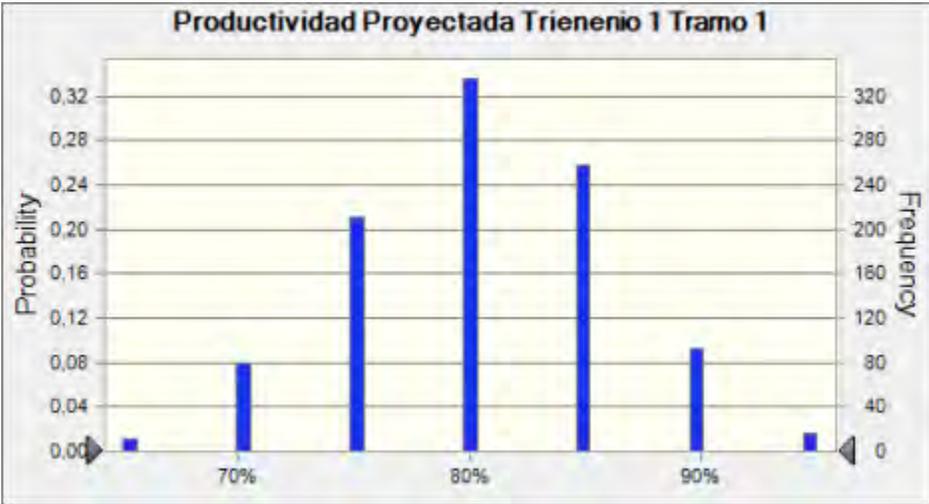
ejemplo, en el caso del año 1 el IAU proyectado es de 37,73 (Tabla 36), pero tiene asociado un 41% de incertidumbre. Al considerar una distribución uniforme entre 0 y 100 para los parámetros no normados del IAU y correr la simulación, entonces el valor medio del IAU pasa a ser 58 (Figura 40).

Figura 40. IAU proyectado año 1



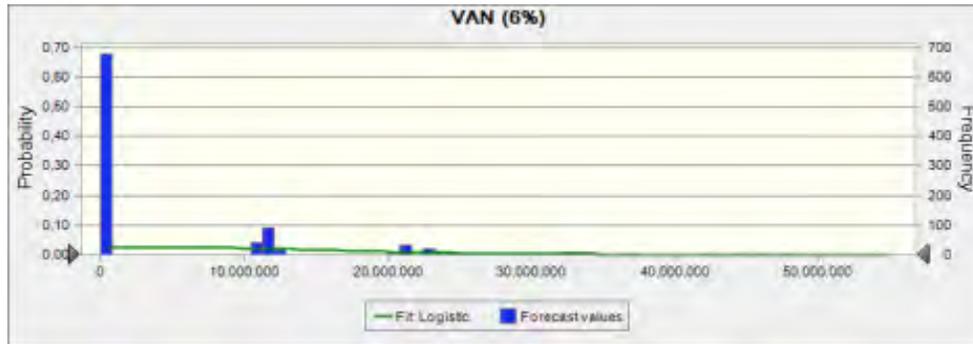
Este cambio en los IAU afecta la determinación de las productividades. Por ejemplo, en el año 1 la productividad proyectada es del 60%, pero la productividad media sube al 80% con la simulación (Figura 41).

Figura 41. Productividad proyectada con simulación



En el Anexo B se presenta el reporte completo de la simulación. Este cambio en el nivel medio de IAU y productividades genera un efecto sobre el VAN (Figura 42), el cual de cero pasa a tener una media de \$8.432.314, con lo que se estaría identificando un impacto positivo en el receptor.

Figura 42. Distribución de probabilidades del VAN



5.2. Valorización económica de los impactos de la norma en los receptores a través los costos de abatimiento.

En el caso de los sectores generación eléctrica, agua potable, minería e industria se propone valorar el impacto económico de la norma a través de la estimación de costos de abatimiento de contaminantes en residuos líquidos (ver apartado siguiente).

6. Costos de abatimiento de la norma para los emisores de la cuenca

6.1. Cuando los emisores están individualizados y sus descargas caracterizadas

Para estimar los costos de abatimiento se identifican aquellos parámetros que de acuerdo a las proyecciones vulneran la norma (saturación). Luego se determina si esto obedece a condiciones naturales de la cuenca o a razones antrópicas asociadas a fuentes identificables, en cuyo caso se estimarán los costos de abatimiento. Cuando se establezca que las razones obedecen a contaminación difusa, no es necesario estimar los costos de abatimiento, pues en la práctica ningún agente emisor los estaría asumiendo.

En el marco de la Consultoría de apoyo a los procesos de normas ambientales en sistemas hídricos: Estimación de costos de abatimiento de contaminantes en residuos líquidos, cuyo mandante es CONAMA, Fundación Chile (2010) realiza una extensa revisión sobre las tecnologías de tratamiento de efluentes y sus costos de abatimiento.

El estudio presenta un análisis técnico-económico de las diferentes tecnologías para regular la temperatura y para remover bromo, THM, cloro libre residual, sólidos suspendidos totales y sólidos sedimentables, aceites y grasas, color verdadero, AOX, DBO₅, nitrógeno, fósforo, mercurio, índice de fenol y poder espumógeno. La Tabla 38 muestra la forma en que se sintetiza parte de la información en dicho informe.

Tabla 38. Tecnologías y costos de abatimiento del bromo en residuos líquidos

Parámetro	Tipo	Tecnologías	Eficiencias de Remoción	Caudal (m ³ /d) mín y máx	Inversión (US\$) mín y máx	Costo trat (US\$/m ³) mín y máx
Bromo	Fisicoquímico	Carbón Activado	95 a 99%	250 - 2000	89.000 - 312.000	0,47 - 0,11
		Intercambio iónico	99%	9000 - 31334	4.000.000 - 9.100.000	0,057 a 0,114
		Ósmosis Inversa	99%	1500 - 379000	1.900.000 - 53.400.000	0,62 - 0,32

Fuente: Fundación Chile 2010

Por tratarse de un estudio conocido y que está disponible para las partes (mandante y contraparte técnica) no se considera necesario aportar más antecedentes que las referencias ya entregadas, sin embargo, a modo de resumen se describen las tecnologías que de acuerdo a sus características debiesen ser las más utilizadas en la estimación de costos de abatimiento.

6.1.1. Adsorción con carbón activados (ACA)

Esta tecnología se aplica para casos donde los parámetros que superan la norma son:

- Remoción directa: DBO₅, Compuestos Orgánicos (Hidrocarburos, Índice de fenol, Pesticidas, THM, AOX), Color, Sabor, Olor, Poder Espumógeno, Cloro Libre y bromo
- Remoción indirecta: Puede remover arsénico, metales pesados y eliminar agentes patógenos y bacterias

El costo de abatimiento asociado a esta tecnología queda determinado por:

$$\text{Costo ACA (US\$)} = 3.255,4 * Q^{0,6}$$

Donde: Q corresponde al volumen de agua a tratar (m³/d).

La ACA es utilizada para tramos de flujos de agua que van desde 1 m³/d a 20.000 m³/d.

6.1.2. Adsorción con diferentes materiales (ADM)

Esta tecnología se aplica para casos donde los parámetros que superan la norma son:

- Remoción directa: DBO₅, Índice de fenol, Color, SST, Sólidos Sedimentables
- Remoción indirecta: Mercurio, cadmio, plomo, arsénico.

El costo de abatimiento asociado a esta tecnología queda determinado por:

$$\text{Costo ADM (US\$)} = 4.516,9 * Q^{0,6}$$

Donde: Q corresponde al volumen de agua a tratar (m³/d).

La ADM es utilizada para tramos de flujos de agua que van desde 1 m³/d a 20.000 m³/d.

6.1.3. Arrastre por Aire (Air Stripping)

Esta tecnología se aplica para casos donde los parámetros que superan la norma son:

- Remoción directa: THM, AOX, NH₃ (amoníaco) e índice de fenol, compuestos orgánicos volátiles
- Remoción indirecta: Condiciones de temperatura.

El costo de abatimiento asociado a esta tecnología queda determinado por:

$$\text{Costo Air Stripping (US\$)} = 5.600 * Q^{0,6}$$

Donde: Q corresponde al volumen de agua a tratar (m^3/d).

El Air Stripping es utilizado para tramos de flujos de agua que van hasta los $10.000 \text{ m}^3/\text{d}$.

6.1.4. Biofiltro

Esta tecnología se aplica para casos donde los parámetros que superan la norma son:

- Remoción directa: Coliformes Fecales, DBO_5 , Turbidez, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Suspendidos Volátiles, Nitrógeno, Fósforo, Color, Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), Aceites y Grasas.

El costo de abatimiento asociado a esta tecnología queda determinado por:

$$\text{Biofiltro (US\$)} = 0,1742 * Q^2 + 261,46 * Q + 55585$$

Donde: Q corresponde al volumen de agua a tratar (m^3/d).

El Biofiltro es utilizado para tramos con un flujo de agua entre 1 y $500 \text{ m}^3/\text{d}$.

6.1.5. Coagulación y/o Floculación

Esta tecnología se aplica para casos donde los parámetros que superan la norma son:

- Remoción directa: SST, DBO_5 , DQO, Nitrógeno, Fósforo, nutrientes, color, turbidez, Sólidos Sedimentables, cationes y aniones en general
- Remoción indirecta: Remueve Color y AOX, y además regula pH.

El costo de abatimiento asociado a esta tecnología queda determinado por:

$$\text{Coagulación (US\$)} = 3.186 * Q^{0,8}$$

Donde: Q corresponde al volumen de agua a tratar (m^3/d).

La Coagulación es utilizada para tramos sin limitación de flujo de agua.

6.1.6. Destilación

Esta tecnología se aplica para casos donde los parámetros que superan la norma son:

- Remoción directa: THM y color
- Remoción indirecta: Sales disueltas, compuestos orgánicos volátiles.

El costo de abatimiento asociado a esta tecnología queda determinado por:

$$\text{Destilación (US\$)} = 30.153 * Q^{0,4}$$

Donde: Q corresponde al volumen de agua a tratar (m^3/d).

La Destilación es utilizada para tramos con un flujo de agua entre 1 y 5.000 m^3/d .

6.1.7. Electrooxidación

Esta tecnología se aplica para casos donde los parámetros que superan la norma son:

- Remoción directa: Índice de Fenol, alcoholes, AOX, NH_3 y precursores de THM
- Remoción indirecta: Agentes patógenos como E. Coli.

El costo de abatimiento asociado a esta tecnología queda determinado por:

$$\text{Electrooxidación (US\$)} = 11.357 * Q^{0,6}$$

Donde: Q corresponde al volumen de agua a tratar (m^3/d).

La Electrooxidación es utilizada para tramos con un flujo de agua entre 1 y 5.000 m^3/d .

6.1.8. Intercambio Iónico

Esta tecnología se aplica para casos donde los parámetros que superan la norma son:

- Remoción directa: Amonio, Nitrato, Boro, Arsénico, Color, Molibdeno, Mercurio y otros cationes y aniones
- Remoción indirecta: Conductividad, Salinidad, entre otras.

El costo de abatimiento asociado a esta tecnología queda determinado por:

$$\text{Intercambio Ionico (US\$)} = 0,114 * Q + 464.290$$

Donde: Q corresponde al volumen de agua a tratar (m^3/d).

El Intercambio Iónico es utilizado para tramos con un flujo de agua entre 1 y 20.000 m^3/d .

6.1.9. Lombifiltro

Esta tecnología se aplica para casos donde los parámetros que superan la norma son:

- Remoción directa: Coliformes Fecales, DBO₅, Turbidez, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Suspendidos Volátiles, Nitrógeno y Aceites y Grasas
- Remoción indirecta: Fosforo, DQO y Sólidos sedimentales.

El costo de abatimiento asociado a esta tecnología queda determinado por:

$$\text{Lombifiltro (US\$)} = 0,1742 * Q^2 + 261,46 * Q + 55.585$$

Donde: Q corresponde al volumen de agua a tratar (m³/d)

El Lombifiltro es utilizado para tramos con un flujo de agua entre 1 y 4.000 m³/d.

6.1.10. Oxidación Avanzada Catalítica (POAs)

Esta tecnología se aplica para casos donde los parámetros que superan la norma son:

- Remoción directa: Índice de Fenol, color, AOX, compuestos orgánicos persistentes y precursores de THM

El costo de abatimiento asociado a esta tecnología queda determinado por:

$$\text{POA (US\$)} = 22.714 * Q^{0,6}$$

Donde: Q corresponde al volumen de agua a tratar (m³/d).

El POA es utilizado para tramos con un flujo de agua entre 1 y 5.000 m³/d.

6.1.11. Oxidación con Agua Supercrítica

Esta tecnología se aplica para casos donde los parámetros que superan la norma son:

- Remoción directa: Índice de Fenol, AOX, color, plaguicidas y precursores de THM.

El costo de abatimiento asociado a esta tecnología queda determinado por:

$$\text{Oxidación con agua supercrítica (US\$)} = 25.238 * Q^{0,6}$$

Donde: Q corresponde al volumen de agua a tratar (m³/d).

La Oxidación con agua supercrítica es utilizada para tramos con un flujo de agua entre 1 y 5.000 m³/d.

6.1.12. Oxidación con Aire Húmedo

Esta tecnología se aplica para casos donde los parámetros que superan la norma son:

- Remoción directa: Índice de Fenol, AOX, NH₃, CN- y precursores de THM.

El costo de abatimiento asociado a esta tecnología queda determinado por:

$$\text{Oxidación con aire húmedo (US\$)} = 18929 * Q^{0,6}$$

Donde: Q corresponde al volumen de agua a tratar (m³/d).

La Oxidación con aire húmedo es utilizada para tramos con un flujo de agua entre 1 y 5.000 m³/d.

6.1.13. Reactor Aeróbico de Lecho Fijo Sumergible (RALFS)

Esta tecnología se aplica para casos donde los parámetros que superan la norma son:

- Remoción directa: DBO₅, SST, Nitrógeno y Coliformes Fecales
- Remoción indirecta: Turbidez, Cloruros, Fósforo, Aceites y Grasas y pH

El costo de abatimiento asociado a esta tecnología queda determinado por:

$$\text{RALFS (US\$)} = 8.925,8 * Q^{0,6}$$

Donde: Q corresponde al volumen de agua a tratar (m³/d).

El RALFS es utilizado para tramos con un flujo de agua entre 30 y 50.000 m³/d.

6.1.14. Wetlands

Esta tecnología se aplica para casos donde los parámetros que superan la norma son:

- Remoción directa: DQO, DBO₅, pH, Color, Turbidez, SST, Nitrógeno, Fósforo y color.

El costo de abatimiento asociado a esta tecnología queda determinado por:

$$\text{Wetlands (US\$)} = 0,4454 * Q^3 - 85,98 * Q^2 + 6.256,5 * Q - 3.715,9$$

Donde: Q corresponde al volumen de agua a tratar (m^3/d).

El Wetlands es utilizado para tramos con un flujo de agua entre 1 y 1.000 m^3/d .

6.2. Las descargas de los emisores no están caracterizadas o la información no está disponible

Cuando no se tiene información respecto a las descargas de los emisores, como una aproximación a los costos de abatimiento se puede trabajar directamente sobre el caudal del río.

Metodológicamente, se debe trabajar en primer lugar con los tramos que son cabeceras de cuenca, en ellos se debe identificar el volumen de caudal a tratar en función de la concentración que se quiere alcanzar para aquellos parámetros que vulneran la norma. Se debe tener en consideración que un tramo puede poseer más de un parámetro en saturación, lo que podría implicar usar más de una tecnología de abatimiento, mientras que cuando la tecnología es compatible con dos o más parámetros que se encuentren en saturación, entonces la estimación del caudal equivalente a tratar se toma en función del máximo caudal requerido de acuerdo al conjunto de parámetros saturados.

El caudal a tratar se obtiene a través de:

$$Q_2 = \frac{(c_3 - c_1)Q_1}{(c_2 - c_3)}$$

Donde:

- Q_2 : caudal a tratar
- c_1 : concentración estimada de parámetro (concentración presente)
- c_2 : concentración modificada según efectividad de la tecnología de abatimiento ($c_2 = c_1 * \text{tasa de efectividad de la tecnología}$)
- c_3 : concentración del parámetro después de aplicar tecnología de abatimiento considerando efecto dilución (se considera el valor de la norma).
- Q_1 : caudal total del cauce

Una vez que se obtiene el caudal a tratar se determina el costo de abatimiento seleccionando la tecnología pertinente (ver apartado anterior).

Posteriormente, por efecto dilución se deben modificar las concentraciones de los parámetros que se encuentran aguas abajo y cuyos tributarios fueron tratados. Las nuevas concentraciones se obtienen a través de:

$$c_1 = \frac{c_3 Q_1 + c_2 Q_2 - c_2 Q_2}{Q_1}$$

Donde:

- c_1 : nueva concentración por efecto dilución
- Q_1 : caudal total del cauce
- Q_2 : caudal tratado cauce anterior
- c_2 : concentración original del tramo
- c_3 : valor del parámetro en la norma

Obtenida la nueva concentración, se debe determinar si el o los parámetros del cauce aguas abajo sigue en saturación, en cuyo caso se debe estimar el para el tramo en análisis su respectivo caudal a tratar, de la misma manera en que se determinó en los tramos cabecera.

7. Bibliografía

Berthouex, P. M. y Brown, L. C. (2002), *Statistics for Environmental Engineers*, Second Edition, Lewis Publishers, United States of America. 464 pp.

Brown R.M., McClelland N.I., Deininger R.A. & R.G. Tozer (1970). A water quality index: do we dare? *Water Sewage Works* 117: 339-343.

Cifuentes, 2008a. Generación de Metodología para el Desarrollo de Análisis General del Impacto Económico y Social de Normas Secundarias de Calidad de Agua. Mimeo.

Cifuentes, 2008b. Manual de Procedimientos para la Realización de Análisis General de Impactos Económicos y Sociales de Normas Secundarias de Calidad de Agua. Mimeo.

CONAMA, 2004. Guía CONAMA para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas. Mimeo.

Conesa V. (1997) Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental. 3rd ed., 390 p. Mundiprensa, Madrid, España. 412 pp.

Costanza et al. (1998), The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Revista Nature*, Mayo 15

Couillard, D. & Y. Lefebvre, (1985). Analysis of water quality indices. *Journal of Environmental Management* 21:161-179.

Espinoza, C. y Arqueros, M. (2000). El valor de la biodiversidad en Chile, aspectos económicos, ambientales y legales. Fundación Terram (<http://www.terram.cl/nuevo/images/stories/rppublicos2.pdf>)

Fernández, N., Ramírez, A., Solano, F., (2000). Índices Físicoquímicos de calidad del agua en estudio comparativo. Conferencia Internacional Usos Múltiples del Agua: Para la Vida y el Desarrollo Sostenible. Universidad de Pamplona. Colombia. P 211-219

Flores, J. C., (2002), „Comments on the use of water quality indices to verify the impact of Córdoba City (Argentina) on Suquia River“, *Water Res.* **36**(18), 4664–4666.

Fundación Chile (2010). Estimación de costos de abatimiento de contaminantes en residuos líquidos (Informe Final Licitación Pública N° 1588-151-LE09, Consultoría de apoyo a los procesos de normas ambientales en sistemas hídricos)

Guzmán A.M., y Merino, E. N. (1992). Diagnóstico de la Contaminación del Agua en Jalisco. Cuadernos de Difusión Científica 26. Univ. Guadalajara. 67 pp

Landwehr, J.M. y Deininger, R.A. (1976), A comparison of several water quality indexes, *J. Water Pollution Control Fed.*, 48(5), p. 954-958.

León, L.F., (1991, 1992), Índice de calidad del agua, ICA, Inf. # Sh-9101/01, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México, p. 36.

Montoya, H.A., C.S Contreras y García. V.M.R. (1997). Estudio Integral de la Calidad del Agua en el Estado de Jalisco. Com. Nal. Agua., Geren. Reg. LermaSantiago. Guadalajara. Tomado de:
http://www.centrogeo.org.mx/internet2/chapala/preocu_amb/contamina/indi_cali.htm

OIKOS (2009), Revisión Guía Conama para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas. Informe final (Mimeo)

Pérez, A. G., y Rodríguez, A., (2008). Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* 56 (4): 1905-1918.

Pesce S & D Wunderlin (2000) Use of water quality indices to verify the impact of Córdova city (Argentina) on Suquia river. *Water Research* 34 (11): 2915-2926.

Poch M. (1999) Las calidades del agua. Edit. Rubes. Barcelona, España. 159 p.

PREQB, (2004), Puerto Rico Environmental Quality Board, Puerto Rico Water Quality Inventory and List of Impaired Waters, 2004 305(b)/303(d) Final Report

Saaty, T. (2008) Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, Vol. 1, No. 1: 83-98

Tyson, J.M. y M.A. House, (1989), *The Application of a Water Quality Index to River Management*, *Water Science and Technology* 21 (10-11 pt 4): 1149-1159.

Desarrollo Metodológico e Informe
con Antecedentes para la
Realización de los Análisis de
Impacto Económico y Social de las
Normas Secundarias de Calidad de
Aguas de las Cuencas Cachapoal,
Maipo y Elqui

ANEXOS

01 de marzo de 2011

**ANEXO A: ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS
PARA LA CONSTRUCCION DE IAU**

Anexo A: Antecedentes bibliográficos para la construcción de IAU

Para apoyar la construcción de los Índices de Aptitud de Uso (IAU) se realizó una revisión bibliográfica centrada en la búsqueda de funciones dosis respuesta, buscando establecer, además, una relación entre IAU y productividad.

La búsqueda bibliográfica se realiza en función de las palabras claves y combinaciones presentadas a continuación, ésta se efectúa a través del buscador web ISI Web of Knowledge (www.isiknowledge.com), el cual es un servicio en línea suministrado por el Institute for Scientific Information (ISI) e integrado en Thomson Reuters⁵ a través del cual es posible acceder a la información publicada en todas las áreas del conocimiento académico por más de 10.000 revistas científicas de alto impacto, así como también a más de 120.000 actas de conferencias y congresos sobre ciencia y ciencias sociales.

Establecimiento de criterios de búsqueda

- i) Definición de palabras claves. Definidas en función de su relación y pertinencia con la búsqueda, siendo agrupadas en 3 conjuntos por receptor:
 - *Sectores:* considera palabras relacionadas con el receptor, para algunos casos coincide con sub-sectores del mismo.
 - *Parámetros:* considera los parámetros definidos como relevante para el receptor.
 - *Complementarios:* considera palabras complementarias a fin de orientar los resultados de la búsqueda en función de su objetivo, estas son comunes para todos los receptores.
- ii) Definición de áreas de búsqueda en buscador ISI Web of Knowledge. Junto a la identificación de las palabras claves a ser utilizadas, se definieron las áreas del conocimiento pertinentes al objetivo de la búsqueda para cada receptor en el buscador ISI Web of Knowledge.

Definición de la búsqueda en base a operadores booleanos.

La mayoría de los motores de búsqueda, y también los directorios que permiten buscar en su propia base de datos, permiten la utilización de operadores lógicos booleanos que establecen la relación entre los términos de búsqueda. Estos operadores, permiten combinar los términos de búsqueda de acuerdo con el objetivo de búsqueda. Los operadores

⁵ Thomson Reuters es la mayor empresa a nivel global de servicios de información. Más información en www.thomsonreuters.com

utilizados son:

- iii) AND. Cuando se utiliza este operador entre dos términos de búsqueda se están solicitando documentos que contengan ambos términos. Si se utiliza en este caso como perfil de búsqueda, por ejemplo, “ph AND cereal” se están pidiendo documentos que contengan tanto el término ph como el término cereal.
- iv) OR. Cuando se utiliza este operador entre dos términos de búsqueda se están solicitando documentos que contengan cualquiera de los dos términos. Así si utilizamos como perfil de búsqueda, por ejemplo, “ph OR cereal” se están pidiendo documentos que contengan o bien el término ph, o el término cereal, o los dos.

De esta manera, y en base a lo anterior, se establecen las búsquedas para cada receptor de la siguiente manera:

$$B = S (s_1 \text{ “or” } s_2 \text{ “or” } \dots s_n) \text{ “and” } P (p_1 \text{ “or” } p_2 \text{ “or” } \dots p_n) \text{ “and” } C (c_1 \text{ “or” } c_2 \text{ “or” } \dots c_n)$$

Donde:

- B: Búsqueda
- S: Palabras asociadas al sector.
- P: Parámetros físico-químicos asociados al sector
- C: Palabras complementarias relacionadas al objetivo de la búsqueda.

Los criterios de búsqueda por sector relevante se presentan de la Tabla A1 a la Tabla A5:

Tabla A1. Agricultura

AGRICULTURA			
Sectores	Parámetros	Complementarios	Areas Consideradas
Cereals, Legumes, Tubers, Industrial Crops, Vegetables, Flowers, Fruits, Vines, Vineyard, Nurseries.	Carbonates, Chloride, Copper, Fecal Coliform, Conductivity, Salinity, Chemical Oxygen Demand, COD, Iron, Manganese, Nitrate, Dissolved Oxygen, pH Sodium, Sulphate.	Dose Response, Dose and Response, Dose-response, Noec, Noel, "Threshold Limit Value, TLV.	Plant Sciences, Food Sciences and Technology, Toxicology, Agronomy, Environmental Sciences, Multidisciplinary Agriculture, Biotechnology and Applied Microbiology, Applied Chemistry, Medicinal Chemistry, Soil Science.
<p>Búsqueda: (Carbonates or Chloride or Copper or "fecal coliform" or conductivity or salinity or COD or "chemical oxygen demand" or iron or manganese or nitrate or "dissolved oxygen" or pH or sodium or sulphate) and (cereals or legumes or tubers or industrial crops or vegetables or flowers or fruits or vines or vineyard or nurseries) and ("dose response" or "dose and response" or "dose-response" or Noec or Noel or "Threshold limit value" or TLV)</p>			

Tabla A2. Ganadería

GANADERÍA			
Sectores	Parámetros	Complementarios	Areas Consideradas
Cattle, Animal Husbandry, Sheep, Goat, Horse, Cow.	Ammonium, Arsenic, Cyanide, Copper, Total Coliform, Chromium, Escherichia Coli, Hydrocarburates, Mercury, Ph, Lead.	Dose Response, Dose and Response, Dose-response, Noec, Noel, "Threshold Limit Value, TLV.	Agriculture, Dairy and Animal Science, Food Science & Technology, Veterinary Sciences, Environmental Sciences, Toxicology, Respiratory System, Physiology, Reproductive Biology, Water Resources.
(Ammonium or Arsenic or Cyanide or Copper or "total coliform" or chromium or "Escherichia coli" or hydrocarburates or mercury or pH or lead) and (cattle or "animal husbandry" or sheep or goat or horse or cow) and ("dose response" or "dose and response" or "dose-response" or Noec or Noel or "Threshold limit value" or TLV)			

Tabla A3. Pesca y acuicultura

PESCA Y ACUICULTURA			
Sectores	Parámetros	Complementarios	Areas Consideradas
Artisanal Fisheries, Fishing, Fisheries, Aquaculture.	Ammonium, Copper, Fecal Coliform, BOD, Biochemical Oxygen Demand, Nitrate, Dissolved Oxygen, pH, Suspended Solids, Temperature, Turbidity, Zinc.	Dose Response, Dose and Response, Dose-response, Noec, Noel, "Threshold Limit Value, TLV.	Fisheries, Marine & Freshwater Biology, Biotechnology & Applied Microbiology, Environmental Sciences, Toxicology.
(Ammonium or Copper or "fecal coliform" or BOD or "biochemical oxygen demand" or nitrate or "dissolved oxygen" or pH or "suspended solids" or temperature or turbidity or Zinc) and ("artisanal fisheries" or fishing or fisheries or aquaculture) and ("dose response" or "dose and response" or "dose-response" or Noec or Noel or "Threshold limit value" or TLV)			

Tabla A4. Ecosistema y biodiversidad

ECOSISTEMAS Y BIODIVERSIDAD			
Sectores	Parámetros	Complementarios	Areas Consideradas
Aquatic Ecosystem, Fresh Water, Ecosystem Health, Biodiversity.	Oils and Fat, Copper, Chromium, BOD, Biochemical Oxygen Demand, Phosphorus, Iron, Nickel, Nitrogen, Dissolved Oxygen, pH, Temperature, Zinc.	Dose Response, Dose and Response, Dose-response, Noec, Noel, "Threshold Limit Value, TLV, effect.	All
("Oils and Fat" or Copper or chromium or BOD or "biochemical oxygen demand" or phosphorus or iron or Nickel or nitrogen or "dissolved oxygen" or pH or temperature or Zinc) and ("aquatic ecosystem" or "fresh water" or "ecosystem health") and "fresh water" and ("dose response" or "dose and response" or "dose-response" or Noec or Noel or "Threshold limit value" or TLV or effect)			

Tabla A5. Recreación y turismo

RECREACION Y TURISMO			
Sectores	Parámetros	Complementarios	Areas Consideradas
Recreation, Tourism.	Oils and Fat, Cyanide, Fecal Coliform, Apperent Color, Detergents or SAAM, Escherichia Coli, ph, Suspended Solids.	Dose Response, Dose and Response, Dose-response, Noec, Noel, "Threshold Limit Value, TLV, effect.	All
("Oils and Fat" or Cyanide or "fecal coliform" or "apparent color" or detergents or SAAM or "Escherichia coli" or pH or "suspended solids") and (recreation or tourism) and ("dose response" or "dose and response" or "dose-response" or Noec or Noel or "Threshold limit value" or TLV or effect)			

El listado de revistas que se obtiene de la búsqueda se sistematiza en una base de datos que contiene la siguiente información:

Autor, año, título, Nombre de la revista, volumen, páginas, contenido (relación parámetro -calidad, calidad - productividad o parámetro - productividad), pertinencia (si o no) y argumentación (descripción general del paper y el ámbito de aplicabilidad en el estudio).

Los resultados obtenidos de la búsqueda y revisión bibliográfica se presentan en la Tabla 6 y han sido clasificados por receptor.

Tabla A6. Resultados de la búsqueda y revisión bibliográfica por receptor

Agricultura

Autor	Año	Título	Nombre Revista	Vol.	Páginas	Pertinencia	Argumentación
Bautista-Gallego, J. F. N. Arroyo-Lopez, M. C. Duran-Quintana A. Garrido-Fernandez	2008	Individual effects of sodium, potassium, calcium, and magnesium chloride salts on Lactobacillus pentiosus and Saccharomyces cerevisiae growth	Journal of Food Protection	71	1412-1421	SI	Existe relación de efecto de parámetros en la cinética y dosis respuesta en actividad productiva (fermentación vegetales y olivo), pero no se puede determinar de que fuente provienen los parámetros.
Bungard, R. A. Daly, G. T. McNeil, D. L. Jones, A. V. Morton, J. D.	1997	Clematis vitalba in a New Zealand native forest remnant: does seed germination explain distribution?	New Zealand Journal of Botany	35	525-534	NO	Estudio específico para una especie (Clematis vitalba), no se observa relación con productividad de nuestros rubros.
Cape, J. N.	2003	Effects of airborne volatile organic compounds on plants	Environmental Pollution	122	145-157	NO	El parámetro COV no se observan en el agua, el paper evidencia que no existe suficiente investigación respecto a los efectos de estos compuestos en el largo plazo en la vegetación.
Cirico, T. L. Ornaye, S. T.	2006	Additive or synergetic effects of phenolic compounds on human low density lipoprotein oxidation	Food and Chemical Toxicology	44	510-516	NO	El estudio analiza el efectos de 4 compuestos fenólicos como antioxidante del LDL en el hombre. No tiene relación de efecto negativo.
Cui, Y. J. Zhu, Y. G. Zhai, R. H. Huang, Y. Z. Qiu, Y. Liang, J. Z.	2005	Exposure to metal mixtures and human health impacts in a contaminated area in Nanning, China	Environment International	31	784-790	NO	El estudio realiza un análisis de efectos de mezcla de metales pesados sobre personas en Nanning China, a diferencia de otros estudios que analizan efectos de metales aislados. Concluye con curvas dosis respuestas alteradas, que pueden dar nuevos referentes en la definición de parámetros.
Klose, S. Ajwa, H. A. Browne, G. T. Subbarao, K. V. Martin, F. N. Fennimore, S. A. Westerdahl, B. B.	2008	Dose Response of Weed Seeds, Plant-Parasitic Nematodes, and Pathogens to Twelve Rates of Metam Sodium in a California Soil	Plant Disease	92	1537-1546	NO	Estudio que busca relacionar la efectividad de Sodio N-Metil Ditiocarbamato para el control de algunas hierbas y parasitos en la agricultura
Lozada-Lechuga, J. Villarreal, M. L. Fliniaux, M. A. Bensaddek, L. Mesnard, F. Gutierrez, M. D. Cardoso-Taketa, A. T.	2010	Isolation of jacaranone, a sedative constituent extracted from the flowers of the Mexican tree Ternstroemia pringlei	Journal of Ethnopharmacology	127	551-554	NO	Estudio que busca demostrar la característica sedativa de la planta Ternstroemia pringlei, a traves de curvas dosis respuestas
Pottenger, L. H. Bus, J. S. Gollapudi, B. B.	2007	Genetic toxicity assessment: Employing the best science for human safety evaluation part VI: When salt and sugar and vegetables are positive, how can genotoxicity data serve to inform risk assessment?	Toxicological Sciences	98	327-331	NO	Es un artículo de opinion científico que examina las estrategias en la elección de diseños experimental para datos genotoxicos y entrega sugerencias pertinentes a formular un cambio en ellas mediante la relación con otros datos como son: toxicocineticas y mecanismo genotoxicos

Autor	Año	Título	Nombre Revista	Vol.	Páginas	Pertinencia	Argumentación
Ransom, C. V. Rice, C. A. Ishida, J. K.	2008	Factors Influencing Metham Efficacy on Yellow Nutsedge (Cyperus esculentus) Tubers	Weed Science	56	856-859	NO	Estudio que experimenta la aplicación de metanfetamina en los suelos de Oregon para el control de un tipo de hierba (Cyperus esculentus L)
Teakle, N. L. Real, D. Colmer, T. D.	2006	Growth and ion relations in response to combined salinity and waterlogging in the perennial forage legumes Lotus corniculatus and Lotus tenuis	Plant and Soil	289	369-383	SI	Estudio experimental que busca relacionar concentraciones de cloruro de sodio y tolerancia de anegamiento (waterlogging tolerance) en la especie Lotus tenuis que es una leguminosa perenne. Comparandola con la especie Lotus corniculatus
Wang, Y. King, J. M. Xu, Z. M. Losso, J. Prudente, A.	2008	Lutein from ozone-treated corn retains antimutagenic properties	Journal of Agricultural and Food Chemistry	56	7945 - 7949	NO	Estudio experimental que se realizó determinar la influencia de una ozonización en luteína y proteínas en granos de maíz para determinar el potencial antimutagenico
Zeilmaker, M. J. Bakker, M. I. Schothorst, R. Slob, W.	2010	Risk Assessment of N-nitrosodimethylamine Formed Endogenously after Fish-with-Vegetable Meals	Toxicological Sciences	116	323 - 335	NO	Estudio que busca determinar que el consumo de pescado y vegetales ricos en nitrato puede dar lugar a la formación del carcinogeno genotóxico N-nitrosodimetilamina en el estomago. Se formulo un modelo de la dosis de exposición por estas rutas y una curva dosis respuestas con datos holandeses. No existe la pertinencia porque el efecto es en el ser humano, lo cual no es el objetivo de la Norma de Calidad Secundaria

Ganadería

Autor	Año	Título	Nombre Revista	Vol.	Páginas	Pertinencia	Argumentación
Close, M.; Dann, R.; Ball, A. ; Pirie, R. ; Savill, M. ; Smith, Z.	2008	Microbial groundwater quality and its health implications for a border-strip irrigated dairy farm catchment, South Island, New Zealand	Journal of Water and Health	6	83-98	SI	Debido a la presencia de E.coli y campylobacter en aguas de consumo animal, producto del riego agrícola se estima mediante modelación, dosis/ respuesta en ganado bovino en Nueva Zelanda. Los resultados indican un porcentaje de infección diaria entre un 0,5 a 0,76 %, y por temporada de riego entre 65 y 70% de infección. Se debe extrapolar su efecto en la producción.
Kenow, K. P. ; Grasman, K. A. ; Hines, R. K. ; Meyer, M. W. ; Gendron-Fitzpatrick, A. ; Spalding, M. G. ; Gray, B. R.	2007	Effects of methylmercury exposure on the immune function of juvenile common loons (Gavia immer)	Environmental Toxicology and Chemistry	26	1460-1469	SI	Estudio dosis- respuesta en laboratorio al Hg, asociado a la función inmune en somorgujos, aves de países septentrionales, no presentes en Chile (pero similar al tamaño de un pollo). Si bien se puede extrapolar el efecto del Hg a otras aves de similar tamaño, se requieren de más datos para establecer el impacto en la producción.
Spolders, M. ;Flachowsky, G.	2006	Changed upper levels for trace elements in animal nutrition	Tieraerztliche Umschau	61	142-148	SI	Recomendaciones de niveles de elementos traza metálicos en la dieta de animales domésticos, especialmente de cobre y zinc. A pesar que no se vincula con producción, da información sobre los límites que maneja la UE en la dieta animal.
Hernández,A. J. - Pastor, J.	2008	Relationship between plant biodiversity and heavy metal bioavailability in grasslands overlying an abandoned mine	Environ Geochem Health	30	127-133	SI	Estudio diseñado en un Sierra Guadarrama, España, para establecer una relación entre la biodiversidad vegetal y la biodisponibilidad de elementos traza metálicos en la capa de tierra vegetal. Se estimó un cambio en el índice de Shannon y riqueza de especies.
Black, D. G., and P. M. Davidson	2008	Use of modeling to enhance the microbiological safety of the food system	Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety	7(1)	159-167	NO	No aplica, trata de modelos utilizados para mejorar la seguridad en alimentos.
Brossard, L., F. Chaucheyras-	2006	Dose effect of live yeasts on rumen microbial communities and fermentations during butyric latent acidosis in sheep: new type of	Animal Science	82	829-836	NO	No aplica, trata de dosis efecto de levaduras en comunidades microbinas del rumen de ganado ovino
Campbellthompson, M. L., and A. M. Merritt	1990	BASAL AND PENTAGASTRIN-STIMULATED GASTRIC-SECRETION IN YOUNG HORSES.	American Journal of Physiology	259 (6)	R1259-R1266.	NO	No aplica , se estudia la secreción gástrica en caballos
Cassin, M. H., A. M. Lammerding, E. C. D. Todd, W. Ross, and R. S. McColl.	1998	Quantitative risk assessment for Escherichia coli O157 : H7 in ground beef hamburgers.	International Journal of Food Microbiology	41 (1)	21-44	NO	No aplica, trata de riesgo de Escherichia coli en hamburguesas de carne bovina.
Cehak, A., M. Burmester, F. Geburek, K. Feige, and G. Breves.	2009	Electrophysiological characterization of electrolyte and nutrient transport across the small intestine in horses.	Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition	93 (3)	287-294	NO	No aplica, trata de transporte de electrolitos en intestino delgado de caballos.

Autor	Año	Título	Nombre Revista	Vol.	Páginas	Pertinencia	Argumentación
Chapa, A. M., J. M. Fernandez, T. W. White, L. D. Bunting, L. R. Gentry, J. C. Lovejoy, and K. Q. Owen.	2001	Influence of dietary carnitine in growing sheep fed diets containing non-protein nitrogen.	Small Ruminant Research	40 (1)	13-28	NO	No aplica. Crecimiento de ovinos con dieta de nitrógeno no proteico
Choudhury, S., S. K. Garg, T. U. Singh, and S. K. Mishra.	2010	Cellular coupling of potassium channels with beta(2) adrenoceptors in mediating myometrial relaxation in buffaloes (Bubalus bubalis).	Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics	33 (1)	22-27	NO	No aplica. Canales de potasio en músculo de búfalos
Ebel, E., W. Schlosser, J. Kause, K. Orloski, T. Roberts, C. Narrod, S. Malcolm, M. Coleman, and M. Powell.	2004	Draft risk assessment of the public health of Escherichia coli O157 : H7 in ground beef.	Journal of Food Protection	67 (9)	1991-1999	NO	No aplica. Riesgo en salud pública por contenido de Escherichia coli en carnes
French, C. L., S. S. Yaun, L. A. Baldwin, D. A. Leonard, X. Q. Zhao, and E. J. Calabrese.	1995	POTENCY RANKING OF METHEMOGLOBIN-FORMING AGENTS.	Journal of Applied Toxicology	15 (3)	167-174	NO	No aplica. Agentes formadores de metahemoglobina
Guschlbauer, M., S. Hoppe, F. Geburek, K. Feige, and K. Huber.	2010	In vitro effects of lidocaine on the contractility of equine jejunal smooth muscle challenged by ischaemia-reperfusion injury.	Equine Veterinary Journal	42 (1)	53-58	NO	Efecto de lidocaína en músculos de equinos, no aplica
Inderwies, T., M. W. Pfaffl, and R. M. Bruckmaier.	2003	Milking characteristics and their relation to adrenergic receptor mRNA expression and ligand binding in the mammary gland of dairy cows.	Domestic Animal Endocrinology	25 (3)	275-286	NO	Expresión de ARN mensajero en vacas lecheras, no aplica
Jacobsen, S., T. Toelboell, and P. H. Andersen.	2005	Dose dependency and individual variability in selected clinical, haematological and blood biochemical responses after systemic lipopolysaccharide challenge in cattle.	Veterinary Research	36 (2)	167-178	NO	Dosis de dependencias a lipopolisacáridos en ganado, no aplica
Kabaroff, L. C., A. Rodriguez, M. Quinton, H. Boermans, and N. A. Karrow.	2006	Assessment of the ovine acute phase response and hepatic gene expression in response to Escherichia coli endotoxin.	Veterinary Immunology and Immunopathology	113 (1-2)	113-124	NO	Respuesta en ovinos a endotoxinas de Escherichia Coli
Kennedy, M. C., H. E. Clough, and J. Turner.	2009	Case studies in Bayesian microbial risk assessments.	Environmental Health 8.			NO	Bias en evaluación de riesgo microbiológico. No aplica
Klotz, J. L., L. P. Bush, D. L. Smith, W. D. Shafer, L. L. Smith, A. C. Vevoda, A. M. Craig, B. C. Arrington, and J. R. Strickland.	2006	Assessment of vasoconstrictive potential of D-lysergic acid using an isolated bovine lateral saphenous vein bioassay.	Journal of Animal Science	84 (11)	3167-3175	NO	Evaluación de un vasoconstrictor en bovinos. No aplica

Autor	Año	Título	Nombre Revista	Vol.	Páginas	Pertinencia	Argumentación
Ko, W., A. S. Hawes, W. D. Lazenby, S. E. Calvano, Y. T. Shin, J. A. Zelano, A. C. Antonacci, O. W. Isom, and K. H. Krieger.	1991	MYOCARDIAL REPERFUSION INJURY - PLATELET-ACTIVATING-FACTOR STIMULATES POLYMORPHONUCLEAR LEUKOCYTE HYDROGEN-PEROXIDE PRODUCTION DURING MYOCARDIAL REPERFUSION.	Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery	102 (2)	297-308	NO	Estudio de lesiones al miocardio. No aplica
Kusina, N. T., R. L. Meyer, K. M. Carlson, and J. E. Wheaton.	1995	EFFECTS OF PASSIVE-IMMUNIZATION OF EWES AGAINST AN INHIBIN-PEPTIDE ON GONADOTROPIN-LEVELS, OVULATION RATE, AND PROLIFICACY.	Biology of Reproduction	52 (4)	878-884	NO	Estudio de vacuna en niveles de gonadotropina en ovejas, no aplica
Landin, L., J. A. Lorente, E. Renes, P. Canas, P. Jorge, and D. Liste.	1994	INHIBITION OF NITRIC-OXIDE SYNTHESIS IMPROVES THE VASOCONSTRICTIVE EFFECT OF NORADRENALINE IN SEPSIS.	Chest	106 (1)	250-256	NO	Estudio de mejora en efecto vasoconstrictor inhibiendo producción de óxido nítrico, no aplica
Loveless, S. E., D. Hoban, G. Sykes, S. R. Frame, and N. E. Everds.	2008	Evaluation of the immune system in rats and mice administered linear ammonium perfluorooctanoate.	Toxicological Sciences	105 (1)	86-96	NO	Evaluación de sistema inmune en ratas por administración de perfluorooctanato de amonio, parámetro no evaluado en NSCA
Millis, P. C., J. C. Ng, A. A. Seawright, and D. E. Auer.	1995	KINETICS, DOSE-RESPONSE, TACHYPHYLAXIS AND CROSS-TACHYPHYLAXIS OF VASCULAR LEAKAGE INDUCED BY ENDOTOXIN, ZYMOSAN-ACTIVATED PLASMA AND PLATELET-ACTIVATING-FACTOR IN THE HORSE.	Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics	18 (3)	204-209	NO	Efecto de una endotoxina en caballos, no aplica
Moxley, R. A., D. R. Smith, M. Luebbe, G. E. Erickson, T. J. Klopfenstein, and D. Rogan.	2009	Escherichia coli O157:H7 Vaccine Dose-Effect in Feedlot Cattle.	Foodborne Pathogens and Disease	6 (7)	879-884	NO	Evaluación en ganado de engorde de vacuna contra E. coli
Olsen, G. D.	1995	POTENTIAL MECHANISMS OF COCAINE-INDUCED DEVELOPMENTAL NEUROTOXICITY - A MINIREVIEW.	Neurotoxicology	16 (1)	159-167	NO	Neurotoxicidad de cocaína, parámetro no evaluado en NSCA
Omland, O.	2002	Exposure and respiratory health in farming in temperate zones - A review of the literature.	Annals of Agricultural and Environmental Medicine	9 (2)	119-136	NO	Salud respiratoria en zonas agrícolas templadas
Orringer, E. P., J. S. Brockenbrough, J. A. Whitney, P. S. Glosson, and J. C. Parker.	1991	OKADAIC ACID INHIBITS ACTIVATION OF KCL COTRANSPORT IN RED-BLOOD-CELLS CONTAINING HEMOGLOBIN-S AND HEMOGLOBIN-C.	American Journal of Physiology	261 (4)	C591-C593	NO	Inhibición de transporte de KCl por ácido ocaidaico
Rigatto, H., V. Rehan, R. P. Lemke, N. Idiong, A. Hussain, and D. Cates.	2000	Respiratory pacemaker cells responsive to CO2 in the upper medulla: Dose response and effects of mediators.	Pediatric Pulmonology	30 (5)	359-367	NO	Marcapasos respiratorios sensibles a CO2, no aplica

Autor	Año	Título	Nombre Revista	Vol.	Páginas	Pertinencia	Argumentación
Shirai, J., T. Kanno, Y. Tsuchiya, S. Mitsubayashi, and R. Seki.	2000	Effects of chlorine, iodine, and quaternary ammonium compound disinfectants on several exotic disease viruses.	Journal of Veterinary Medical Science	62 (1)	85-92	NO	Efecto en enfermedades exóticas de cloro, yodo y amonio como desinfectantes
Stephens, T. P., G. H. Loneragan, E. Karunasena, and M. M. Brashears.	2007	Reduction of Escherichia coli O157 and Salmonella in Feces and on hides of feedlot cattle using various doses of a direct-fed microbial.	Journal of Food Protection	70 (10)	2386-2391	NO	Tratamiento para reducir E. coli en ganado de engorde
Strachan, N. J. C., M. P. Doyle, F. Kasuga, O. Rotariu, and I. D. Ogdén.	2005	Dose response modelling of Escherichia coli O157 incorporating data from foodborne and environmental outbreaks.	International Journal of Food Microbiology	103 (1)	35-47	NO	Modelo de respuesta a E. coli con datos ambientales y alimentarios
Voelker, J. A., and M. S. Allen.	2003	Pelleted beet pulp substituted for high-moisture corn: 3. Effects on ruminal fermentation, pH, and microbial protein efficiency in lactating dairy cows.	Journal of Dairy Science	86 (11)	3562-3570	NO	Efectos del maíz con alta humedad en vacas lecheras
Yang, W. Z., B. N. Ametaj, C. Benchaar, and K. A. Beauchemin.	2010	Dose response to cinnamaldehyde supplementation in growing beef heifers: Ruminal and intestinal digestion.	Journal of Animal Science	88 (2)	680-688	NO	Dosis respuesta de cinamaldehído en vaquillas
Yang, W. Z., C. Benchaar, B. N. Ametaj, and K. A. Beauchemin.	2010	Dose response to eugenol supplementation in growing beef cattle: Ruminal fermentation and intestinal digestion.	Animal Feed Science and Technology	158 (1-2)	57-64	NO	Dosis respuesta a dolgenol en ganado bovino
Younts-Dahl, S. M., G. D. Osborn, M. L. Galyean, J. D. Rivera, G. H. Loneragan, and M. M. Brashears.	2005	Reduction of Escherichia coli O157 in finishing beef cattle by various doses of Lactobacillus acidophilus in direct-fed microbials.	Journal of Food Protection	68 (1)	40457	NO	Reducción de E. coli en carnes
Zinn, R. A., M. K. Song, and T. O. Lindsey.	1991	INFLUENCE OF ARDACIN SUPPLEMENTATION ON FEEDLOT PERFORMANCE AND DIGESTIVE FUNCTION OF CATTLE.	Journal of Animal Science	69 (4)	1389-1396	NO	Influencia de ardacina en rendimiento de ganado en engorde.

Pesca y Acuicultura

Autor	Año	Título	Revista	Vol.	Páginas	Pertinencia	Argumentación
Anderson, W. G. ;Booth, R. ;Beddow, T. A. ;McKinley, R. S. ;Finstad, B. ;Okland, F. ;Scruton, D.	1998	Remote monitoring of heart rate as a measure of recovery in angled Atlantic salmon, <i>Salmo salar</i> (L.)	Journal of Hydrobiologia	372	233-240	NO	Sin relación o pertinencia por cuanto el documento aborda el uso de la telemetría del ritmo cardíaco como herramienta para la evaluación de la tasa metabólica en los peces silvestres (salmón).
de Andrade, V. M. ;de Freitas, T. R. O. ;da Silva, J.	2004	Comet assay using mullet (<i>Mugil sp.</i>) and sea catfish (<i>Netuma sp.</i>) erythrocytes for the detection of genotoxic pollutants in aquatic environment	Journal of Research-Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis	560	57-67	NO	Sin relación o pertinencia pues el documento trata sobre la posible aplicación de la prueba del cometa a los eritrocitos de las lisas y bagres de mar, importantes para la industria pesquera. Se discute el daño sobre el ADN por efecto de la temperatura y pro presencia de contaminantes genotoxicos como el metanosulfonato de metilo (MMS).
Heinecke, R. D. ;Buchmann, K.	2009	Control of Ichthyophthirius multifiliis using a combination of water filtration and sodium percarbonate: Dose-response studies	Journal of Aquaculture	288	32-35	NO	Relacionado en cuanto encontrar relaciones parámetro-efecto productivo, pero no pertinente debido a que no corresponde a los parámetros seleccionados para el análisis de los AGIES. El presente trabajo estudia la morbilidad y la mortalidad causadas por infecciones de la piel en el cultivo de peces de agua dulce, debidas al parásito <i>Ichthyophthirius Fouquet 1876</i> . Se estudia el control sobre la presencia del parásito utilizando filtración del agua y/o el uso de químicos (percarbonato de sodio). Se abordan estudios dosis-respuesta del parásito frente a productos químicos.
Huggett, D. B. ;Schlenk, D. ;Griffin, B. R.	2001	Toxicity of copper in an oxic stream sediment receiving aquaculture effluent	Journal: Chemosphere	44	361-367	SI	Está relacionado y tiene pertinencia limitada por cuanto contiene información de la relación del parámetro cobre, seleccionado para el AGIES, con la calidad del agua (efecto sobre fauna acuática (<i>Hyalella azteca</i>) y flora acuática (<i>Typha latifolia</i>)). Considera el cobre presente en sedimento, debido a descarga de riles acuícolas. Se encuentran valores de NOEC (concentración sin efectos observados) y LOEC (menor concentración a la que se observan efectos).
Monteiro, S. M. ;Rocha, E. ;Fontainhas-Fernandes, A. ;Sousa, M.	2008	Quantitative histopathology of <i>Oreochromis niloticus</i> gills after copper exposure	Journal of Fish Biology	73	1376-1392	SI	Está relacionado y tiene pertinencia limitada por cuanto contiene información de la relación del parámetro cobre, seleccionado para el AGIES, con la calidad del agua (cambios histopatológicos de las branquias de juveniles de tilapia del Nilo <i>Oreochromis niloticus</i>). Se analiza el alcance y gravedad de los cambios, a través de relaciones dosis-respuesta y tiempo-respuesta.

Autor	Año	Título	Revista	Vol.	Páginas	Pertinencia	Argumentación
Mylonas, C. C. ;Cardinaletti, G. ;Sigelaki, I. ;Polzonetti-Magni, A.	2005	Comparative efficacy of clove oil and 2-phenoxyethanol as anesthetics in the aquaculture of European sea bass (<i>Dicentrarchus labrax</i>) and gilthead sea bream (<i>Sparus aurata</i>) at different temperatures	Journal of Aquaculture	246	467-481	NO	Sin relación, ni pertinencia por cuanto abordan el uso , en la acuicultura, del aceite de clavo de olor como un anestésico para las especies <i>Dicentrarchus labrax</i> y <i>Sparus aurata</i> . Si bien se encuentran relaciones dosis respuesta no corresponden a parámetros seleccionados para los AGIES.
Schrader, K. K. ;Rimando, A. M. ;Tucker, C. S. ;Glinski, J. ;Cutler, S. J. ;Cutler, H. G.	2004	Evaluation of the natural product SeaKleen for controlling the musty-odor-producing cyanobacterium <i>Oscillatoria perornata</i> in catfish ponds	North American Journal of Aquaculture	66	20-28	NO	Sin relación, sin pertinencia, por cuanto no corresponde a parámetro seleccionado para los AGIES. Se estudia el potencial uso de un producto natural (SeaKleen) como algicida en la acuicultura comercial del bagre.
Van Trung, D. ;Bart, A.	2007	Controlled reproduction of an important indigenous fish species, <i>Spinibarbus denticulatus</i> (Oshima, 1926), in Southeast Asia	Aquaculture Research	38	441-451	NO	No tiene relación, ni pertinencia por cuanto el trabajo trata del uso de hormonas para incrementar la reproducción en acuicultura de la especie <i>denticulatus Spinibarbus</i> , una especie de peces indígenas de Vietnam del Norte y China. No corresponde a ningún parámetro definido para los AGIES.

Ecosistemas y Biodiversidad

Autor	Año	Título	Revista	Vol.	Páginas	Pertinencia	Argumentación
Roussel H., Sandrine Joachim, Sylvain Lamothe, Oliver Palluel, Laury Gauthierey Jean-Marc Bonzon	2007	A long-term copper exposure on freshwater ecosystem using lotic mesocosm. Individual and population responses of three-spined sticklebacks	Aquatic toxicology	82	272-280	SI	Los efectos de la concentración de cobre en el agua afecta en forma diferente a los peces dependiendo del sexo y del estado de desarrollo, teniendo el metal un efecto indirecto en el resto del ecosistema.
J.N Bhakta y Y. Munekege	2008	Role of ecosystem components in Cd removal process of aquatic ecosystem	Ecological Engineering	32	274-280	SI	Las tasas de eliminación del Cd son variables ya que dependen de los componentes del ecosistema, ya que el tratamiento con cinco componentes presenta la tasa más óptima de remoción del Cd
Bossuyt, B. T. A. ; Muyssen, B. T. A. ; Janssen, C. R.	2005	Relevance of generic and site-specific species sensitivity distributions in the current risk assessment procedures for copper and zinc	Environmental Toxicology and Chemistry	24	470-478	SI	La sensibilidad al cobre y al zinc de las poblaciones de cladóceros diferentes, es similar entre los sistemas acuáticos y no depende de la composición de especies
Burt, A.; Maher, W., ; Roach, A., Krikowa, F.; Honkoop, P.; Bayne, B	2007	The accumulation of Zn, Se, Cd, and Pb and physiological condition of <i>Anadara trapezia</i> transplanted to a contamination gradient in Lake Macquarie, New South Wales, Australia	Marine Environmental Research	64	54-78	SI	Existe relación entre la concentración de metales en sedimentos (Zn, Cd y Pb) y las concentraciones encontradas en los tejidos de los berberechos. El selenio no se traspasaría en forma directa desde los sedimentos a los tejidos.
Brougher, D. S.; Douglass, L. W.; Soares, J. H.	2004	A comparative study of the dietary lysine requirement of juvenile striped bass <i>Morone saxatilis</i> and sunshine bass <i>M. chrysops</i> x <i>M. saxatilis</i>	Journal of the World Aquaculture Society	35	143-158	NO	No es pertinente por el tema tratado, ya que habla de la ingesta de lisina en la dieta.
Craig, D. L. ; Fallowfield, H. J.; Cromar, N. J.	2003	Effectiveness of guideline faecal indicator organism values in estimation of exposure risk at recreational coastal sites	Water Science and Technology	47	191-198	SI	Sugiere que los sedimentos pueden actuar como reservorio de microorganismos patógenos liberados en el medio ambiente costero durante la actividad recreativa. En las aguas de muy mala calidad, con sujeción a la contaminación por coliformes fecales (10 ⁶ UFC/100 ml), la probabilidad máxima de la infección por el día de la liberación accidental estaba por encima de 2,0 x 10 ⁻¹ y se mantuvo por encima de 1 x 10 ⁻³ para los tres días siguientes a la alta concentración inicial

Autor	Año	Título	Revista	Vol.	Páginas	Pertinencia	Argumentación
Chao, M. R.; Chen, C. Y.	2000	Effects of inoculum's mean cell volume on algal toxicity tests	Water Science and Technology	42	291-296	NO	No es pertinente ya que se preocupa de los inoculos en las pruebas de toxicidad
Dekker, T.; Greve, G. D. Ter Laak, T. L.; Boivin, M. E.; Veuger, B.; Gortzak, G.; Dumfries, S.; Lucker, S. M. G.; Kraak, M. H. S.; Admiraal, W.; van der Geest, H. G.	2006	Development and application of a sediment toxicity test using the benthic cladoceran Chydorus sphaericus	Environmental Pollution	140	231-238	SI	Se observó una correlación negativa significativa entre la supervivencia y las concentraciones de tóxicos se observó. Se concluye que la prueba desarrollada en el presente estudio, utilizando el cladóceros bentónicos sphaericus C es adecuado para los ensayos de toxicidad de laboratorio de rutina de sedimentos
de Lafontaine, Y.; Despatie, S. P.; Wiley, C.	2008	Effectiveness and potential toxicological impact of the PERACLEAN (R) Ocean ballast water treatment technology	Ecotoxicology and Environmental Safety	71	355-369	SI	El PERACLEAN (R) el tratamiento Mar puede representar una tecnología eficaz para el tratamiento de las aguas de lastre en un amplio rango de condiciones de temperatura y salinidad. La descarga de aguas frescas tratadas sin embargo puede plantear algún riesgo toxicológico para el agua dulce que reciben los entornos y las aguas frías en particular
Di Toro, D. M.; McGrath, J. A.; Hansen, D. J.; Berry, W. J.; Paquin, P. R.; Mathew, R.; Wu, K. B.; Santore, R. C.	2005	Predicting sediment metal toxicity using a sediment biotic ligand model: Methodology and initial application	Environmental Toxicology and Chemistry	24	2410-2427	SI	Esta aplicación inicial demuestra claramente que la BLM se puede utilizar para predecir las concentraciones de sedimentos tóxicos sin modelar la química del agua intersticial
Diamond, J. M.; Mackler, D. G.; Rasnake, W. J.; Gruber, D.	1993	DERIVATION OF SITE-SPECIFIC AMMONIA CRITERIA FOR AN EFFLUENT-DOMINATED HEADWATER STREAM	Environmental Toxicology and Chemistry	12	649-658	NO	Este estudio sugiere que la ACR desarrollada por los EE.UU. Agencia de Protección Ambiental (EPA) para el calentamiento de las corrientes de agua puede ser demasiado conservador para los muy pequeños arroyos en los que la diversidad de especies es naturalmente baja
Engin, B.; Kapan-Yesilyurt, S.; Taner, G.; Demirtas, H.; Eken, M.	2006	ESR dating of Soma (Manisa, West Anatolia - Turkey) fossil gastropoda shells	Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B-Beam Interactions with Materials	243	397-406	NO	No viene al caso. Técnica para determinar edad en gasterópodos fósiles

Autor	Año	Título	Revista	Vol.	Páginas	Pertinencia	Argumentación
Forster, I.; Higgs, D. A.; Dosanjh, B. S.; Rowshandeli, M.; Parr, J.	1999	Potential for dietary phytase to improve the nutritive value of canola protein concentrate and decrease phosphorus output in rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) held in 11 degrees C fresh water	Aquaculture	179	109-125	NO	Este estudio evaluó el potencial para el uso de fitasa la dieta para mejorar el valor nutritivo de concentrado de proteína de canola (CPC) para la trucha arco iris, y reducir al mínimo concomitante de descarga de fósforo en el medio ambiente
Hogan, A. C.; van Dam, R. A.; Houston, M. A.; Harford, A. J.; Nou, S.	2010	Uranium Exposure to the Tropical Duckweed <i>Lemna aequinoctialis</i> and Pulmonate Snail <i>Amerianna cumingi</i> : Fate and Toxicity	Archives of Environmental Contamination and Toxicology	59	204-215	NO	Relaciona como el uranio puede actuar en los diferentes componentes de ecosistema
Holdway, D. A.; Lok, K.; Semaan, M.	2001	The acute and chronic toxicity of cadmium and zinc to two hydra species	Environmental Toxicology	16	557-565	SI	Los resultados mostraron que tanto la especie de hidra fueron más sensibles al cadmio que al zinc, y que la hidra verde fueron más sensibles que la hidra de color rosa.
Janssen, C. R., Persoone, G.; Snell, T. W.	1994	CYST-BASED TOXICITY TESTS .8. SHORT-CHRONIC TOXICITY TESTS WITH THE FRESH-WATER ROTIFER <i>BRACHIONUS-CALCIFLORUS</i>	Aquatic Toxicology	28	243-258	SI	Se establece pruebas de toxicidad mas cortas que facilitan el trabajo para pobar la toxicidad de los elementos en agua dulce
Janssen, C. R.; Ferrando, M. D.; Persoone, G.	1994	ECOTOXICOLOGICAL STUDIES WITH THE FRESH-WATER ROTIFER <i>BRACHIONUS-CALYCIFLORUS</i> .4. ROTIFER BEHAVIOR AS A SENSITIVE AND RAPID SUBLETHAL TEST CRITERION	Ecotoxicology and Environmental Safety	28	244-255	SI	Se realizan bioensayos para ver el efecto de sustancias toxicas en el ecosistema ,mediante bioensayos
Khan, A.; Kent, D.; Barbieri, J.; Khan, S.	1992	CHRONIC TOXICITY OF A FLUORIDE MIXTURE TO FRESH-WATER ORGANISMS	Water Science and Technology	26	2353-2356	SI	Se observa el efecto de soluciones contaminantes en el ciclo de vida de dos organismos de agua dulce
Kolanczyk, R. C.; Schmieder, P. K.	2002	Rate and capacity of hepatic microsomal ring-hydroxylation of phenol to hydroquinone and catechol in rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Toxicology	176	77-90	SI	Estos experimentos evaluar las posibilidades de bioactivación metabólica en los peces a través de la cuantificación directa de la supuesta metabolitos reactivos en el bajo, pero de importancia toxicológica, las concentraciones de químicos que se encuentran en los organismos acuáticos. Este trabajo inicia una serie de estudios para comparar vía de activación, la velocidad y capacidad a través de las especies de peces, proporcionando una base para el desarrollo de modelos de respuesta con base biológica de la dosis en diversas especies.

Autor	Año	Título	Revista	Vol.	Páginas	Pertinencia	Argumentación
Kopruca, K.; Aydin, R.	2004	The toxic effects of pyrethroid deltamethrin on the common carp (<i>Cyprinus carpio</i> L.) embryos and larvae	Pesticide Biochemistry and Physiology	80	47-53	SI	Los resultados demuestran que la contaminación del pesticida puede tener un efecto adverso sobre la reproducción y el desarrollo de la carpa, que deben ser considerados cuando este producto químico se utiliza en las zonas agrícolas cerca de los ecosistemas acuáticos
Landman, M. J.; van den Heuvel, M. R.; Finley, M.; Bannon, H. J.; Ling, N.	2006	Combined effects of pulp and paper effluent, dehydroabietic acid, and hypoxia on swimming performance, metabolism, and hematology of rainbow trout	Ecotoxicology and Environmental Safety	65	314-322	SI	El estudio demostró los efectos fisiológicos en la trucha arco iris expuestos a diferentes concentraciones (15-70% v/v) de una TMP / BKME y ningún efecto sustancial de la exposición DHAA. Con la excepción de la reducción de rendimiento en natación en los peces expuestos a TMP / BKME, los efectos observados se consideran relativamente pequeño en magnitud, pero se están produciendo en las concentraciones de los efluentes que se producen en el medio receptor
Lemairegony, S.; Mayergostan, N.	1994	IN-VITRO DOSE-RESPONSE STUDY OF THE EFFECT OF CADMIUM ON EEL (<i>ANGUILLA-ANGUILLA</i>) GILL $Na^+/K^+-ATPASE$ ACTIVITY	Ecotoxicology and Environmental Safety	28	43-52	NO	Se observan los efectos de cadmio en los intercambios de iones de metal en el pescado
Loayza-Muro, R.; Elias-Letts, R.	2007	Responses of the mussel <i>Anodontites trapesialis</i> (Unionidae) to environmental stressors: Effect of pH, temperature and metals on filtration rate	Environmental Pollution	149	209-215	NO	Trara de los efectos de algunos parametros ambientales a la fisiología del un mejillon de agua dulce
Magara, Y.; Tabata, A.; Kohki, M.; Lyimo, T. J.; Kawasaki, M.; Hirose, M.	1998	Development of boron reduction system for sea water desalination	Desalination	118	25-33	NO	No viene al caso por que trata el Efecto del boro en plantas de ósmosis inversa
Mamboya, F.; Landberg, T.; Bjork, M.	2009	Influence of combined changes in salinity and copper modulation on growth and copper uptake in the tropical green macroalga <i>Ulva reticulata</i>	Estuarine Coastal and Shelf Science	84	326-330	NO	No pertinente, ya que es especie de aguas de mar
Moller, V.; Forbes, V. E.; Depledge, M. H.	1994	INFLUENCE OF ACCLIMATION AND EXPOSURE TEMPERATURE ON THE ACUTE TOXICITY OF CADMIUM TO THE FRESH-WATER SNAIL <i>POTAMOPYRGUS-ANTIPODARUM</i> (HYDROBIIDAE)	Environmental Toxicology and Chemistry	13	1519-1524	SI	Los resultados indican que los cambios en las variables ambientales pueden alterar tanto el grado de respuesta y la distribución de respuesta de una población, y el pasado que, además de las condiciones ambientales pueden influir en las respuestas orgánicas a los tóxicos

Autor	Año	Título	Revista	Vol.	Páginas	Pertinencia	Argumentación
Poovey, A. G.; Slade, J. G.; Netherland, M. D.	2007	Susceptibility of Eurasian watermilfoil (<i>Myriophyllum spicatum</i>) and a milfoil hybrid (<i>M. spicatum</i> x <i>M. sibiricum</i>) to Triclopyr and 2,4-D amine	Journal of Aquatic Plant Management	46	111-115	NO	Efectos de los herbicidas en ecosistemas acuáticos
Roman, Y. E.; De Schampelaere, K. A. C.; Nguyen, L. T. H.; Janssen, C. R.	2007	Chronic toxicity of copper to five benthic invertebrates in laboratory-formulated sediment: Sensitivity comparison and preliminary risk assessment	Science of the Total Environment	387	128-140	NO	Efecto del cobre del sedimento en cinco organismos bentónicos
Schafer, H.; Hettler, H.; Fritsche, U.; Pitzten, G.; Roderer, G.; Wenzel, A.	1994	BIOTESTS USING UNICELLULAR ALGAE AND CILIATES FOR PREDICTING LONG-TERM EFFECTS OF TOXICANTS	Ecotoxicology and Environmental Safety	27	64-81	NO	Se determinan efectos a largo plazo de algunas sustancias químicas en componentes del ecosistema
Smit, C. E.; Schouten, A. J.; Van den Brink, P. J.; van Esbroek, M. L. P.; Posthuma, L.	2002	Effects of zinc contamination on a natural nematode community in outdoor soil mesocosms	Archives of Environmental Contamination and Toxicology	42	205-212	NO	Los objetivos del estudio fueron describir y cuantificar los cambios en la densidad de taxa de nematodos por separado y nematodos total, y los cambios en el número de taxones, diversidad de especies, la maduración de la comunidad, y la composición de especies en respuesta a la exposición de zinc con el tiempo,
Sorensen, M. T.; Conder, J. M.; Fuchsman, P. C.; Martello, L. B.; Wenning, R. J.	2007	Using a sediment quality triad approach to evaluate benthic toxicity in the lower Hackensack river, New Jersey	Archives of Environmental Contamination and Toxicology	53	36-49	SI	El estudio refuerza el valor de la utilización de varias líneas de evidencia enfoques como el SQT y la importancia de aumentar los análisis químicos y biológicos con el modelado y / u otros enfoques para evaluar la biodisponibilidad y la toxicidad química de los sedimentos.
Spurgeon, D. J.; Lofts, S.; Hankard, P. K.; McLellan, D.; Fishwick, S.; Svendsen, C.	2006	Effect of pH on metal speciation and resulting metal uptake and toxicity for earthworms	Environmental Toxicology and Chemistry	25	788-796	NO	No pertinente porque es de suelo no agua
Taylor, E. J.; Blockwell, S. J.; Maund, S. J.; Pascoe, D.	1993	EFFECTS OF LINDANE ON THE LIFE-CYCLE OF A FRESH-WATER MACROINVERTEBRATE CHIRONOMUS-RIPARIUS MEIGEN (INSECTA, DIPTERA)	Archives of Environmental Contamination and Toxicology	24	145-150	NO	Se observa el efecto del contaminante sobre el ciclo de vida de la especie

Autor	Año	Título	Revista	Vol.	Páginas	Pertinencia	Argumentación
Thomaz, S. M.; Chambers, P. A.; Pierini, S. A.; Pereira, G.	2007	Effects of phosphorus and nitrogen amendments on the growth of Egeria najas	Aquatic Botany	86	191-196	NO	Estos resultados indican que E. najas, al menos en las etapas iniciales de desarrollo, responde a las enmiendas de nutrientes y sedimentos se basa en los sedimentos del fondo para cumplir con sus requerimientos de P y N y que por lo menos dos ecosistemas brasileños, el crecimiento de esta especie no es limitada por los sedimentos insuficientes N o P. Por lo tanto, la reducción de N y P en el agua no es suficiente para controlar el crecimiento de E. najas en cortos períodos de tiempo en estos ecosistemas
Zheng, B. Y., Hwang, H. M., Yu, H., Ekunwe, S.	2004	DNA damage produced in HaCaT cells by combined fluoranthene exposure and ultraviolet A irradiation	Environmental and Molecular Mutagenesis	44	151-155	NO	No a lugar

Bibliografía asociada a la construcción de IAU

Agricultura

- Bautista-Gallego, J., F. N. Arroyo-Lopez, M. C. Duran-Quintana, and A. Garrido-Fernandez. 2008. Individual effects of sodium, potassium, calcium, and magnesium chloride salts on *Lactobacillus pentiosus* and *Saccharomyces cerevisiae* growth. *Journal of Food Protection* 71 (7):1412-1421.
- Bungard, R. A., G. T. Daly, D. L. McNeil, A. V. Jones, and J. D. Morton. 1997. *Clematis vitalba* in a New Zealand native forest remnant: does seed germination explain distribution? *New Zealand Journal of Botany* 35 (4):525-534.
- Cape, J. N. 2003. Effects of airborne volatile organic compounds on plants. *Environmental Pollution* 122 (1):145-157.
- Cirico, T. L., and S. T. Ornaye. 2006. Additive or synergetic effects of phenolic compounds on human low density lipoprotein oxidation. *Food and Chemical Toxicology* 44 (4):510-516.
- Cui, Y. J., Y. G. Zhu, R. H. Zhai, Y. Z. Huang, Y. Qiu, and J. Z. Liang. 2005. Exposure to metal mixtures and human health impacts in a contaminated area in Nanning, China. *Environment International* 31 (6):784-790.
- Klose, S., H. A. Ajwa, G. T. Browne, K. V. Subbarao, F. N. Martin, S. A. Fennimore, and B. B. Westerdahl. 2008. Dose Response of Weed Seeds, Plant-Parasitic Nematodes, and Pathogens to Twelve Rates of Metam Sodium in a California Soil. *Plant Disease* 92 (11):1537-1546.
- Lozada-Lechuga, J., M. L. Villarreal, M. A. Fliniaux, L. Bensaddek, F. Mesnard, M. D. Gutierrez, and A. T. Cardoso-Taketa. 2010. Isolation of jacaranone, a sedative constituent extracted from the flowers of the Mexican tree *Ternstroemia pringlei*. *Journal of Ethnopharmacology* 127 (2):551-554.
- Pottenger, L. H., J. S. Bus, and B. B. Gollapudi. 2007. Genetic toxicity assessment: Employing the best science for human safety evaluation part VI: When salt and sugar and vegetables are positive, how can genotoxicity data serve to inform risk assessment? *Toxicological Sciences* 98 (2):327-331.
- Ransom, C. V., C. A. Rice, and J. K. Ishida. 2008. Factors Influencing Metham Efficacy on Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) Tubers. *Weed Science* 56 (6):856-859.
- Teakle, N. L., D. Real, and T. D. Colmer. 2006. Growth and ion relations in response to combined salinity and waterlogging in the perennial forage legumes *Lotus corniculatus* and *Lotus tenuis*. *Plant and Soil* 289 (1-2):369-383.
- Wang, Y., J. M. King, Z. M. Xu, J. Losso, and A. Prudente. 2008. Lutein from ozone-treated corn retains antimutagenic properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56 (17):7942-7949.
- Zeilmaker, M. J., M. I. Bakker, R. Schothorst, and W. Slob. 2010. Risk Assessment of N-nitrosodimethylamine Formed Endogenously after Fish-with-Vegetable Meals.

Ganadería

- Black, D. G., and P. M. Davidson. 2008. Use of modeling to enhance the microbiological safety of the food system. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 7 (1):159-167.
- Brossard, L., F. Chaucheyras-Durand, B. Michalet-Doreaul, and C. Martin. 2006. Dose effect of live yeasts on rumen microbial communities and fermentations during butyric latent acidosis in sheep: new type of interaction. *Animal Science* 82:829-836.
- Campbellthompson, M. L., and A. M. Merritt. 1990. BASAL AND PENTAGASTRIN-STIMULATED GASTRIC-SECRETION IN YOUNG HORSES. *American Journal of Physiology* 259 (6):R1259-R1266.
- Cassin, M. H., A. M. Lammerding, E. C. D. Todd, W. Ross, and R. S. McColl. 1998. Quantitative risk assessment for Escherichia coli O157 : H7 in ground beef hamburgers. *International Journal of Food Microbiology* 41 (1):21-44.
- Cihak, A., M. Burmester, F. Geburek, K. Feige, and G. Breves. 2009. Electrophysiological characterization of electrolyte and nutrient transport across the small intestine in horses. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 93 (3):287-294.
- Chapa, A. M., J. M. Fernandez, T. W. White, L. D. Bunting, L. R. Gentry, J. C. Lovejoy, and K. Q. Owen. 2001. Influence of dietary carnitine in growing sheep fed diets containing non-protein nitrogen. *Small Ruminant Research* 40 (1):13-28.
- Choudhury, S., S. K. Garg, T. U. Singh, and S. K. Mishra. 2010. Cellular coupling of potassium channels with beta(2) adrenoceptors in mediating myometrial relaxation in buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics* 33 (1):22-27.
- Close, M., R. Dann, A. Ball, R. Pirie, M. Savill, and Z. Smith. 2008. Microbial groundwater quality and its health implications for a border-strip irrigated dairy farm catchment, South Island, New Zealand. *Journal of Water and Health* 6 (1):83-98.
- Dahms, S. 2003. Assessment and validation of dose-response relationships in food risk analyses. *Fleischwirtschaft* 83 (3):145-148.
- Ebel, E., W. Schlosser, J. Kaese, K. Orloski, T. Roberts, C. Narrod, S. Malcolm, M. Coleman, and M. Powell. 2004. Draft risk assessment of the public health of Escherichia coli O157 : H7 in ground beef. *Journal of Food Protection* 67 (9):1991-1999.
- French, C. L., S. S. Yaun, L. A. Baldwin, D. A. Leonard, X. Q. Zhao, and E. J. Calabrese. 1995. POTENCY RANKING OF METHEMOGLOBIN-FORMING AGENTS. *Journal of Applied Toxicology* 15 (3):167-174.
- Guschlbauer, M., S. Hoppe, F. Geburek, K. Feige, and K. Huber. 2010. In vitro effects of lidocaine on the contractility of equine jejunal smooth muscle challenged by

- ischaemia-reperfusion injury. *Equine Veterinary Journal* 42 (1):53-58.
- Inderwies, T., M. W. Pfaffl, and R. M. Bruckmaier. 2003. Milking characteristics and their relation to adrenergic receptor mRNA expression and ligand binding in the mammary gland of dairy cows. *Domestic Animal Endocrinology* 25 (3):275-286.
- Jacobsen, S., T. Toelboell, and P. H. Andersen. 2005. Dose dependency and individual variability in selected clinical, haematological and blood biochemical responses after systemic lipopolysaccharide challenge in cattle. *Veterinary Research* 36 (2):167-178.
- Kabaroff, L. C., A. Rodriguez, M. Quinton, H. Boermans, and N. A. Karrow. 2006. Assessment of the ovine acute phase response and hepatic gene expression in response to *Escherichia coli* endotoxin. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 113 (1-2):113-124.
- Kennedy, M. C., H. E. Clough, and J. Turner. 2009. Case studies in Bayesian microbial risk assessments. *Environmental Health* 8.
- Kenow, K. P., K. A. Grasman, R. K. Hines, M. W. Meyer, A. Gendron-Fitzpatrick, M. G. Spalding, and B. R. Gray. 2007. Effects of methylmercury exposure on the immune function of juvenile common loons (*Gavia immer*). *Environmental Toxicology and Chemistry* 26 (7):1460-1469.
- Klotz, J. L., L. P. Bush, D. L. Smith, W. D. Shafer, L. L. Smith, A. C. Vevoda, A. M. Craig, B. C. Arrington, and J. R. Strickland. 2006. Assessment of vasoconstrictive potential of D-lysergic acid using an isolated bovine lateral saphenous vein bioassay. *Journal of Animal Science* 84 (11):3167-3175.
- Ko, W., A. S. Hawes, W. D. Lazenby, S. E. Calvano, Y. T. Shin, J. A. Zelano, A. C. Antonacci, O. W. Isom, and K. H. Krieger. 1991. MYOCARDIAL REPERFUSION INJURY - PLATELET-ACTIVATING-FACTOR STIMULATES POLYMORPHONUCLEAR LEUKOCYTE HYDROGEN-PEROXIDE PRODUCTION DURING MYOCARDIAL REPERFUSION. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 102 (2):297-308.
- Kusina, N. T., R. L. Meyer, K. M. Carlson, and J. E. Wheaton. 1995. EFFECTS OF PASSIVE-IMMUNIZATION OF EWES AGAINST AN INHIBIN-PEPTIDE ON GONADOTROPIN-LEVELS, OVULATION RATE, AND PROLIFICACY. *Biology of Reproduction* 52 (4):878-884.
- Landin, L., J. A. Lorente, E. Renes, P. Canas, P. Jorge, and D. Liste. 1994. INHIBITION OF NITRIC-OXIDE SYNTHESIS IMPROVES THE VASOCONSTRICTIVE EFFECT OF NORADRENALINE IN SEPSIS. *Chest* 106 (1):250-256.
- Loveless, S. E., D. Hoban, G. Sykes, S. R. Frame, and N. E. Everds. 2008. Evaluation of the immune system in rats and mice administered linear ammonium perfluorooctanoate. *Toxicological Sciences* 105 (1):86-96.
- Millis, P. C., J. C. Ng, A. A. Seawright, and D. E. Auer. 1995. KINETICS, DOSE-RESPONSE, TACHYPHYLAXIS AND CROSS-TACHYPHYLAXIS OF VASCULAR LEAKAGE INDUCED BY ENDOTOXIN, ZYMOSAN-ACTIVATED PLASMA AND PLATELET-ACTIVATING-FACTOR IN THE

- HORSE. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics* 18 (3):204-209.
- Moxley, R. A., D. R. Smith, M. Luebbe, G. E. Erickson, T. J. Klopfenstein, and D. Rogan. 2009. Escherichia coli O157:H7 Vaccine Dose-Effect in Feedlot Cattle. *Foodborne Pathogens and Disease* 6 (7):879-884.
- Olsen, G. D. 1995. POTENTIAL MECHANISMS OF COCAINE-INDUCED DEVELOPMENTAL NEUROTOXICITY - A MINIREVIEW. *Neurotoxicology* 16 (1):159-167.
- Omland, O. 2002. Exposure and respiratory health in farming in temperate zones - A review of the literature. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 9 (2):119-136.
- Orringer, E. P., J. S. Brockenbrough, J. A. Whitney, P. S. Glosson, and J. C. Parker. 1991. OKADAIC ACID INHIBITS ACTIVATION OF K-CL COTRANSPORT IN RED-BLOOD-CELLS CONTAINING HEMOGLOBIN-S AND HEMOGLOBIN-C. *American Journal of Physiology* 261 (4):C591-C593.
- Rigatto, H., V. Rehan, R. P. Lemke, N. Idiong, A. Hussain, and D. Cates. 2000. Respiratory pacemaker cells responsive to CO₂ in the upper medulla: Dose response and effects of mediators. *Pediatric Pulmonology* 30 (5):359-367.
- Shirai, J., T. Kanno, Y. Tsuchiya, S. Mitsubayashi, and R. Seki. 2000. Effects of chlorine, iodine, and quaternary ammonium compound disinfectants on several exotic disease viruses. *Journal of Veterinary Medical Science* 62 (1):85-92.
- Spolders, M., and G. Flachowsky. 2006. Changed upper levels for trace elements in animal nutrition. *Tieraerztliche Umschau* 61 (3):142-148.
- Stephens, T. P., G. H. Loneragan, E. Karunasena, and M. M. Brashears. 2007. Reduction of Escherichia coli O157 and Salmonella in Feces and on hides of feedlot cattle using various doses of a direct-fed microbial. *Journal of Food Protection* 70 (10):2386-2391.
- Strachan, N. J. C., M. P. Doyle, F. Kasuga, O. Rotariu, and I. D. Ogden. 2005. Dose response modelling of Escherichia coli O157 incorporating data from foodborne and environmental outbreaks. *International Journal of Food Microbiology* 103 (1):35-47.
- Voelker, J. A., and M. S. Allen. 2003. Pelleted beet pulp substituted for high-moisture corn: 3. Effects on ruminal fermentation, pH, and microbial protein efficiency in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86 (11):3562-3570.
- Yang, W. Z., B. N. Ametaj, C. Benchaar, and K. A. Beauchemin. 2010. Dose response to cinnamaldehyde supplementation in growing beef heifers: Ruminal and intestinal digestion. *Journal of Animal Science* 88 (2):680-688.
- Yang, W. Z., C. Benchaar, B. N. Ametaj, and K. A. Beauchemin. 2010. Dose response to eugenol supplementation in growing beef cattle: Ruminal fermentation and intestinal digestion. *Animal Feed Science and Technology* 158 (1-2):57-64.
- Younts-Dahl, S. M., G. D. Osborn, M. L. Galyean, J. D. Rivera, G. H. Loneragan, and M. M. Brashears. 2005. Reduction of Escherichia coli O157 in finishing beef cattle by

various doses of *Lactobacillus acidophilus* in direct-fed microbials. *Journal of Food Protection* 68 (1):6-10.

Zinn, R. A., M. K. Song, and T. O. Lindsey. 1991. INFLUENCE OF ARDACIN SUPPLEMENTATION ON FEEDLOT PERFORMANCE AND DIGESTIVE FUNCTION OF CATTLE. *Journal of Animal Science* 69 (4):1389-1396.

Pesca y Acuicultura

Anderson, W. G., R. Booth, T. A. Beddow, R. S. McKinley, B. Finstad, F. Okland, and D. Scruton. 1998. Remote monitoring of heart rate as a measure of recovery in angled Atlantic salmon, *Salmo salar* (L.). *Hydrobiologia* 372:233-240.

de Andrade, V. M., T. R. O. de Freitas, and J. da Silva. 2004. Comet assay using mullet (*Mugil* sp.) and sea catfish (*Netuma* sp.) erythrocytes for the detection of genotoxic pollutants in aquatic environment. *Mutation Research-Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 560 (1):57-67.

Heinecke, R. D., and K. Buchmann. 2009. Control of *Ichthyophthirius multifiliis* using a combination of water filtration and sodium percarbonate: Dose-response studies. *Aquaculture* 288 (1-2):32-35.

Huggett, D. B., D. Schlenk, and B. R. Griffin. 2001. Toxicity of copper in an oxic stream sediment receiving aquaculture effluent. *Chemosphere* 44 (3):361-367.

Monteiro, S. M., E. Rocha, A. Fontainhas-Fernandes, and M. Sousa. 2008. Quantitative histopathology of *Oreochromis niloticus* gills after copper exposure. *Journal of Fish Biology* 73 (6):1376-1392.

Mylonas, C. C., G. Cardinaletti, I. Sigelaki, and A. Polzonetti-Magni. 2005. Comparative efficacy of clove oil and 2-phenoxyethanol as anesthetics in the aquaculture of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and gilthead sea bream (*Sparus aurata*) at different temperatures. *Aquaculture* 246 (1-4):467-481.

Schrader, K. K., A. M. Rimando, C. S. Tucker, J. Glinski, S. J. Cutler, and H. G. Cutler. 2004. Evaluation of the natural product SeaKleen for controlling the musty-odor-producing cyanobacterium *Oscillatoria perornata* in catfish ponds. *North American Journal of Aquaculture* 66 (1):20-28.

Van Trung, D., and A. Bart. 2007. Controlled reproduction of an important indigenous fish species, *Spinibarbus denticulatus* (Oshima, 1926), in Southeast Asia. *Aquaculture Research* 38 (5):441-451.

Ecosistemas y Biodiversidad

Bossuyt, B. T. A., B. T. A. Muysen, and C. R. Janssen. 2005. Relevance of generic and site-specific species sensitivity distributions in the current risk assessment procedures for copper and zinc. *Environmental Toxicology and Chemistry* 24 (2):470-478.

Brougher, D. S., L. W. Douglass, and J. H. Soares. 2004. A comparative study of the

- dietary lysine requirement of juvenile striped bass *Morone saxatilis* and sunshine bass *M-chrysops* x *M-saxatilis*. *Journal of the World Aquaculture Society* 35 (2):143-158.
- Burt, A., W. Maher, A. Roach, F. Krikowa, P. Honkoop, and B. Bayne. 2007. The accumulation of Zn, Se, Cd, and Pb and physiological condition of *Anadara trapezia* transplanted to a contamination gradient in Lake Macquarie, New South Wales, Australia. *Marine Environmental Research* 64 (1):54-78.
- Chao, M. R., and C. Y. Chen. 2000. Effects of inoculum's mean cell volume on algal toxicity tests. *Water Science and Technology* 42 (7-8):291-296.
- Craig, D. L., H. J. Fallowfield, and N. J. Cromar. 2003. Effectiveness of guideline faecal indicator organism values in estimation of exposure risk at recreational coastal sites. *Water Science and Technology* 47 (3):191-198.
- de Lafontaine, Y., S. P. Despatie, and C. Wiley. 2008. Effectiveness and potential toxicological impact of the PERACLEAN (R) Ocean ballast water treatment technology. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 71 (2):355-369.
- Dekker, T., G. D. Greve, T. L. Ter Laak, M. E. Boivin, B. Veuger, G. Gortzak, S. Dumfries, S. M. G. Lucker, M. H. S. Kraak, W. Admiraal, and H. G. van der Geest. 2006. Development and application of a sediment toxicity test using the benthic cladoceran *Chydorus sphaericus*. *Environmental Pollution* 140 (2):231-238.
- Di Toro, D. M., J. A. McGrath, D. J. Hansen, W. J. Berry, P. R. Paquin, R. Mathew, K. B. Wu, and R. C. Santore. 2005. Predicting sediment metal toxicity using a sediment biotic ligand model: Methodology and initial application. *Environmental Toxicology and Chemistry* 24 (10):2410-2427.
- Diamond, J. M., D. G. Mackler, W. J. Rasnake, and D. Gruber. 1993. DERIVATION OF SITE-SPECIFIC AMMONIA CRITERIA FOR AN EFFLUENT-DOMINATED HEADWATER STREAM. *Environmental Toxicology and Chemistry* 12 (4):649-658.
- Engin, B., S. Kapan-Yesilyurt, G. Taner, H. Demirtas, and M. Eken. 2006. ESR dating of Soma (Manisa, West Anatolia - Turkey) fossil gastropoda shells. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B-Beam Interactions with Materials and Atoms* 243 (2):397-406.
- Forster, I., D. A. Higgs, B. S. Dosanjh, M. Rowshandeli, and J. Parr. 1999. Potential for dietary phytase to improve the nutritive value of canola protein concentrate and decrease phosphorus output in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) held in 11 degrees C fresh water. *Aquaculture* 179 (1-4):109-125.
- Hernández, A.J., J. Pastor. 2008. Relationship between plant biodiversity and heavy metal bioavailability in grasslands overlying an abandoned mine. *Environ Geochem Health* 30: 127-133.
- Hogan, A. C., R. A. van Dam, M. A. Houston, A. J. Harford, and S. Nou. 2010. Uranium Exposure to the Tropical Duckweed *Lemna aequinoctialis* and Pulmonate Snail *Amerianna cumingi*: Fate and Toxicity. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 59 (2):204-215.

- Holdway, D. A., K. Lok, and M. Semaan. 2001. The acute and chronic toxicity of cadmium and zinc to two hydra species. *Environmental Toxicology* 16 (6):557-565.
- Janssen, C. R., M. D. Ferrando, and G. Persoone. 1994. ECOTOXICOLOGICAL STUDIES WITH THE FRESH-WATER ROTIFER BRACHIONUS-CALYCIFLORUS .4. ROTIFER BEHAVIOR AS A SENSITIVE AND RAPID SUBLETHAL TEST CRITERION. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 28 (3):244-255.
- Janssen, C. R., G. Persoone, and T. W. Snell. 1994. CYST-BASED TOXICITY TESTS .8. SHORT-CHRONIC TOXICITY TESTS WITH THE FRESH-WATER ROTIFER BRACHIONUS-CALCIFLORUS. *Aquatic Toxicology* 28 (3-4):243-258.
- Khan, A., D. Kent, J. Barbieri, and S. Khan. 1992. CHRONIC TOXICITY OF A FLUORIDE MIXTURE TO FRESH-WATER ORGANISMS. *Water Science and Technology* 26 (9-11):2353-2356.
- Kolanczyk, R. C., and P. K. Schmieder. 2002. Rate and capacity of hepatic microsomal ring-hydroxylation of phenol to hydroquinone and catechol in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Toxicology* 176 (1-2):77-90.
- Koprucu, K., and R. Aydin. 2004. The toxic effects of pyrethroid deltamethrin on the common carp (*Cyprinus carpio* L.) embryos and larvae. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 80 (1):47-53.
- Landman, M. J., M. R. van den Heuvel, M. Finley, H. J. Bannon, and N. Ling. 2006. Combined effects of pulp and paper effluent, dehydroabietic acid, and hypoxia on swimming performance, metabolism, and hematology of rainbow trout. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 65 (3):314-322.
- Lemairegony, S., and N. Mayergostan. 1994. IN-VITRO DOSE-RESPONSE STUDY OF THE EFFECT OF CADMIUM ON EEL (*ANGUILLA-ANGUILLA*) GILL Na^+/K^+ -ATPASE ACTIVITIES. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 28 (1):43-52.
- Loayza-Muro, R., and R. Elias-Letts. 2007. Responses of the mussel *Anodonta trapesialis* (Unionidae) to environmental stressors: Effect of pH, temperature and metals on filtration rate. *Environmental Pollution* 149 (2):209-215.
- Magara, Y., A. Tabata, M. Kohki, M. Kawasaki, and M. Hirose. 1998. Development of boron reduction system for sea water desalination. *Desalination* 118 (1-3):25-33.
- Mamboya, F., T. J. Lyimo, T. Landberg, and M. Bjork. 2009. Influence of combined changes in salinity and copper modulation on growth and copper uptake in the tropical green macroalga *Ulva reticulata*. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 84 (3):326-330.
- Moller, V., V. E. Forbes, and M. H. Depledge. 1994. INFLUENCE OF ACCLIMATION AND EXPOSURE TEMPERATURE ON THE ACUTE TOXICITY OF CADMIUM TO THE FRESH-WATER SNAIL *POTAMOPYRGUS-ANTIPODARUM* (HYDROBIIDAE). *Environmental Toxicology and Chemistry* 13 (9):1519-1524.

- Poovey, A. G., J. G. Slade, and M. D. Netherland. 2007. Susceptibility of Eurasian watermilfoil (*Myriophyllum spicatum*) and a milfoil hybrid (*M. spicatum* x *M. sibiricum*) to Triclopyr and 2,4-D amine. *Journal of Aquatic Plant Management* 45:111-115.
- Roman, Y. E., K. A. C. De Schamphelaere, L. T. H. Nguyen, and C. R. Janssen. 2007. Chronic toxicity of copper to five benthic invertebrates in laboratory-formulated sediment: Sensitivity comparison and preliminary risk assessment. *Science of the Total Environment* 387 (1-3):128-140.
- Schafer, H., H. Hettler, U. Fritsche, G. Pitzen, G. Roderer, and A. Wenzel. 1994. BIOTESTS USING UNICELLULAR ALGAE AND CILIATES FOR PREDICTING LONG-TERM EFFECTS OF TOXICANTS. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 27 (1):64-81.
- Smit, C. E., A. J. Schouten, P. J. Van den Brink, M. L. P. van Esbroek, and L. Posthuma. 2002. Effects of zinc contamination on a natural nematode community in outdoor soil mesocosms. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 42 (2):205-216.
- Sorensen, M. T., J. M. Conder, P. C. Fuchsman, L. B. Martello, and R. J. Wenning. 2007. Using a sediment quality triad approach to evaluate benthic toxicity in the lower Hackensack river, New Jersey. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 53 (1):36-49.
- Spurgeon, D. J., S. Lofts, P. K. Hankard, M. Toal, D. McLellan, S. Fishwick, and C. Svendsen. 2006. Effect of pH on metal speciation and resulting metal uptake and toxicity for earthworms. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25 (3):788-796.
- Taylor, E. J., S. J. Blockwell, S. J. Maund, and D. Pascoe. 1993. EFFECTS OF LINDANE ON THE LIFE-CYCLE OF A FRESH-WATER MACROINVERTEBRATE CHIRONOMUS-RIPARIUS MEIGEN (INSECTA, DIPTERA). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 24 (2):145-150.
- Thomaz, S. M., P. A. Chambers, S. A. Pierini, and G. Pereira. 2007. Effects of phosphorus and nitrogen amendments on the growth of *Egeria najas*. *Aquatic Botany* 86 (2):191-196.
- Zheng, B. Y., H. M. Hwang, H. Yu, and S. Ekunwe. 2004. DNA damage produced in HaCaT cells by combined fluoranthene exposure and ultraviolet A irradiation. *Environmental and Molecular Mutagenesis* 44 (2):151-155.

Recreación y Turismo

- Steyn, M., P. Jagals, and B. Genthe. 2004. Assessment of microbial infection risks posed by ingestion of water during domestic water use and full-contact recreation in a mid-southern African region. *Water Science and Technology* 50 (1):301-308.

**ANEXO B: REPORTE EJEMPLO DE
VALORIZACION IMPACTOS DE LA NORMA A
TRAVES DE LOS IAU**

Crystal Ball Report - Full

Simulation started on 4/4/2011 at 11:07:52
Simulation stopped on 4/4/2011 at 11:08:12

Run preferences:

Number of trials run	1.000
Extreme speed	
Monte Carlo	
Random seed	
Precision control on	
Confidence level	95,00%

Run statistics:

Total running time (sec)	4,59
Trials/second (average)	218
Random numbers per sec	6.534

Crystal Ball data:

Assumptions	30
Correlations	0
Correlated groups	0
Decision variables	0
Forecasts	13

Forecasts

Worksheet: [Libro2]ejemplo (2)

Forecast: IAU Norma Tramo 1

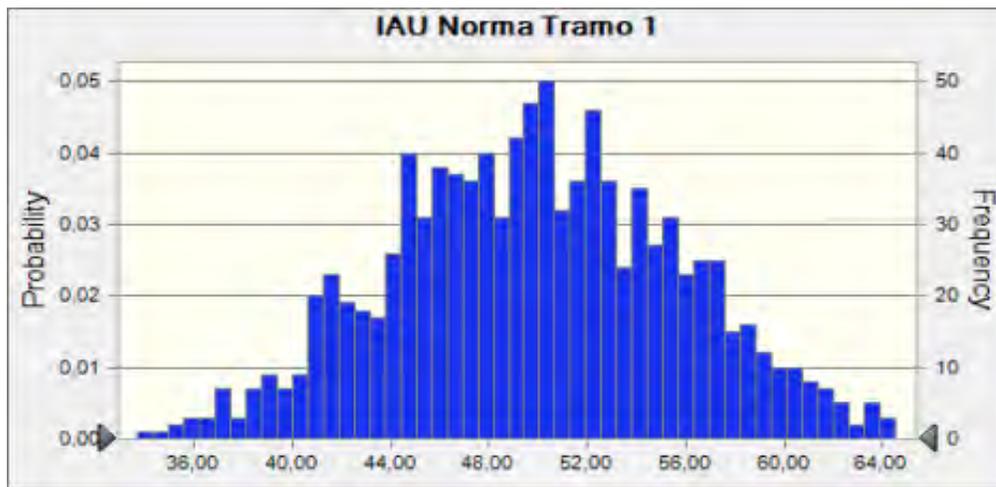
Cell: B38

Summary:

Entire range is from 33,70 to 64,54

Base case is 29,22

After 1.000 trials, the std. error of the mean is 0,18



Statistics:

Trials
Mean
Median
Mode
Standard Deviation
Variance
Skewness
Kurtosis
Coeff. of Variability
Minimum
Maximum
Range Width
Mean Std. Error

Forecast values

1.000
49,83
49,82

5,81
33,72
0,0017
2,60
0,1165
33,70
64,54
30,84
0,18

Forecast: IAU Norma Tramo 1 (cont'd)

Cell: B38

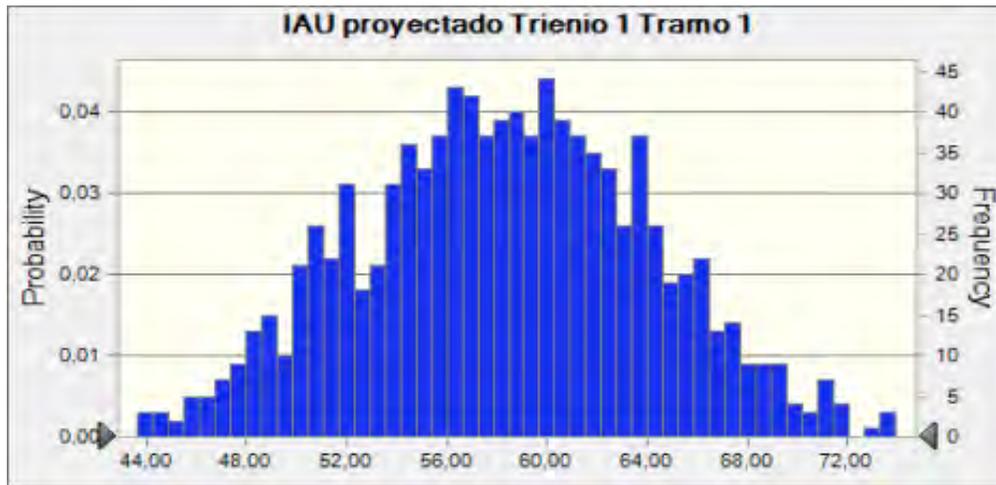
Percentiles:	Forecast values
0%	33,70
10%	42,10
20%	44,82
30%	46,54
40%	48,21
50%	49,82
60%	51,33
70%	52,94
80%	54,99
90%	57,40
100%	64,54

Summary:

Entire range is from 43,62 to 73,92

Base case is 37,73

After 1.000 trials, the std. error of the mean is 0,18



Statistics:

Forecast values

Trials	1.000
Mean	58,27
Median	58,36
Mode	---
Standard Deviation	5,76
Variance	33,20
Skewness	0,0078
Kurtosis	2,58
Coeff. of Variability	0,0989
Minimum	43,62
Maximum	73,92
Range Width	30,30
Mean Std. Error	0,18

Forecast: IAU proyectado Trienio 1 Tramo 1 (cont'd)

Cell: C38

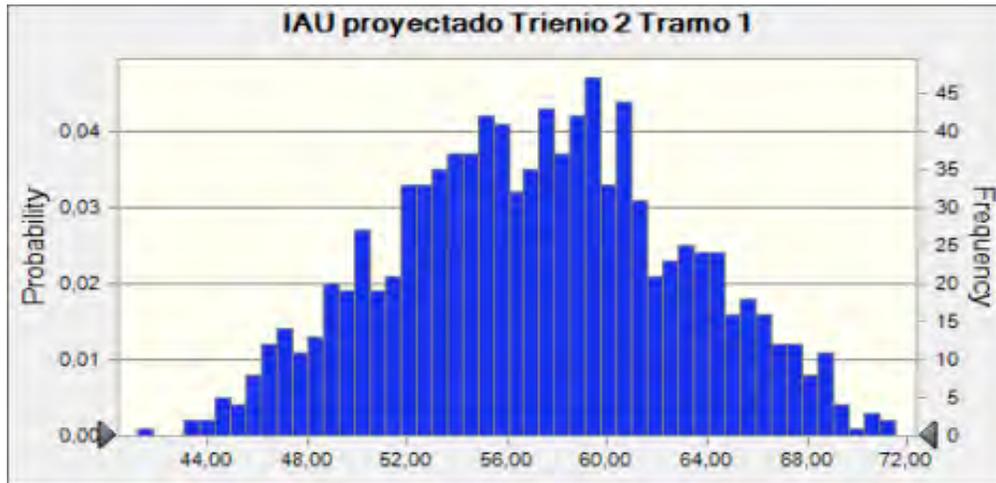
Percentiles:	Forecast values
0%	43,62
10%	50,66
20%	53,13
30%	55,16
40%	56,69
50%	58,35
60%	59,93
70%	61,43
80%	63,40
90%	65,80
100%	73,92

Summary:

Entire range is from 41,17 to 71,54

Base case is 36,83

After 1.000 trials, the std. error of the mean is 0,18



Statistics:

Forecast values

Trials	1.000
Mean	57,14
Median	57,25
Mode	---
Standard Deviation	5,72
Variance	32,73
Skewness	-,00085
Kurtosis	2,46
Coeff. of Variability	0,1001
Minimum	41,17
Maximum	71,54
Range Width	30,37
Mean Std. Error	0,18

Forecast: IAU proyectado Trienio 2 Tramo 1 (cont'd)

Cell: D38

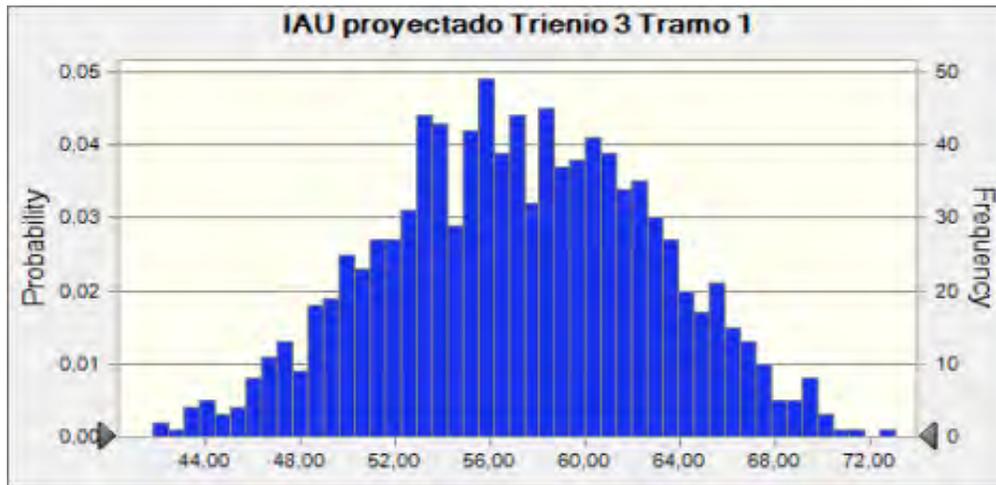
Percentiles:	Forecast values
0%	41,17
10%	49,41
20%	52,12
30%	53,87
40%	55,47
50%	57,25
60%	58,81
70%	60,24
80%	62,18
90%	64,82
100%	71,54

Summary:

Entire range is from 40,78 to 73,08

Base case is 36,83

After 1.000 trials, the std. error of the mean is 0,18



Statistics:

Forecast values

Trials	1,000
Mean	57,12
Median	57,16
Mode	---
Standard Deviation	5,72
Variance	32,70
Skewness	-0,0671
Kurtosis	2,59
Coeff. of Variability	0,1001
Minimum	40,78
Maximum	73,08
Range Width	32,29
Mean Std. Error	0,18

Forecast: IAU proyectado Trienio 3 Tramo 1 (cont'd)

Cell: E38

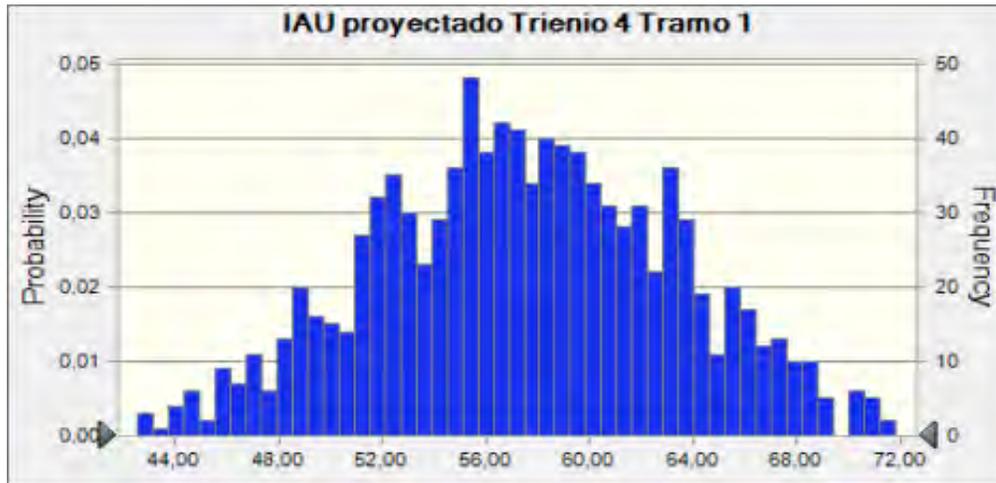
Percentiles:	Forecast values
0%	40,78
10%	49,60
20%	52,11
30%	53,88
40%	55,64
50%	57,15
60%	58,72
70%	60,48
80%	62,14
90%	64,57
100%	73,08

Summary:

Entire range is from 42,53 to 71,81

Base case is 36,83

After 1.000 trials, the std. error of the mean is 0,18



Statistics:	Forecast values
Trials	1.000
Mean	57,45
Median	57,37
Mode	---
Standard Deviation	5,76
Variance	33,17
Skewness	-0,0142
Kurtosis	2,55
Coeff. of Variability	0,1003
Minimum	42,53
Maximum	71,81
Range Width	29,28
Mean Std. Error	0,18

Forecast: IAU proyectado Trienio 4 Tramo 1 (cont'd)

Cell: F38

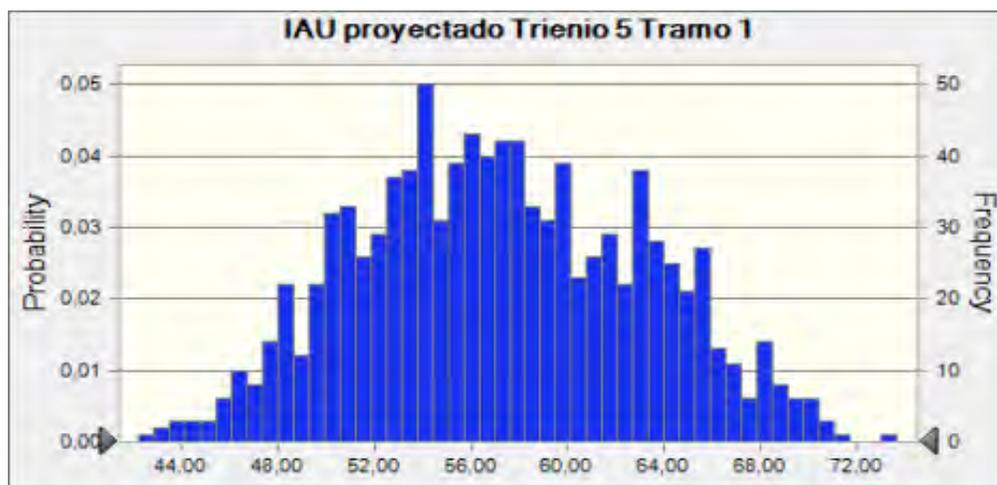
Percentiles:	Forecast values
0%	42,53
10%	49,76
20%	52,30
30%	54,43
40%	55,92
50%	57,37
60%	58,84
70%	60,58
80%	62,67
90%	65,23
100%	71,81

Summary:

Entire range is from 42,25 to 73,98

Base case is 36,92

After 1.000 trials, the std. error of the mean is 0,19



Statistics:

Forecast values

Trials	1.000
Mean	57,19
Median	56,93
Mode	---
Standard Deviation	5,86
Variance	34,33
Skewness	0,1152
Kurtosis	2,41
Coeff. of Variability	0,1025
Minimum	42,25
Maximum	73,98
Range Width	31,73
Mean Std. Error	0,19

Forecast: IAU proyectado Trienio 5 Tramo 1 (cont'd)

Cell: G38

Percentiles:	Forecast values
0%	42,25
10%	49,67
20%	51,97
30%	53,75
40%	55,32
50%	56,92
60%	58,39
70%	60,48
80%	62,82
90%	65,07
100%	73,98

Summary:

Entire range is from 55% to 85%

Base case is 50%

After 1.000 trials, the std. error of the mean is 0%



Statistics:

Forecast values

Trials	1.000
Mean	72%
Median	70%
Mode	70%
Standard Deviation	6%
Variance	0%
Skewness	0,0038
Kurtosis	2,57
Coeff. of Variability	0,0824
Minimum	55%
Maximum	85%
Range Width	30%
Mean Std. Error	0%

Forecast: Productividad Norma Tramo 1 (cont'd)

Cell: B43

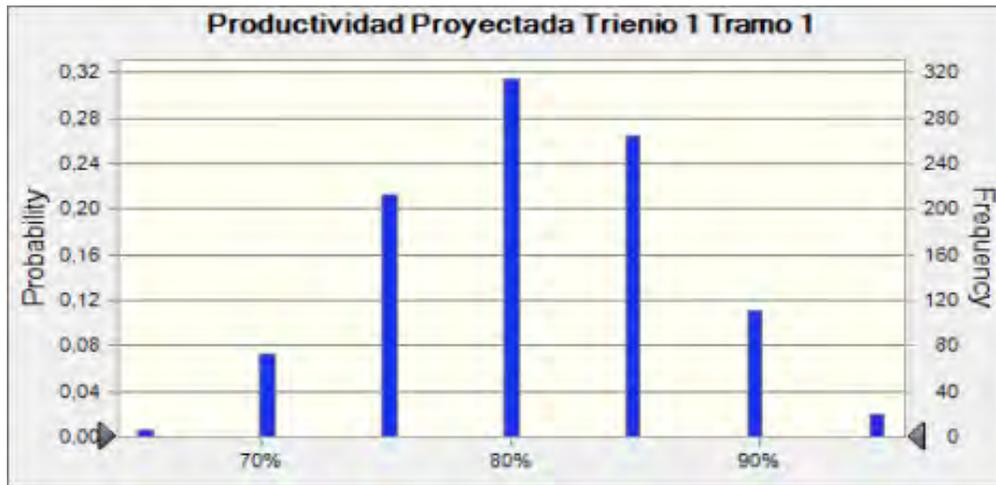
Percentiles:	Forecast values
0%	55%
10%	65%
20%	65%
30%	70%
40%	70%
50%	70%
60%	75%
70%	75%
80%	75%
90%	80%
100%	85%

Summary:

Entire range is from 65% to 95%

Base case is 60%

After 1.000 trials, the std. error of the mean is 0%



Statistics:

Trials
 Mean
 Median
 Mode
 Standard Deviation
 Variance
 Skewness
 Kurtosis
 Coeff. of Variability
 Minimum
 Maximum
 Range Width
 Mean Std. Error

Forecast values

1.000
 81%
 80%
 80%
 6%
 0%
 0,0038
 2,62
 0,0737
 65%
 95%
 30%
 0%

Forecast: Productividad Proyectada Trienio 1 Tramo 1 (cont'd)

Cell: B42

Percentiles:	Forecast values
0%	65%
10%	75%
20%	75%
30%	80%
40%	80%
50%	80%
60%	80%
70%	85%
80%	85%
90%	90%
100%	95%

Forecast: Productividad Proyectada Trienio 3 Tramo 1

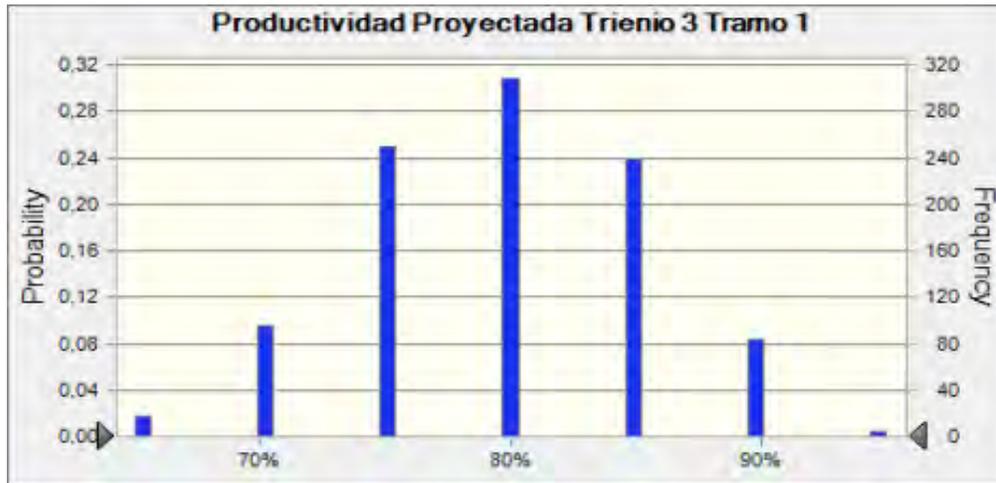
Cell: D42

Summary:

Entire range is from 65% to 95%

Base case is 60%

After 1.000 trials, the std. error of the mean is 0%



Statistics:

Statistics:	Forecast values
Trials	1.000
Mean	80%
Median	80%
Mode	80%
Standard Deviation	6%
Variance	0%
Skewness	-0,0794
Kurtosis	2,57
Coeff. of Variability	0,0744
Minimum	65%
Maximum	95%
Range Width	30%
Mean Std. Error	0%

Forecast: Productividad Proyectada Trienio 3 Tramo 1 (cont'd)

Cell: D42

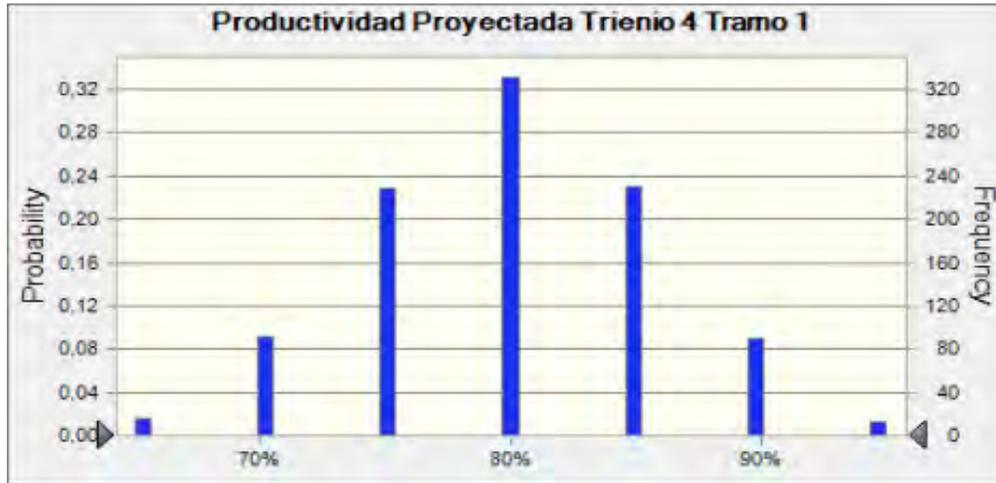
Percentiles:	Forecast values
0%	65%
10%	70%
20%	75%
30%	75%
40%	80%
50%	80%
60%	80%
70%	85%
80%	85%
90%	85%
100%	95%

Summary:

Entire range is from 65% to 95%

Base case is 60%

After 1.000 trials, the std. error of the mean is 0%



Statistics:

Statistics:	Forecast values
Trials	1.000
Mean	80%
Median	80%
Mode	80%
Standard Deviation	6%
Variance	0%
Skewness	-0,0194
Kurtosis	2,72
Coeff. of Variability	0,0750
Minimum	65%
Maximum	95%
Range Width	30%
Mean Std. Error	0%

Forecast: Productividad Proyectada Trienio 4 Tramo 1 (cont'd)

Cell: E42

Percentiles:	Forecast values
0%	65%
10%	70%
20%	75%
30%	75%
40%	80%
50%	80%
60%	80%
70%	85%
80%	85%
90%	90%
100%	95%

Forecast: Productividad Proyectada Trienio 5 Tramo 1

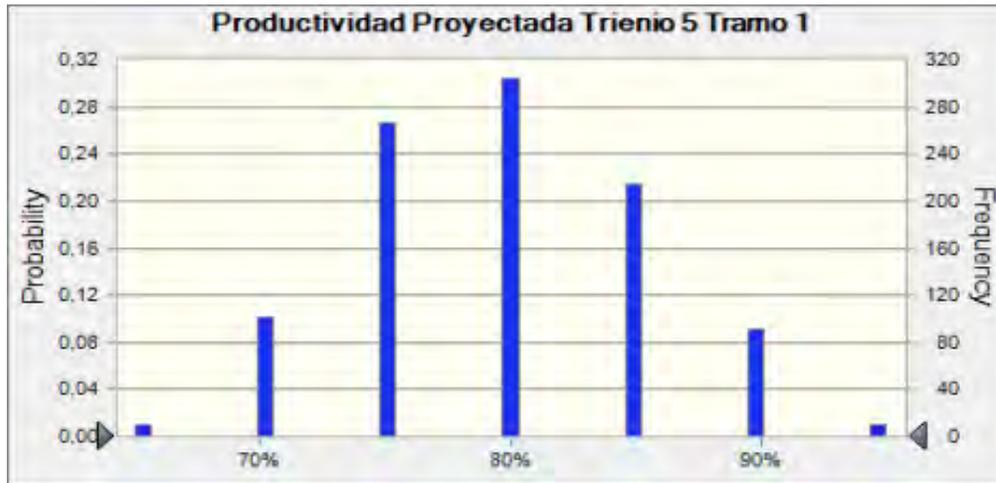
Cell: F42

Summary:

Entire range is from 65% to 95%

Base case is 60%

After 1.000 trials, the std. error of the mean is 0%



Statistics:

	Forecast values
Trials	1.000
Mean	80%
Median	80%
Mode	80%
Standard Deviation	6%
Variance	0%
Skewness	0,1031
Kurtosis	2,54
Coeff. of Variability	0,0751
Minimum	65%
Maximum	95%
Range Width	30%
Mean Std. Error	0%

Forecast: Productividad Proyectada Trienio 5 Tramo 1 (cont'd)

Cell: F42

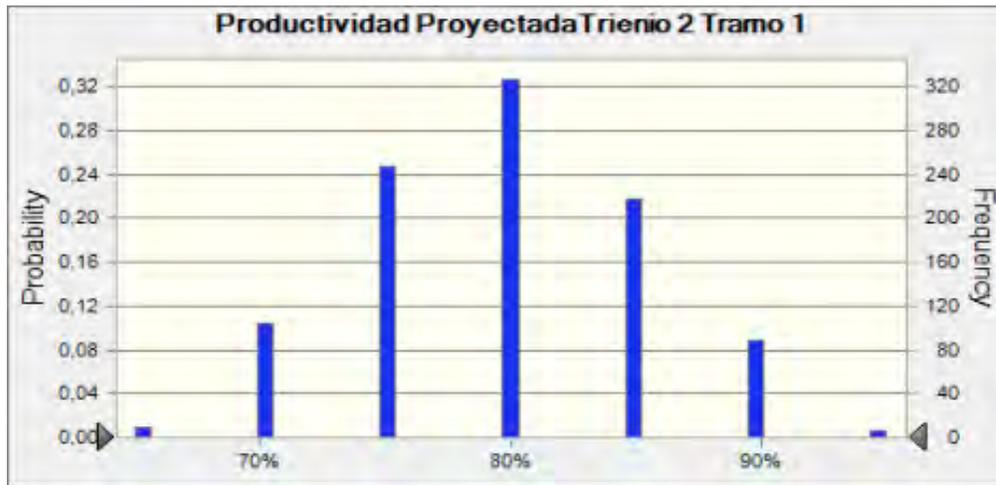
Percentiles:	Forecast values
0%	65%
10%	70%
20%	75%
30%	75%
40%	80%
50%	80%
60%	80%
70%	85%
80%	85%
90%	90%
100%	95%

Summary:

Entire range is from 65% to 95%

Base case is 60%

After 1.000 trials, the std. error of the mean is 0%



Statistics:

Statistics:	Forecast values
Trials	1.000
Mean	80%
Median	80%
Mode	80%
Standard Deviation	6%
Variance	0%
Skewness	0,0244
Kurtosis	2,54
Coeff. of Variability	0,0737
Minimum	65%
Maximum	95%
Range Width	30%
Mean Std. Error	0%

Forecast: Productividad Proyectada Trienio 2 Tramo 1 (cont'd)

Cell: C42

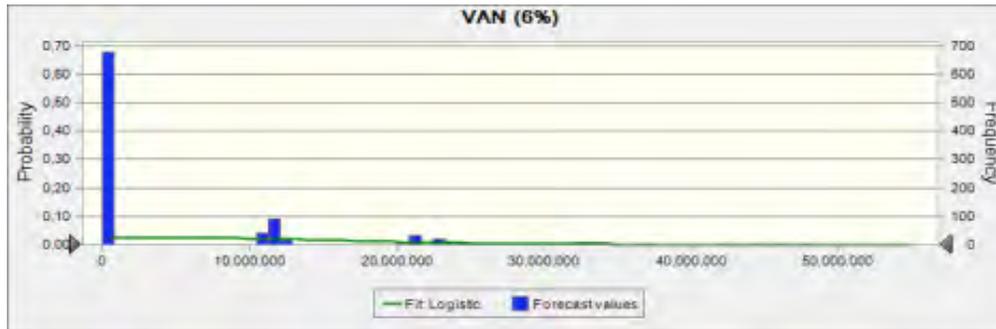
Percentiles:	Forecast values
0%	65%
10%	70%
20%	75%
30%	75%
40%	80%
50%	80%
60%	80%
70%	85%
80%	85%
90%	85%
100%	95%

Forecast: VAN (6%)

Cell: B47

Summary:

Entire range is from 0 to 106.371.805
Base case is 0
After 1.000 trials, the std. error of the mean is 529.290



Statistics:	Forecast values
Trials	1.000
Mean	8.432.314
Median	0
Mode	0
Standard Deviation	16.737.623
Variance	#####
Skewness	2,69
Kurtosis	10,96
Coeff. of Variability	1,98
Minimum	0
Maximum	106.371.805
Range Width	106.371.805
Mean Std. Error	529.290

Forecast: VAN (6%) (cont'd)

Cell: B47

Percentiles:	Forecast values
0%	0
10%	0
20%	0
30%	0
40%	0
50%	0
60%	0
70%	10.822.694
80%	11.672.828
90%	30.239.585
100%	106.371.805

End of Forecasts

Assumptions

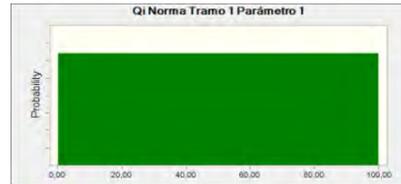
Worksheet: [Libro2]ejemplo (2)

Assumption: Qi Norma Tramo 1 Parámetro 1

Cell: B22

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

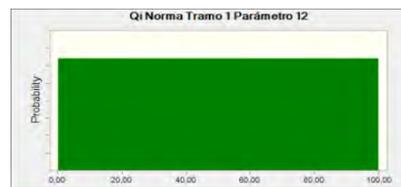


Assumption: Qi Norma Tramo 1 Parámetro 12

Cell: B33

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

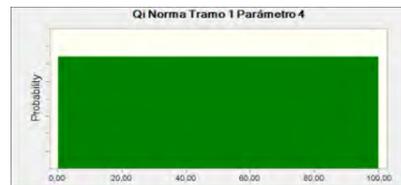


Assumption: Qi Norma Tramo 1 Parámetro 4

Cell: B25

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

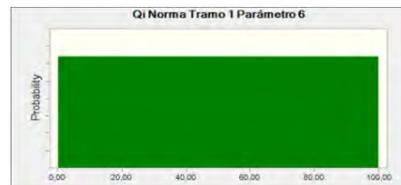


Assumption: Qi Norma Tramo 1 Parámetro 6

Cell: B27

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

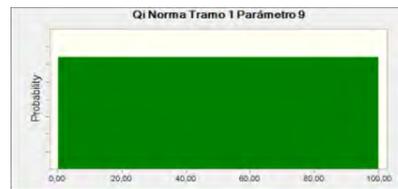


Assumption: Qi Norma Tramo 1 Parámetro 9

Cell: B30

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00



Assumption: Qi Trienio 1 Tramo 1 Parámetro 1

Cell: C22

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

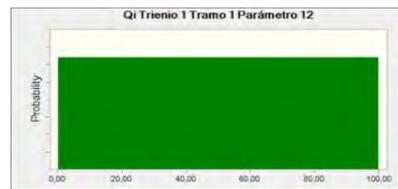


Assumption: Qi Trienio 1 Tramo 1 Parámetro 12

Cell: C33

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00



Assumption: Qi Trienio 1 Tramo 1 Parámetro 4

Cell: C25

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00



Assumption: Qi Trienio 1 Tramo 1 Parámetro 6

Cell: C27

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00



Assumption: Qi Trienio 1 Tramo 1 Parámetro 9

Cell: C30

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00



Assumption: Qi Trienio 2 Tramo 1 Parámetro 1

Cell: D22

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

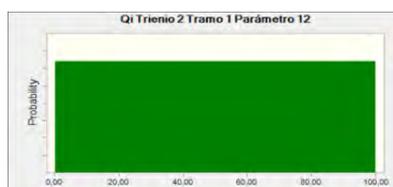


Assumption: Qi Trienio 2 Tramo 1 Parámetro 12

Cell: D33

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

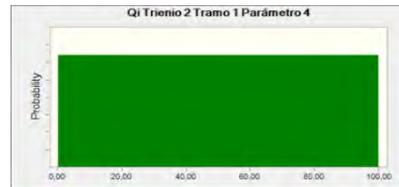


Assumption: Qi Trienio 2 Tramo 1 Parámetro 4

Cell: D25

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

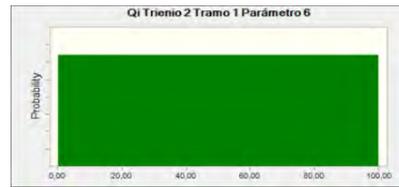


Assumption: Qi Trienio 2 Tramo 1 Parámetro 6

Cell: D27

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

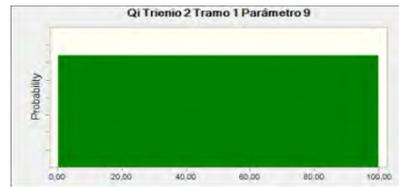


Assumption: Qi Trienio 2 Tramo 1 Parámetro 9

Cell: D30

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00



Assumption: Qi Trienio 3 Tramo 1 Parámetro 1

Cell: E22

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

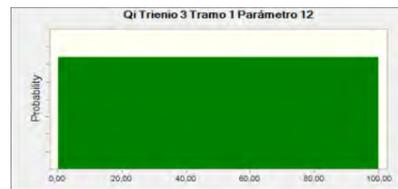


Assumption: Qi Trienio 3 Tramo 1 Parámetro 12

Cell: E33

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

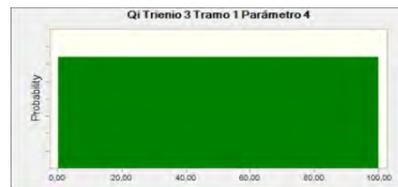


Assumption: Qi Trienio 3 Tramo 1 Parámetro 4

Cell: E25

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00



Assumption: Qi Trienio 3 Tramo 1 Parámetro 6

Cell: E27

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00



Assumption: Qi Trienio 3 Tramo 1 Parámetro 9

Cell: E30

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

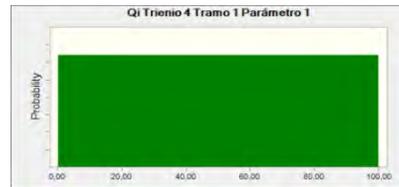


Assumption: Qi Trienio 4 Tramo 1 Parámetro 1

Cell: F22

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

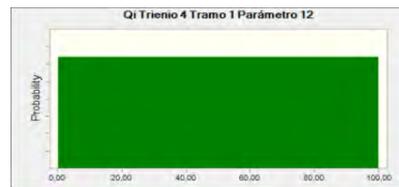


Assumption: Qi Trienio 4 Tramo 1 Parámetro 12

Cell: F33

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

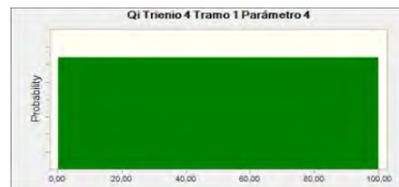


Assumption: Qi Trienio 4 Tramo 1 Parámetro 4

Cell: F25

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00



Assumption: Qi Trienio 4 Tramo 1 Parámetro 6

Cell: F27

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

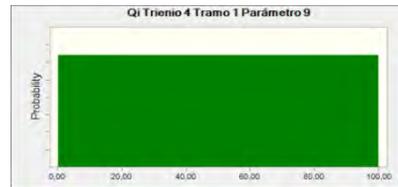


Assumption: Qi Trienio 4 Tramo 1 Parámetro 9

Cell: F30

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

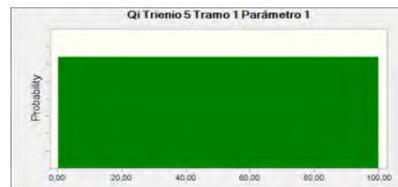


Assumption: Qi Trienio 5 Tramo 1 Parámetro 1

Cell: G22

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

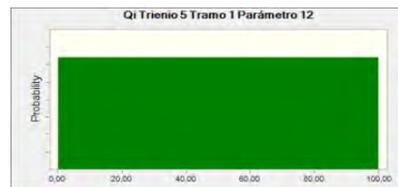


Assumption: Qi Trienio 5 Tramo 1 Parámetro 12

Cell: G33

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

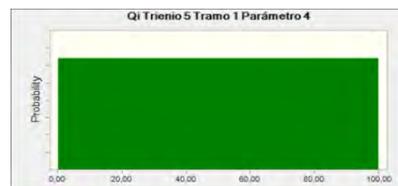


Assumption: Qi Trienio 5 Tramo 1 Parámetro 4

Cell: G25

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

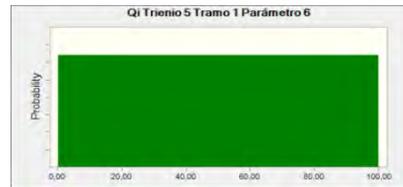


Assumption: Qi Trienio 5 Tramo 1 Parámetro 6

Cell: G27

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00

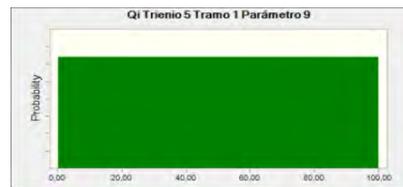


Assumption: Qi Trienio 5 Tramo 1 Parámetro 9

Cell: G30

Uniform distribution with parameters:

Minimum 0,00
Maximum 100,00



End of Assumptions